(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 428 735 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.03.2012 Patentblatt 2012/11

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

(21) Anmeldenummer: **11007208.9**

(22) Anmeldetag: **06.09.2011**

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

(30) Priorität: **13.09.2010 DE 102010045198**

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

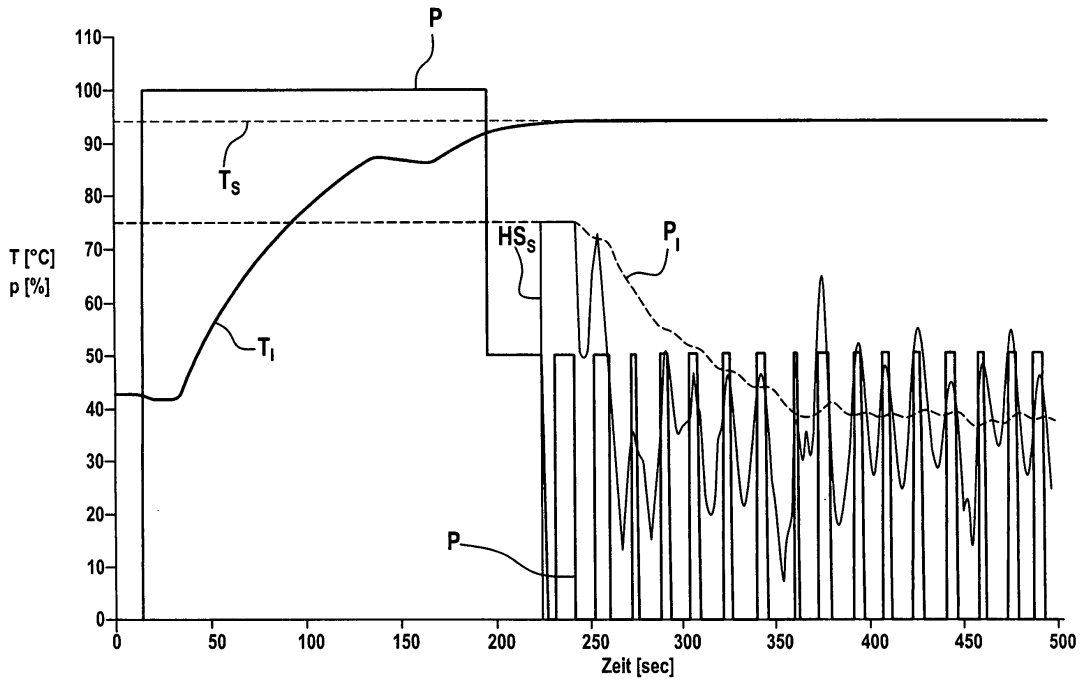
(72) Erfinder: **Schreiner, Thomas, Dr.**
86916 Kaufering (DE)

(74) Vertreter: **Prinz & Partner**
Patentanwälte
Rundfunkplatz 2
80335 München (DE)

(54) **Gargerät mit Dampfgenerator sowie Verfahren zur Regelung eines Dampfgenerators für ein Gargerät**

(57) Die Erfindung betrifft Gargerät (10) mit einem Garraum (12), einem Dampfgenerator (14) und einer Steuerung (16), wobei die Steuerung (16) einen Schwellwertregler (22) sowie einen stetigen Regler (24) aufweist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Regelung eines Dampfgenerators (14) für ein Gargerät (10), das dadurch gekennzeichnet, dass der Dampfgenerator (14) in einer Annäherungsphase, in der sich ein zu regelnder Istwert in einem Garraum (12) des Gargeräts (10) stark von einem Sollwert unterscheidet, von einem Schwellwertregler (22) gesteuert wird und in einer sich anschließenden Haltephase, in welcher der Istwert sich in der Nähe des Sollwerts befindet, von einem stetigen Regler (24) gesteuert wird.

Fig. 2



EP 2 428 735 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Gargerät mit einem Garraum und einem Dampfgenerator. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Regelung eines Dampfgenerators für ein Gargerät.

