

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
8. Januar 2015 (08.01.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/000584 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B22F 3/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/001795

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. Juli 2014 (01.07.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 010 885.3 1. Juli 2013 (01.07.2013) DE

(71) Anmelder: **EISENMANN AG** [DE/DE]; Tübinger Str. 81,
71032 Böblingen (DE).

(72) Erfinder: **WEIAND, Axel**; Eugenstr. 8, 72119
Ammerbuch (DE).

(74) Anwälte: **HEINRICH, Hanjo** et al.; Ostertag & Partner,
Patentanwälte, Epplestr. 14, 70597 Stuttgart (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: METHOD FOR SINTERING WORKPIECES TO BE SINTERED, AND SYSTEM FOR THIS PURPOSE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM SINTERN VON SINTERWERKSTÜCKEN SOWIE ANLAGE HIERFÜR

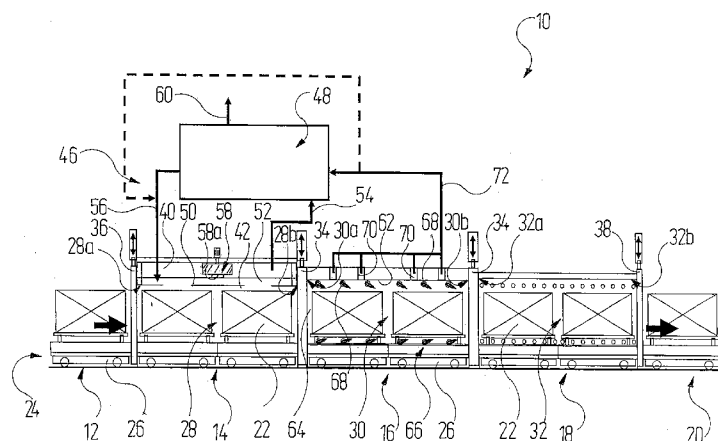


Fig. 1

(57) **Abstract:** In a method for sintering workpieces to be sintered, the workpieces (22) to be sintered are debindered in an oxygen-free or at least oxygen-reduced inert gas atmosphere, wherein a debinding atmosphere is generated which is loaded with binding auxiliaries that are released from the workpieces (22) to be sintered during the debinding process. The workpieces (22) to be sintered are brought to a sintering temperature (T_2), wherein a sintering discharge gas is generated, and the workpieces to be sintered are cooled in a controlled manner. The sintered workpieces (22) are debindered in a separate debinding chamber (28) and sintered in a separate sintering chamber (30). The invention further relates to a system for sintering workpieces (22) to be sintered.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2015/000584 A2



Bei einem Verfahren zum Sintern von Sinterwerkstücken die Sinterwerkstücke (22) in einer sauerstoffbefreiten oder zumindest Sauerstoffreduzierten Inertgasatmosphäre entbindert, wobei eine Entbinderungsatmosphäre entsteht, welche mit Bindehilfsstoffen beladen ist, die beim Entbindern aus den Sinterwerkstücken (22) freigesetzt werden. Die Sinterwerkstücke (22) werden auf Sintertemperatur (T_2) gebracht, wobei ein Sinterabgas entsteht, und die Sinterwerkstücke werden kontrolliert abgekühlt. Die Sinterwerkstücke (22) werden in einer separaten Entbinderungskammer (28) entbindert und in einer separaten Sinterkammer (30) gesintert. Außerdem ist eine Anlage zum Sintern von Sinterwerkstücken (22) angegeben.

Verfahren zum Sintern von Sinterwerk-
stücken sowie Anlage hierfür

=====

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Sintern von Sinterwerkstücken, bei welchem die folgenden Schritte durchgeführt werden:

10 a) die Sinterwerkstücke werden in einer sauerstoffbefreiten oder zumindest sauerstoffreduzierten Inertgasatmosphäre entbindert, wobei eine Entbinderungsatmosphäre entsteht, welche mit Bindehilfsstoffen beladen ist, die beim Entbindern aus den Sinterwerkstücken freigesetzt werden;

15 b) die Sinterwerkstücke werden auf Sintertemperatur gebracht, wobei ein Sinterabgas entsteht;

c) die Sinterwerkstücke werden kontrolliert abgekühlt.