[0002] In Gargeräten werden zur Temperatur- oder Feuchteregelung üblicherweise Schwellwertregler eingesetzt, weil diese in der Regel ohne spezifische Anpassung an die Gerätegröße, an die Beheizungsart (Gas oder Elektro) und die Last im Garraum verwendet werden können. In der Betriebsart Dampf haben Schwellwertregler jedoch gravierende Nachteile, wenn ein hoher Dampfgehalt im Garraum aufrechterhalten werden soll. Ein Schwellwertregler regelt zwischen einem oberen Schwellwert und einem unteren Schwellwert hin und her. Wenn der obere Schwellwert überschritten wurde, wird der Dampfgenerator abgeschaltet. Anschließend verringert sich durch Kondensieren des Wasserdampfs im Inneren des Garraums (beispielsweise an zu garenden Produkten) die Temperatur. Gleichzeitig verringert sich das Volumen des im Inneren des Garraums enthaltenen Gases, sodass Luft nachgesaugt werden muss, üblicherweise aus einem Kondensations- oder Ablaufbereich des Gargeräts. Wenn die Temperatur im Garraum schließlich den unteren Schwellwert des Schwellwertreglers erreicht hat, wird der Dampfgenerator wieder eingeschaltet. Danach wird wieder so lange Wasserdampf produziert, bis die Temperatur im Garraum wieder den oberen Schwellwert erreicht hat.

[0003] Da die nachgesaugte Luft sich aber mit dem Dampf im Garraum vermischt, muss der vom Dampfgenerator erzeugte und in den Garraum eingebrachte Wasserdampf ein Gemisch aus Wasserdampf und nachgesaugter Luft verdrängen, um den Dampfgehalt und die Temperatur im Garraum zu erhöhen. Dadurch muss sehr viel mehr Dampf produziert werden, als Luft nachgesaugt worden ist. Als Beispiel wird angenommen, dass bei 90% Feuchte 1 Liter Wasserdampf im Garraum kondensiert, der durch Luft ersetzt wird. Daraufhin muss das Gerät 10 Liter Dampfgemisch durch 10 Liter reinen Wasserdampf ersetzen, um die nachgesaugte Luft zu verdrängen.

[0004] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Gargerät und ein Verfahren zur Regelung eines Dampfgenerators zu schaffen, mit dem besonders bei hohem Dampfgehalt eine bessere Regelung dahingehend möglich ist, dass das Nachsaugen von Luft weitgehend vermieden ist.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß ein Gargerät mit einem Garraum, einem Dampfgenerator und einer Steuerung vorgesehen, wobei die Steuerung einen Schwellwertregler sowie einen stetigen Regler aufweist. Die Erfindung beruht auf dem Grundgedanken, den Dampfgenerator in einem Betriebsbereich, in welchem der Dampfgehalt konstant gehalten werden soll, mit dem Signal des stetigen Reglers anzusteuern. Auf diese Weise wird verhindert, dass der Dampfgenerator so lange ausgeschaltet bleibt, bis Luft nachgesaugt wurde.

[0006] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Dampfgenerator mindestens zwei Leistungsstufen aufweist. Gemäß dieser Ausgestaltung wird der Dampfgenerator grundsätzlich weiterhin mit diskreten Leistungsstufen betrieben, die aber in dem Betriebsbereich, in welchem der Dampfgehalt konstant gehalten werden soll, vom stetigen Regler angesteuert werden. Durch die Verwendung von zwei oder mehr Leistungsstufen kann eine optimale Anpassung an den jeweiligen Leistungsbedarf erfolgen.

[0007] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der stetige Regler den Dampfgenerator mit einer maximalen mittleren Leistung betreibt, die unterhalb der ersten Leistungsstufe liegt. Der Dampfgenerator arbeitet dann mit einer Haltestufe, die wie eine zusätzliche kleinere Heizstufe in den Schwellwertregler integriert werden kann.

[0008] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die erste Leistungsstufe im Bereich von etwa 25 % bis etwa 50 % der zweiten, maximalen Leistungsstufe beträgt. Es hat sich herausgestellt, dass mit einer solchen Spreizung der Heizstufen das gewünschte Betriebsverhalten gut abgebildet werden kann. Außerdem ergeben sich diese Leistungsstufen konstruktiv in vorteilhafter Weise. Bei einem elektrisch betriebenen Dampfgenerator kann eine Halbierung der Leistung bei Stern- oder Dreiecksschaltung mit einem Relais bzw. SSR erreicht werden. Bei einem gasbetriebenen Dampfgenerator wird die kleinste Heizstufe dagegen konstruktiv bedingt eher eine Leistung von etwa 25 % der maximalen Leistung haben, auch wenn noch geringere Leistungen vorteilhaft sein könnten.

[0009] Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass der stetige Regler den Dampfgenerator mit einer Leistung betreibt, die etwa 75 % der Leistung der ersten Leistungsstufe beträgt. Anders ausgedrückt arbeitet der Dampfgenerator (unter der Annahme einer Leistung in der ersten Heizstufe von 50% der Maximalleistung) in der Haltestufe mit einer Leistung von 37,5 % der maximalen Heizleistung, was sich als vorteilhaft herausgestellt hat, um einen konstanten Dampfgehalt im Garraum aufrechtzuerhalten.

[0010] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der stetige Regler als Steuergröße eine Puffervariable ausgibt, anhand derer die Steuerung den Dampfgenerator pulsweitenmoduliert betreibt. Auf diese Weise können die Vorteile eines stetigen Reglers genutzt werden, ohne dass ein stufenlos regelbarer Dampfgenerator genutzt werden muss.

[0011] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Garraum mit einem Ablaufbereich in Strömungsverbindung steht, wobei im Ablaufbereich ein Dampfpuffer gebildet ist, dessen Volumen mindestens gleich dem Dampfvolumen ist, das zwischen zwei Heizpulsen im Garraum kondensiert. Diese Ausgestaltung berücksichtigt, dass aufgrund von zulassungsrechtlichen Vorgaben in einigen Ländern die Häufigkeit der erlaubten Schaltvorgänge je

Zeiteinheit begrenzt ist. Dies führt dazu, dass beim Betrieb des Dampfgenerators in der Haltestufe gewisse Wartezeiten eingehalten werden müssen, bevor nach dem Ausschalten des Dampfgenerators dieser wieder eingeschaltet werden darf. Dadurch lässt sich nicht verhindern, dass während der Wartezeit eine gewisse Dampfmenge kondensiert, deren Volumen durch nachgesaugtes Gas ausgeglichen werden muss. Die Verwendung eines Dampfpuffers im Ablaufbereich gewährleistet, dass keine Luft nachgesaugt wird, sondern Dampf.

[0012] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der stetige Regler ein PI-Regler ist. Ein solcher Regler ist ausreichend, um den einzuhaltenden Sollwert (Temperatur oder Feuchte) im Garraum während der Haltephase aufrechtzuerhalten. Auf einen aufwendigeren PID-Regler kann verzichtet werden.

[0013] Erfindungsgemäß ist zur Lösung der oben genannten Aufgabe auch ein Verfahren zur Regelung eines Dampfgenerators für ein Gargerät vorgesehen, das dadurch gekennzeichnet ist, dass der Dampfgenerator in einer Annäherungsphase, in der sich ein zu regelnder Istwert in einem Garraum des Gargeräts stark von einem Sollwert unterscheidet, von einem Schwellwertregler gesteuert wird und in einer sich anschließenden Haltephase, in welcher der Istwert sich in der Nähe des Sollwerts befindet, von einem stetigen Regler gesteuert wird. Dieses Verfahren kombiniert den Vorteil eines robusten Schwellwertreglers mit dem Vorteil der präziseren Regelung mittels eines stetigen Reglers.

[0014] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Schwellwertregler den Dampfgenerator steuert, bis der zu regelnde Istwert im Garraum mindestens 90 % des Sollwertes beträgt. Es vereinfacht die Auslegung des stetigen Reglers, wenn dieser lediglich die Regelung in der Nähe des Sollwertes übernehmen muss und die Annäherung an den Sollwert vom robusten Schwellwertregler übernommen wird.

[0015] Gemäß einer Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass der stetige Regler den Dampfgenerator stufenlos regelt. Auf diese Weise kann die Regelgüte erhöht und der Energieverbrauch verringert werden.

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Ausführungsform beschrieben, die in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist. In diesen zeigen:

- Figur 1 schematisch ein erfindungsgemäßes Gargerät;
- Figur 2 ein Diagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figur 3 schematisch in vergrößertem Maßstab den mit III in Figur 1 gekennzeichneten Ablaufbereich; und
- Figur 4 eine alternative Ausgestaltung zum in Figur 3 gezeigten Ablaufbereich.