20 Außerdem betrifft die Erfindung eine Anlage zum Sintern von Sinterwerkstücken, mit

a) einem Entbinderungsbereich, in dem die Sinterwerkstücke in einer sauerstoffbefreiten oder zumindest sauerstoffreduzierten Inertgasatmosphäre entbindert werden, wobei ei-
25 ne Entbinderungsatmosphäre entsteht, welche mit Bindehilfsstoffen beladen ist, die beim Entbindern aus den Sinterwerkstücken freigesetzt werden;

30 b) einer Inertgaseinrichtung, mittels welcher die Inertgasatmosphäre erzeugt und in den Entbinderungsbereich geleitet wird;

c) einem Sinterbereich, in dem die Sinterwerkstücke nach dem
35 Entbindern auf Sintertemperatur gebracht werden, wobei

ein Sinterabgas entsteht;

d) einem Kühlbereich, in dem die Sinterwerkstücke nach dem Sintern kontrolliert abgekühlt werden.

5

Das Sintern von Sinterwerkstücken ist auf vielen technischen Gebieten, insbesondere jedoch in der Automobilindustrie, von großer Bedeutung. Besonders Werkstücke aus so genannten Hochtemperaturwerkstoffen, wie Keramiken oder Aluminium-
10 basierten Werkstoffen, sind hier von großem Interesse.

Beim Pressen der Sinterwerkstücke werden Bindehilfsstoffe benötigt, die vor dem eigentlichen Sintervorgang wieder vollständig entfernt werden müssen. Ein solches Entbindern
15 der Sinterwerkstücke erfolgt dadurch, dass die Sinterwerkstücke auf eine Temperatur erhitzt werden, bei welcher die Bindehilfsstoffe aus den Sinterwerkstücken freigesetzt und aus diesen entfernt werden. Dabei kommt es unter Normalatmosphäre im Inneren der Sinterwerkstücke zu exothermen und
20 endothermen Reaktionen, welche hohe lokale Temperaturunterschiede im Gefüge der Sinterwerkstücke zur Folge haben, die ihrerseits die Sinterwerkstücke beschädigen bzw. die Qualität des am Ende erhaltenen, gesinterten Produkt beträchtlich herabsetzen können.

25

Um derartige Reaktionen zu vermindern, wird die Entbinderung in manchen Fällen in einer sauerstoffbefreiten oder zumindest sauerstoffreduzierten Inertgasatmosphäre durchgeführt. Abhängig von dem zu sinternden Material können noch Restsauerstoffgehalte von bis zu 20 Vol% akzeptabel sein. Vorzugsweise beträgt der Restsauerstoffgehalt höchstens 15 Vol%, bevorzugter höchstens 10 Vol% und besonders bevorzugt höchstens 5 Vol%. Die Inertgasatmosphäre kann beispielsweise durch eine entsprechende Zugabe von Stickstoff gebildet werden.
35 Alternativ kann das Inertgas auch gebildet werden, in-

dem der Sauerstoff aus einer Grundatmosphäre durch Verbrennen entzogen wird.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art kann in Durchlauf-
5 Sinteröfen durchgeführt werden, bei denen die Sinterwerkstücke kontinuierlich durch einen Entbinder-, einen Sinter- und einen Kühlabschnitt geführt werden, die aufeinanderfolgend und ohne räumliche Atmosphärentrennung angeordnet sind. Alternativ ist beispielsweise aus der EP 1 036 048 B1 bekannt,
10 das Entbindern, das Sintern und das Abkühlen der Sinterwerkstücke in einer einzigen Ofenkammer durchzuführen; ein derartiger Sinterofen wird auch als 1-Kammerofen bezeichnet.