[0017] In Figur 1 ist schematisch ein Gargerät 10 gezeigt, das für Großküchen vorgesehen ist und als Kombi-Dämpfer bekannt ist. Es enthält einen Garraum 12, in den zu garende Produkte eingebracht werden können. Es ist ein Dampfgenerator 14 vorgesehen, der Wasserdampf erzeugen kann, welcher in das Innere des Garraums 12 geleitet werden kann. Das Gargerät 10 weist natürlich auch eine Heizung auf, um erwärmte Luft in den Garraum einzubringen. Da diese Heizung im Rahmen der vorliegenden Anmeldung jedoch ohne Bedeutung ist, ist sie hier der besseren Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt.

[0018] Weiterhin ist eine Steuerung 16 vorgesehen, die als Eingangssignale unter anderem ein Signal von einem Temperatur- und/oder Feuchtesensor 18 erhält, der im Inneren des Garraums 12 angeordnet ist, sowie von einer Bedieneinheit 20. Über die Bedieneinheit 20 kann ein Bediener verschiedene Garbedingungen im Inneren des Garraums oder komplexere Garprogramme vorwählen.

[0019] Die Steuerung 16 enthält einen Schwellwertregler 22 sowie einen stetigen Regler 24, der hier als PI-Regler ausgeführt ist. Von der Steuerung 16 wird unter anderem der Dampfgenerator 14 angesteuert, indem sie vorgibt, ob der Dampfgenerator ausgeschaltet ist, mit einer ersten Leistungsstufe 14.1 oder einer zweiten Leistungsstufe 14.2 betrieben wird. In der ersten Leistungsstufe 14.1 hat der Dampfgenerator eine Leistung, die etwa 50 % der zweiten, maximalen Leistungsstufe beträgt. Die Leistungsstufen sind hier durch die Steuerung vorgegeben, beispielsweise durch die Verschaltung von drei Heizkörpern in Sternoder Dreiecksschaltung. In Abhängigkeit von den Anforderungen können auch andere oder mehr Leistungsstufen verwendet werden.

[0020] Unterhalb des Garraums 12 ist ein Ablaufbereich 26 vorgesehen, der kastenartig ausgeführt und mit einer Kondensationseinrichtung 28 versehen ist. Der Ablaufbereich 26 ist mit einem Abluftrohr 30 verbunden. Zwischen dem Anschluß des Abluftrohres 30 und der Verbindung zum Garraum ist ein Trennblech 32 vorgesehen, so dass ein Dampfpuffer 34 zwischen dem Garraum und dem Trennblech gebildet ist.

[0021] Anhand von Figur 2 wird nun erläutert, wie in der Betriebsart "Dampf" ein möglichst konstanter Temperatur- bzw. Dampfgehalt im Garraum 12 aufrechterhalten wird. Bei diesem Beispiel ist eine Solltemperatur T_S vorgegeben. Das Verfahren arbeitet jedoch in derselben Weise, wenn anstelle der Temperatur eine bestimmte Feuchte im Garraum als Sollwert vorgegeben ist.

[0022] Zu Beginn des Verfahrens befindet sich die Isttemperatur T_I im Garraum deutlich unterhalb der Solltemperatur T_S, die hier rund 95 °C beträgt. Daher verwendet die Steuerung 16 für die Ansteuerung des Dampfgenerators ausschließlich den Schwellwertregler 22. Dieser betreibt den Dampfgenerator 14 in der zweiten Heizstufe 14.2, also mit einer Leistung von 100 % (siehe die Leistungskurve P im Diagramm). Nachdem knapp 200 Sekunden verstrichen sind, überschreitet die Tem-

peratur T_I im Garraum 12 den Schwellwert, bei dessen Überschreiten der Dampfgenerator 14 auf die erste Heizstufe 14.1 zurückgeschaltet wird; die Leistungskurve P sinkt also auf einen Wert von 50 % ab.

[0023] Nachdem rund 230 Sekunden verstrichen sind, hat sich die Isttemperatur T_I so weit an die Solltemperatur T_S angenähert, dass die Steuerung 16 vom Schwellwertregler 22 auf den PI-Regler 24 umschaltet und diesen für die Ansteuerung des Dampfgenerators 14 verwendet. Dementsprechend steigt der Wert für die Sollleistung HS_S des Dampfgenerators in der Haltestufe auf einen vorgegebenen Wert von 75 % der Leistung der ersten Heizstufe (siehe Kurve HS_S). Dieser Wert HS_S wird von der Steuerung 16 als Puffervariable behandelt, anhand derer der Dampfgenerator 14 nun mit der ersten Heizstufe 14.1 pulsweitenmoduliert betrieben wird. Da die maximale Leistung des Dampfgenerators hier vorgegeben ist mit 75 % der Leistung der ersten Heizstufe 14.1, schaltet also die Steuerung 16 die erste Heizstufe 14.1 des Dampfgenerators 14 innerhalb eines gegebenen Zeitintervalls für 75 % der Zeit ein und für 25 % der Zeit aus, wenn der Dampfgenerator in der Haltestufe mit maximaler Leistung betrieben werden soll. Dies ist hier der Fall, solange der Sollwert H_S für die Haltestufe auf dem Wert von 75 % verbleibt, also bis knapp 250 Sekunden. Zu diesem Zeitpunkt beginnt der PI-Regler 24 zu regeln, wie an den schwankenden Werten für den Sollwert HS_S der Haltestufe zu sehen ist.

[0024] Auf diese Weise kann ein stetiger Regler in Kombination mit einem Dampfgenerator, der zwischen zwei diskreten Leistungsstufen geschaltet wird, dazu verwendet werden, den Dampfgehalt im Garraum vergleichsweise konstant zu halten. Am annäherungsweise konstanten Wert für den Integralanteil P_I des PI-Reglers ist zu erkennen, dass der Regler nach etwa 400 Sekunden einen stabilen Zustand erreicht.

[0025] Grundsätzlich kann die jeweils vom PI-Regler 24 vorgegebene Leistung für den Betrieb des Dampfgenerators 14 in der Haltestufe durch eine Vielzahl von sehr kurzen Heizpulsen dargestellt werden, zwischen denen entsprechend kurze Ausschaltzeiten verwendet werden. Bei elektrisch betriebenen Dampfgeneratoren könnte durch Ein- und Ausschalten einzelner Halbwellen der Netzfrequenz die Heizleistung quasi stufenlos eingestellt werden. Auf diese Weise kommt man einer tatsächlich stufenlosen Regelung der Leistung sehr nahe, die hinsichtlich der Regelgüte und des Energieverbrauchs vorteilhaft wäre.

[0026] Sowohl aus praktischen als auch aus zulassungsrechtlichen Gründen ist es jedoch nicht in allen Ländern möglich, die Ausschaltzeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Heizpulsen beliebig kurz zu wählen. Die Ausschaltzeit oder Wartezeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Heizpulsen führt daher dazu, dass im Garraum Dampf kondensiert. Das entsprechende Dampfvolumen muss in den Garraum nachgesaugt werden.

[0027] In Figur 3 ist eine Ausführungsform gezeigt, die sich durch einen größeren Dampfpuffer 34 auszeichnet. Dieser ist dadurch gebildet, dass das Trennblech 32 näher am Abluftrohr 30 angeordnet ist. Die Funktion des Trennblechs 32 besteht darin, ein Vermischen des Dampfs mit der Luft im Ablaufbereich 26 weitestgehend zu verhindern. Das Volumen des mit dem Trennblech 32 definierten Dampfpuffers 34 ist mindestens so groß wie das Dampfvolumen, das zwischen zwei Heizpulsen im Garraum 12 kondensieren kann. Dies gewährleistet, dass zwischen zwei Heizpulsen nicht Luft nachgesaugt wird, sondern Dampf aus dem Dampfpuffer 34 (siehe den Pfeil D). Mindestens zwischen zwei Heizpulsen muss dementsprechend auch die Kondensationseinrichtung 28 abgeschaltet sein, damit im Dampfpuffer 34 auch tatsächlich Dampf vorgehalten werden kann.

[0028] In Figur 4 ist eine alternative Ausgestaltung gezeigt. Bei dieser werden Strömungsleitbleche 36 verwendet, die sich in Längsrichtung des Ablaufs erstrecken. Der Ablauf kann dabei entweder einen kreisförmigen Querschnitt (siehe Detail D1) oder einen kastenförmigen Querschnitt haben (siehe Detail D2). Die Strömungsleitbleche 36 wirken als Wirbelbrecher, die ähnlich wie das Trennblech 32 verhindern, dass sich die Luft im Ablaufbereich 26 mit dem dort vorhandenen Dampf vermischt. Somit kann möglichst reiner Dampf in den Phasen zwischen zwei Heizpulsen in den Garraum zurückgesaugt werden. Durch die Ausrichtung der Strömungsleitbleche 36 in Richtung des Ablaufkanals wird die Strömung in Längsrichtung kaum beeinträchtigt, in einer Richtung quer dazu dagegen stark unterdrückt.