Der jeweilige benötigte Temperaturverlauf und insbesondere
15 die mindestens erforderliche Temperatur sind für den Entbinderungsprozess und den Sinterprozess jedoch voneinander verschieden. Beispielsweise sind die Temperaturen beim Sintern beträchtlich höher als beim Entbindern; so kann die Sinter-
temperatur durchaus 1000 °C und mehr über der Temperatur für
20 das Entbindern liegen; die erforderlichen Sintertemperaturen können in der Regel nur mit Hilfe von Gasbrennern erreicht werden. Außerdem ist für das Entbindern eine besonders gleichmäßige Temperaturverteilung wünschenswert.

25 Vor allem bei 1-Kammeröfen ist es mit großen Schwierigkeiten verbunden, diese Anforderungen zu erfüllen. Die für das Entbindern wünschenswerte gleichmäßige Temperaturverteilung kann besonders gut bei einem Umluftbetrieb erreicht werden. Die hierfür vorzusehenden Komponenten sind jedoch in der Re-
30 gel den dann im Sinterprozess auftreten Temperaturen nicht gewachsen.

Zudem muss die einzige Kammer wiederholt auf die höheren
Temperaturen für den Entbinderungsprozess und dann auf die
35 hohen Temperaturen für den Sinterprozess erhitzt, zum Abküh-

len wieder abgekühlt und dann für den nächsten Zyklus erneut erhitzt werden. Dies erfordert verhältnismäßig viel Energie.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine
5 Sinteranlage der eingangs genannten Art bereitzustellen,
welche den obigen Gedanken Rechnung tragen und mit denen gesinterte Produkte von ausreichender Güte bei einer besseren Energiebilanz erhalten werden können. Insbesondere soll eine gleichmäßige Temperaturverteilung beim Entbindern möglich
10 sein.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass

- 15 d) die Sinterwerkstücke in einer separaten Entbinderungskammer entbindert und in einer separaten Sinterkammer gesintert werden.

Erfindungsgemäß können somit das Entbindern und das Sintern
20 und die dabei jeweils vorhandenen Atmosphären räumlich voneinander getrennt werden. In den jeweils separaten Kammern kann der Temperaturverlauf für die Sinterwerkstücke besonders gut an die Anforderungen der Sinterwerkstücke für den jeweiligen Prozess Entbindern und Sintern angepasst werden. Hierdurch
25 können die Entbinderungs- und die Sinterkammer zudem so aneinander angepasst werden, dass die Verweildauer der Sinterwerkstücke in den beiden Kammern gleich lang ist, so dass ein quasi kontinuierlicher Ablauf des Verfahrens erreicht werden kann.

30 Durch die Trennung der einzelnen Prozesse in unterschiedliche Kammern kann die Sinterkammer unabhängig von der Entbinderungskammer betrieben werden und einem anderen Ofenkonzept folgen. Gegebenfalls kann die Sinterkammer dabei als Muffel-
35 ofen betrieben werden.

In diesem Zusammenhang und im Hinblick auf die oben genannte Aufgabe ist es besonders günstig, dass die Entbinderungskammer im Umluftbetrieb betrieben werden kann. Durch einen Umluftbetrieb kann die geforderte gleichmäßige Temperaturverteilung für den Entbinderungsprozess besonders effektiv erreicht werden. Bei kontinuierlich betriebenen Durchlauf-Sinteröfen ist es beispielsweise dagegen sehr schwierig, die Anlage als Umluftanlage zu konzipieren, da die für den Sinterprozess benötigten hohen Temperaturen bei einem Umluftbetrieb nur schwer zu erreichen sind.

Die Baulänge der einzelnen Kammern kann klein gehalten werden, wenn die Sinterwerkstücke intermittierend durch die Entbinderungskammer und die Sinterkammer gefördert werden.

Für die Erzeugung der Inertgasatmosphären in den einzelnen Kammern muss in Regel ebenfalls verhältnismäßig viel Energie aufgebracht werden. Daher ist es von Vorteil, wenn zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre oder als Inertgasatmosphäre ein Abgas aus einer thermischen Nachverbrennungseinrichtung verwendet wird, welches durch Verbrennen der Entbinderungsatmosphäre erhalten wird.

Dies beruht auf der Erkenntnis, dass durch das Verbrennen der Entbinderungsatmosphäre, die mit Bindehilfsstoffen beladen ist, ein doppelter Nutzen gezogen werden kann. Zum einen ist für die Entsorgung der aus den Sinterwerkstücken freigesetzten Bindehilfsstoffe gesorgt. Zum Anderen steht mit dem Abgas, das bei dieser thermischen Nachverbrennung erhalten wird, ein Gas mit einem derart geringen Sauerstoffgehalt und bezogen auf den Entbinderungsprozess derart inerten Eigenschaften zur Verfügung, dass dieses Abgas als Inertgasatmosphäre für den Entbinderungsprozess verwendet werden kann. Zumindest kann das Abgas zu der Inertgasatmosphäre beitra-

gen, die dann beispielsweise dadurch erzeugt wird, dass einem frischen Inertgas wie Stickstoff das Abgas aus der thermischen Nachverbrennungseinrichtung zugemischt wird. So kann zumindest der Anteil an frischem Inertgas verringert werden, was ebenfalls die Energiebilanz der Anlage verbessert.

Es ist darüber hinaus besonders günstig, wenn zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre außerdem das Sinterabgas verwendet wird. Dies fußt auf der ergänzenden Erkenntnis, dass auch das Sinterabgas, das bei dem Sinterprozess entsteht, eine Beschaffenheit hat, auf Grund derer es zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre für die Entbinderung genutzt werden kann. Der Sinterprozess wird seinerseits stets in einer eigenen Inertgasatmosphäre durchgeführt. Dieses Inertgas kann somit für den Entbinderungsbereich wiederverwendet und somit zweifach genutzt werden.

Abhängig von den Eigenschaften des Sinterabgases kann zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre

20

- a) das Sinterabgas zusammen mit der Entbinderungsatmosphäre in der thermischen Nachverbrennungseinrichtung zu deren Abgas verbrannt werden; dies insbesondere dann, wenn der Sauerstoffgehalt des Sinterabgases über dem erlaubten Schwellwert für die Inertgasatmosphäre liegt.

25

Darüber hinaus können beim Sintern unterschiedlichen Stoffe oder Verbindungen aus den Sinterwerkstoffen freigesetzt werden, welche den Entbinderungsprozess stören. Solche Stoffe und Verunreinigungen werden in der thermischen Nachverbrennungseinrichtung ebenfalls entfernt.

30

Alternativ kann

- b) das Sinterabgas mit dem Abgas der thermischen Nach-

35

verbrennungseinrichtung gemischt werden; dies insbesondere dann, wenn der Sauerstoffgehalt des Sinterabgases unter dem erlaubten Schwellwert für die Inertgasatmosphäre liegt.

5

Gegebenenfalls ist das Sinterabgas also so rein, dass keine den Entbinderungsprozess störenden Stoffe oder Verbindungen vorhanden sind. In diesem Fall kann bereits die Wärmeenergie des Sinterabgases effektiv genutzt werden, da dieses das Abgas der thermischen Nachverbrennungseinrichtung ergänzend
10 erhitzen und so zur Erzeugung und Aufrechterhaltung der Temperatur beitragen kann, die in der Entbinderungskammer benötigt wird. Das Sinterabgas wird hierzu über eine oder mehrere Auslassöffnungen aus der Sinterkammer abgeführt.

15

Bei allen Varianten können die Entbinderungsatmosphäre, das Sinterabgas und/oder das aus der thermischen Nachverbrennungseinrichtung gewonnene Abgas zusätzlich konditioniert werden. Insbesondere kann dabei eine Einstellung der
20 Temperatur und des Restsauerstoffanteils erfolgen.