[0029] Gemäß einer Ausführungsvariante können die Strömungsleitbleche, die sich in Strömungsrichtung erstrecken, alle auf der Oberseite des Ablaufs angebracht werden. Dies erleichtert, Verschmutzungen auszuspülen, damit sich keine Verunreinigungen an den Blechen ansammeln können.

Bezugszeichenliste

[0030]

10:	Gargerät
12:	Garraum
14:	Dampfgenerator
14.1:	erste Heizstufe
14.2:	zweite Heizstufe
16:	Steuerung
18:	Sensor
20:	Bedieneinheit
22:	Schwellwertregler

24: PI-Regler

26: Ablaufbereich

28: Kondensationseinrichtung

30: Abluftrohr

32: Trennblech

34: Dampfpuffer

36: Strömungsleitblech

Patentansprüche

1. Gargerät (10) mit einem Garraum (12), einem Dampfgenerator (14) und einer Steuerung (16), wobei die Steuerung (16) einen Schwellwertregler (22) sowie einen stetigen Regler (24) aufweist.

2. Gargerät (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampfgenerator (14) mindestens zwei Leistungsstufen (14.1, 14.2) aufweist.

3. Gargerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stetige Regler (24) den Dampfgenerator (14) mit einer Leistung betreibt, die unterhalb der ersten Leistungsstufe (14.1) liegt.

4. Gargerät nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Leistungsstufe (14.1) etwa 50 % der zweiten, maximalen Leistungsstufe (14.2) beträgt.

5. Gargerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stetige Regler (24) den Dampfgenerator (14) mit einer Leistung betreibt, die etwa 75 % der Leistung der ersten Leistungsstufe (14.1) beträgt.

6. Gargerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stetige Regler (24) als Steuergröße eine Puffervariable (HS_S) ausgibt, anhand derer die Steuerung (16) den Dampfgenerator (14) pulsweitenmoduliert betreibt.

7. Gargerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Garraum (12) mit einem Ablaufbereich (26) in Strömungsverbindung steht, wobei im Ablaufbereich (26) ein Dampfpuffer (34) gebildet ist, dessen Volumen mindestens gleich dem Dampfvolumen ist, das zwischen zwei Heizpulsen im Garraum (12) kondensiert.

8. Gargerät nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Ablaufbereich mindestens ein Trennblech (32) und/oder ein Strömungsleitblech (36) vorgesehen ist.

9. Gargerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stetige Regler ein PI-Regler (24) ist.

10. Verfahren zur Regelung eines Dampfgenerators (14) für ein Gargerät (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampfgenerator (14) in einer Annäherungsphase, in der sich ein zu regelnder Istwert in einem Garraum (12) des Gargeräts (10) stark von einem Sollwert unterscheidet, von einem Schwellwertregler (22) gesteuert wird und in einer sich anschließenden Haltephase, in welcher der Istwert sich in der Nähe des Sollwerts befindet, von einem stetigen Regler (24) gesteuert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwellwertregler (22) den Dampfgenerator (14) steuert, bis der zu regelnde Istwert im Garraum (12) mindestens 90 % des Sollwertes beträgt.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stetige Regler (24) den Dampfgenerator (14) stufenlos regelt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampfgenerator (14) elektrisch betrieben wird und die Leistung des Dampfgenerators (14) durch Ein- und Ausschalten einzelner Halbwellen der Netzfrequenz geregelt wird.