Die oben angegebene Aufgabe wird bei einer Anlage der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass

25 e) eine separate Entbinderungskammer, in welcher die Sinterwerkstücke entbindert werden, und eine separate Sinterkammer vorhanden ist, in welcher die Sinterwerkstücke gesintert werden.

30 Die Vorteile dieser und der nachstehend genannten Merkmale der Anlage entsprechen sinngemäß den Vorteilen, die oben zum Verfahren erläutert wurden.

Im Hinblick auf die Anpassung der Temperaturprofile ist es
35 folglich vorteilhaft, wenn die Entbinderungskammer als Um-

luftkammer ausgebildet ist. Gegebenenfalls kann die Sinterkammer beispielsweise als Muffelofen ausgebildet sein.

Es außerdem von Vorteil, wenn die Sinterwerkstücke mittels
5 eines Fördersystems intermittierend durch die Entbinderungskammer und die Sinterkammer förderbar sind.

Vorzugsweise umfasst die Inertgaseinrichtung eine thermische Nachverbrennungseinrichtung, welcher Entbinderungsatmosphäre
10 über eine Leitung zuführbar ist und in welcher durch Verbrennen der Entbinderungsatmosphäre ein Abgas erhalten wird, welches zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre oder als Inertgasatmosphäre für den Entbinderungsbereich verwendbar ist.

15

Vorteilhaft ist zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre

a) das Sinterabgas über eine Auslassleitung zur thermischen Nachverbrennungseinrichtung leitbar, wo es zusammen mit
20 der Entbinderungsatmosphäre zu deren Abgas verbrannt werden kann;

oder

25 b) das Sinterabgas über eine Auslassleitung zu dem Abgas der thermischen Nachverbrennungseinrichtung leitbar und mit diesem vermischbar.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand
30 der Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

Figur 1 einen vertikalen Längsschnitt einer Anlage zum Sintern von Sinterwerkstücken;

35 Figur 2A und 2B nebeneinander jeweils einen vertikalen Quer-

schnitt einer Entbinderungskammer und einer Sinterkammer der Sinteranlage;

Figur 3 ein Temperaturprofil beim Sinterprozess der Sinterwerkstücke in der Sinteranlage.

In Figur 1 ist mit 10 insgesamt eine Sinteranlage bezeichnet, welche einen Eingangsbereich 12, einen Entbinderungs-
bereich 14, einen Sinterbereich 16, einen Kühlbereich 18 und
einen Ausgangsbereich 20 umfasst.

In der Sinteranlage 10 werden Sinterwerkstücke 22 gesintert, welche hierzu mittels eines Fördersystem 24 auf Förderwagen 26 vom Eingangsbereich 12 durch die einzelnen Bereiche 14, 16 und 18 zum Entbindern, Sintern und Kühlen zum Ausgangsbereich 20 gefördert werden. In den Figuren sind nur einige der Sinterwerkstücke 22 und der Förderwagen 26 mit Bezugszeichen versehen.

Die Sinteranlage 10 umfasst für die einzelnen Prozessschritte Entbindern, Sintern und Kühlen jeweils eine separate Entbinderungskammer 28, eine Sinterkammer 30 und eine Kühlkammer 32 mit jeweils einem Kammereingang 28a, 30a bzw. 32a und einem Kammerausgang 28b, 30b bzw. 32b, welche beim vorliegenden Ausführungsbeispiel intermittierend von den Sinterwerkstücken 22 durchlaufen werden.

Zwischen der Entbinderungskammer 28 und der Sinterkammer 30 und zwischen der Sinterkammer 30 und der Kühlkammer 32 ist jeweils ein bewegbares Zwischenschott 34 angeordnet, durch welches die jeweiligen Atmosphären voneinander getrennt gehalten und die zugehörigen Temperaturbereiche voneinander isoliert werden können, so dass der Entbinderbereich 14, der Sinterbereich 16 und der Kühlbereich 18 und die darin befindlichen Atmosphären räumlich voneinander getrennt werden

können. Die einzelnen Schritte Entbindern, Sintern und Kühlen werden somit in jeweils voneinander getrennten Atmosphären in räumlich getrennten Bereichen durchgeführt.

- 5 Die Zwischenschotts 34 können zwischen einer entsprechenden Schließstellung und einer Freigabestellung bewegt werden, wobei in deren Freigabestellung ein jeweiliger Durchgang für die Sinterwerkstücke 22 von der Entbinderungskammer 28 in die Sinterkammer 30 bzw. von der Sinterkammer 30 in die
10 Kühlkammer 32 geschaffen ist.

Am Kammereingang 28a der Entbinderungskammer 28 ist ein in entsprechender Weise bewegbares Eingangsschott 36 angeordnet, während der Kammerausgang 32b der Kühlkammer 32 durch
15 ein vergleichbares Ausgangsschott 38 verschlossen oder geöffnet werden kann.

Die Entbinderungskammer 28 ist als Umluftkammer ausgebildet und arbeitet im Umluftbetrieb; sie umfasst hierzu einen in
20 Figur 2 gut zu erkennenden äußeren Strömungsraum 40, der einen inneren Entbinderungsraum 42 umgibt, in den der Strömungsraum 40 über Einlassöffnungen 44 in Bodennähe mündet.

Dem Entbinderungsraum 42 wird während des Entbinderns eine
25 sauerstoffbefreite oder zumindest sauerstoffreduzierte Inertgasatmosphäre zugeführt, um die eingangs angesprochenen Schäden durch Sauerstoff beim Entbindern zu verhindern.

Hierzu umfasst die Sinteranlage 10 eine Inertgaseinrichtung
30 46, mittels welcher eine für den Entbinderungsprozess geeignete sauerstoffbefreite oder zumindest sauerstoffreduzierte Inertgasatmosphäre erzeugt, entsprechend konditioniert und dem Entbinderungsraum 42 zugeführt wird.

35 Die Inertgaseinrichtung 46 umfasst ihrerseits eine thermi-

sche Nachverbrennungseinrichtung 48, in welcher die Bindehilfsstoffe verbrannt werden, die beim Entbinderungsprozess aus den Sinterwerkstücken 22 freigesetzt werden. Die so beim Entbinderungsprozess entstehende und mit Bindehilfsstoffen
5 beladene Atmosphäre wird vorliegend als Entbinderungsatmosphäre bezeichnet.

Bei dieser Verbrennung wird Abgas erhalten, welches, gegebenenfalls nach einer weiteren Konditionierung wie beispielsweise einer Temperaturanpassung, zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre für die Entbinderungskammer 28 verwendet oder
10 insgesamt als solche genutzt werden kann.

Um einen entsprechenden Strömungskreislauf zur Verfügung zu stellen, hat der Entbinderungsraum 42 eine durchlässige Decke 50, die zu einem Absaugraum 52 führt, der zwischen dem Entbinderungsraum 42 und dem Strömungsraum 40 angeordnet
15 ist. Der Absaugraum 52 seinerseits führt wieder zu dem Strömungsraum 40, der über eine Leitung 54 mit der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 48 verbunden ist, so dass Entbinderungsatmosphäre aus dem Strömungsraum 40 zur thermischen Nachverbrennungseinrichtung 48 strömen kann. Deren gegebenenfalls zusätzlich konditionierten Abgase werden dann
20 zumindest teilweise als Inertgasatmosphäre durch eine Zuführleitung 56 in den Absaugraum 52 geleitet.

Für den Umluftbetrieb ist im oberen Bereich des Strömungsraumes 40 noch ergänzend ein Gebläse 58 angeordnet. Dieses Gebläse 58 saugt über ein Ansaugrohr 58a Atmosphäre aus dem
30 Absaugraum 52 an. Diese Atmosphäre umfasst einerseits die Entbinderungsatmosphäre, die aus dem Entbinderungsraum 42 kommt und mit Bindehilfsstoffen beladen ist, und andererseits die Inertgasatmosphäre, die von der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 48 in den Absaugraum 52 geleitet
35 wird.