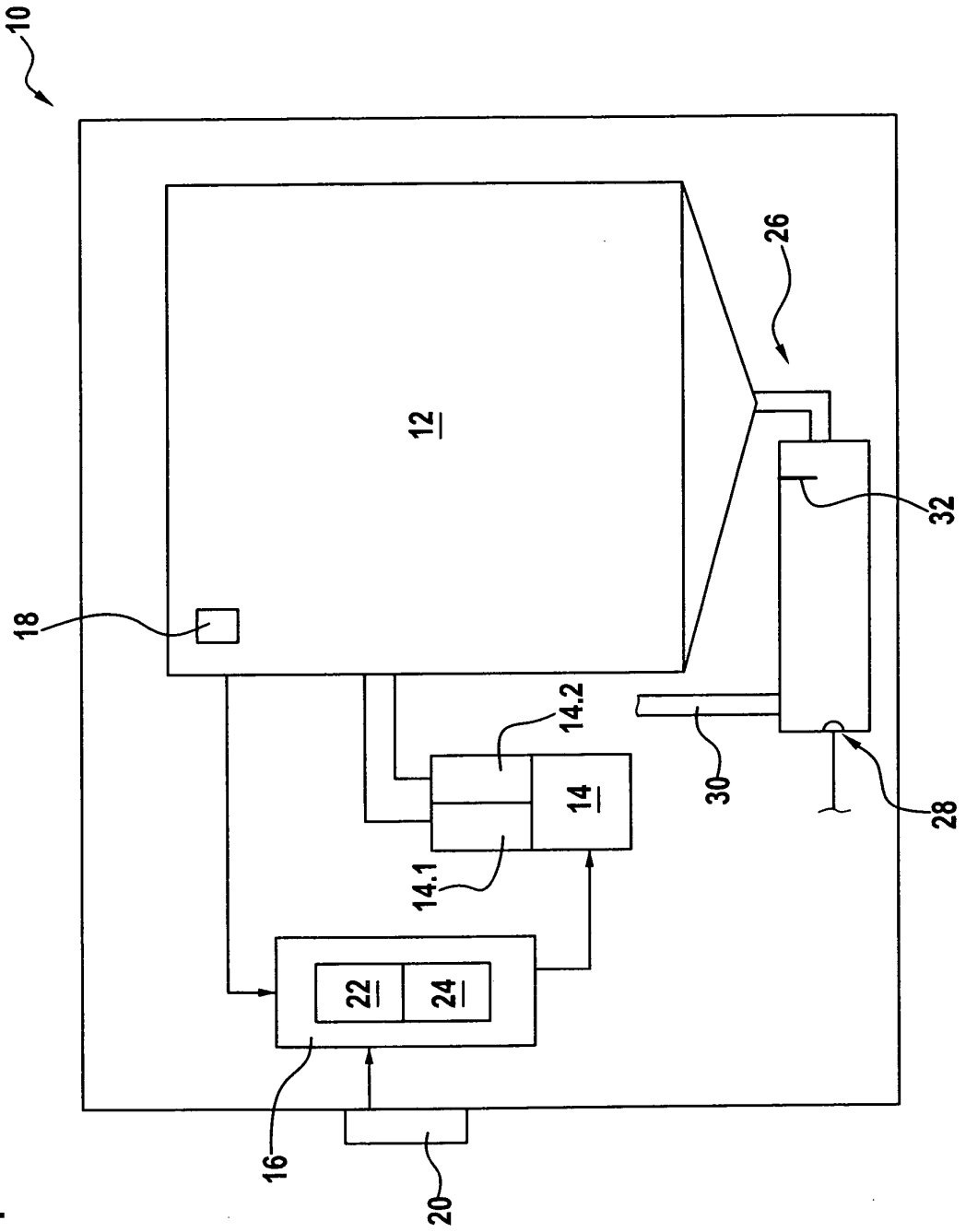


Fig. 1

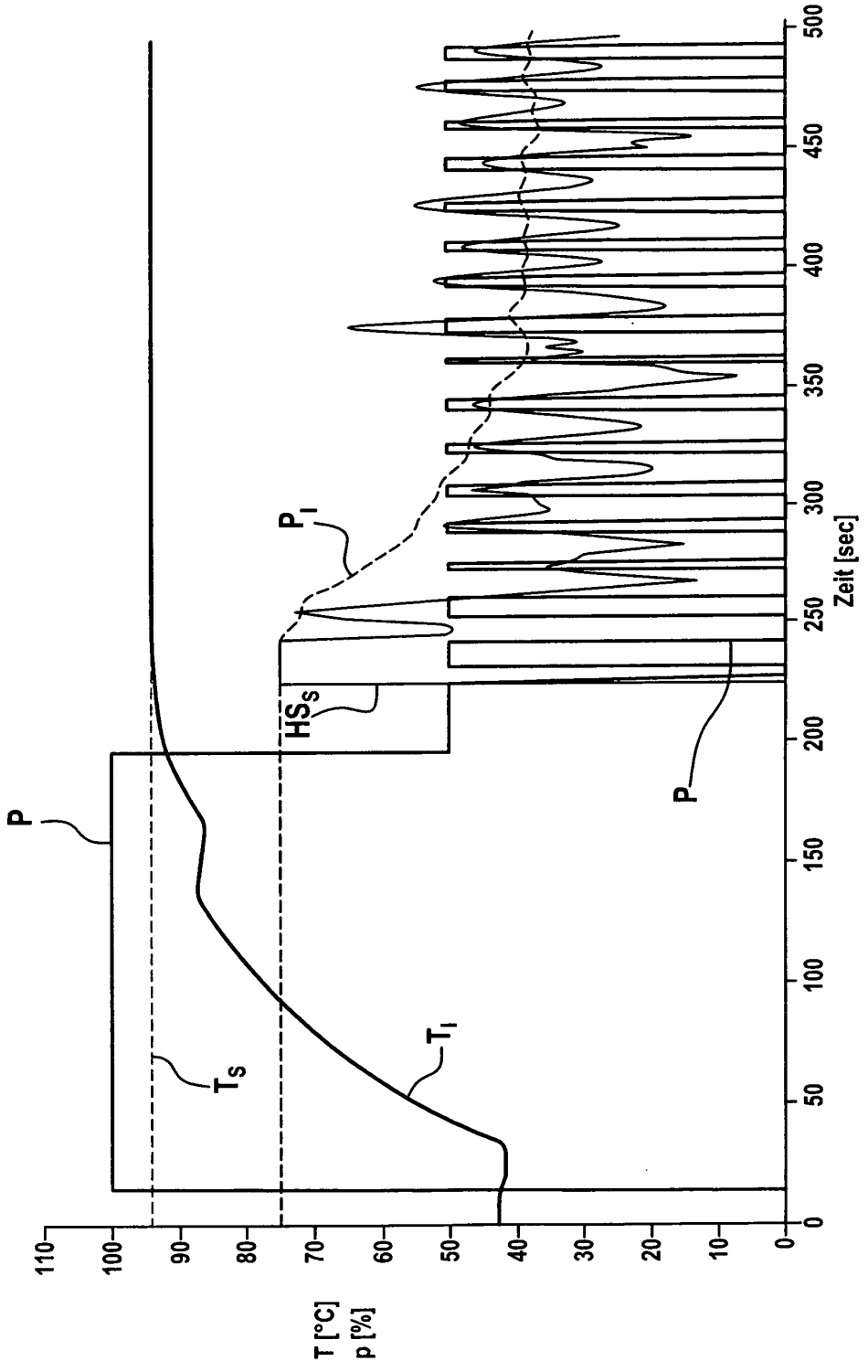

P
T_s
T_I
HS_s
P_I
P
T [°C]
p [%]