Das Gebläse 58 fördert einen Anteil der Atmosphäre im Strömungsraum 40 zu den Einlassöffnungen 44 und über diese in den Entbinderungsraum 42, wo diese Atmosphäre den Entbinderungsraum 42 von unten nach oben durchströmt und dabei Bindihilfsstoffe aufnimmt, die aus den Sinterwerkstücken 22 freigesetzt werden. Der übrige Anteil der Atmosphäre im Strömungsraum 40, und damit auch Entbinderungsatmosphäre aus dem Entbinderungsraum 42, wird durch das Gebläse 58 über die Leitung 54 zur thermischen Nachverbrennungseinrichtung 48 abgeführt.

Derjenige Teil des Abgases der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 48, welches nicht zur Entbinderungskammer 28 geleitet wird, wird über eine Abführleitung 60 zum Beispiel über Dach abgeführt oder zu einer anderen Stelle geleitet, wo dieses Abgas als Energiequelle oder Inertgasatmosphäre genutzt werden kann.

Die Sinterkammer 30 der Sinteranlage 10 umfasst beim vorliegenden Ausführungsbeispiel einen Ofenraum 62 mit hitzeisolierenden Wänden 64, die mit Hilfe eines Brennersystems 66 mit einer Vielzahl von Brennern 68 auf Temperatur gebracht und gehalten werden, so dass die Sinterwerkstücke 22 weitgehend durch Strahlungswärme sowie durch Konvektion auf die geforderte Temperatur für den Sinterprozess erhitzt werden. Die Brenner 68 erhitzen beim vorliegenden Ausführungsbeispiel den Raum ober- und unterhalb der Sinterwerkstücke 22 durch offene Flammen und sind hierzu längs der Sinterkammer 30 auf einem Höhenniveau ober- und unterhalb der Sinterwerkstücke 22 angeordnet.

Bei dem Sinterprozess entstehen Sinterabgase, welche über mehrere Auslassöffnungen 70 in der Decke der Sinterkammer 30 über eine Auslassleitung 72 zur Erzeugung der Inertgasat-

osphäre für die Entbinderungskammer 28 abgeleitet werden.

Die Sinterabgase werden zur thermischen Nachverbrennungseinrichtung 48 geleitet und dort zusammen mit der Atmosphäre
5 aus der Entbinderungskammer 28 zur Inertgasatmosphäre für den Entbinderungsraum 42 verbrannt.

Gegebenenfalls können die Sinterabgase aus dem Sinterprozess bereits als solche zur Inertgasatmosphäre für den Entbinde-
10 rungsraum 42 beitragen, ohne dass die Sinterabgase hierfür noch verbrannt oder anderweitig konditioniert werden müssen. In diesem Fall kann die Auslassleitung 72 auch direkt in den Strömungsraum 40 oder in die Zuführleitung 56 münden, wo sich die Sinterabgase aus der Sinterkammer 30 mit den Abga-
15 sen aus der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 48 zur Inertgasatmosphäre für den Entbinderungsraum 42 mischen können. Dies ist in den Figuren 1 und 2 durch einen gestrichelten Verlauf der Auslassleitung 72 angedeutet.

20 Die Ausgestaltung des Kühlbereichs 18 mit der Kühlkammer 32 ist an und für sich bekannt. Bevor die Sinterwerkstücke 22 aus der Sinterkammer 30 an die Kühlkammer 32 übergeben werden, wird die Temperatur dort so eingestellt, dass keine oder nur eine geringe Temperaturdifferenz zwischen den Atmo-
25 sphären in der Sinterkammer 30 und der Kühlkammer 32 besteht. So wird einerseits verhindert, dass die Sinterwerkstücke 22 gleichsam abgeschreckt werden, und andererseits unterbunden, dass der Ofenraum 62 der Sinterkammer 30 durch eintretende Atmosphäre aus der Kühlkammer 32 auskühlt.