Zeit [sec]
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500

Fig. 2

Fig. 3

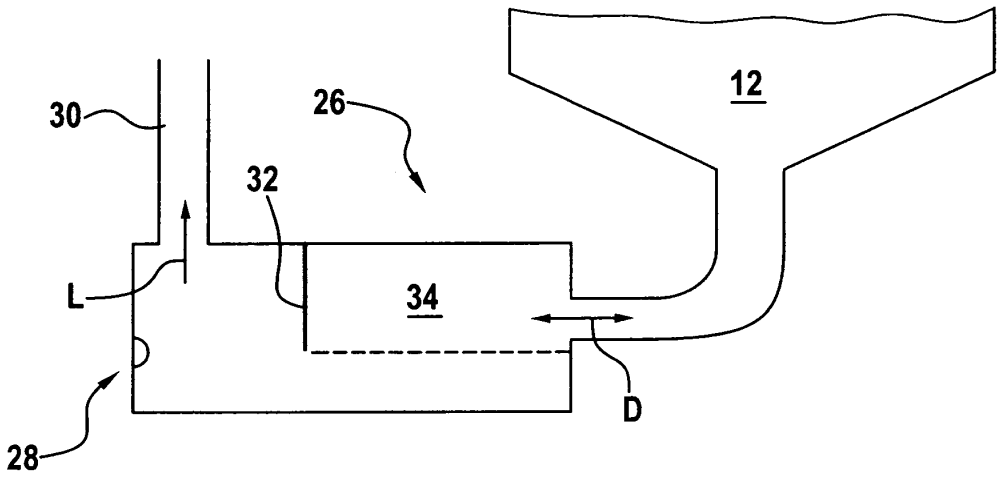


Fig. 4