30

Die Sinteranlage 10 arbeitet zusammengefasst wie folgt:

Die Sinterwerkstücke 22 werden im Eingangsbereich 12 auf die Förderwagen 26 des Fördersystems 24 aufgesetzt und durch das
35 Eingangsschott 36 in die Entbinderungskammer 28 eingefahren.

Mit Hilfe der dortigen und entsprechend konditionierten Inertgasatmosphäre wird die für das Entbindern erforderliche Temperatur erzeugt und Bindehilfsstoffe werden aus den Sinterwerkstücken 22 ausgetrieben.

5

Die Sinterwerkstücke 22 bleiben für einen Zeitraum t_1 in der Entbinderungskammer 28, welcher in einem in Figur 3 gezeigten Temperaturprofil 74 gekennzeichnet ist, das den Temperaturverlauf der Sinterwerkstücke 22 während des Durchlaufs
10 durch die Sinteranlage 10 veranschaulicht. In der Entbinderungskammer 28 erhöht sich die Temperatur der Sinterwerkstücke 22 auf eine Temperatur T_1 , die beim vorliegenden Ausführungsbeispiel bei etwa 500°C liegt.

15 Durch den Umwälzbetrieb der Entbinderungskammer 28 erfolgt ein gleichmäßiger Temperatúraustausch, der eine gute Temperaturverteilung in den Sinterwerkstücken 22 und dadurch ein effektives Entbindern sicherstellt.

20 Wenn das Entbindern abgeschossen ist, werden die Sinterwerkstücke 22 von der Entbinderungskammer 28 bei geöffnetem Zwischenschott 34 an die Sinterkammer 30 übergeben und dort auf die für den Sinterprozess notwendigen Temperaturen gebracht.

25

Die Sinterwerkstücke 22 bleiben für einen Zeitraum t_2 in der Sinterkammer 30 und werden dabei zunächst auf ihre erforderliche Sintertemperatur T_2 erhitzt, auf welcher sie für einen bestimmten Zeitraum t_3 gehalten werden, um dann noch in der
30 Sinterkammer 30 auf eine wieder niedrigere T_3 abzukühlen. Der Zeitraum t_3 ist kleiner als t_2 und kann z.B. kleiner als ein Drittel von t_2 sein.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Temperaturen
35 T_1 und T_3 am Anfang und am Ende des Sinterprozesses gleich

groß. Konkret liegen die Temperaturen T_1 und T_3 beim vorliegenden Ausführungsbeispiel bei 500°C , während die maximale Sintertemperatur T_2 etwa 1550°C beträgt. T_1 und T_3 können aber auch voneinander abweichen.

5

Die jeweiligen Temperaturen T_1 , T_2 und T_3 und die Zeiträume t_1 , t_2 und t_3 hängen in der Praxis von der Art und den Eigenschaften der Sinterwerkstücke 22 ab und können entsprechend variieren.

10

Nach der erforderlichen Verweilzeit in der Sinterkammer 30 werden die Sinterwerkstücke 22 durch das Zwischenschott 34 in die Kühlkammer 32 gefördert, wo die nun fertig gesinter-
ten Teile 22 kontrolliert abkühlen. Dann treten die abge-
15 kühlten Sinterwerkstücke 22 über das Ausgangsschott 38 aus der Sinteranlage 10 aus und werden von dem Fördersystem 24 abgenommen oder zu einer anderen Stelle abtransportiert.
Durch geeignete Maßnahmen oder Ausführungen werden Tempera-
tur- und/oder Atmosphärenvermischungen während des Übergangs
20 von einer Kammer in die andere Kammer minimiert. Hierzu können beispielsweise übliche Schleuseinrichtungen vorgesehen sein.

Wie anhand des Temperaturprofils 74 zu erkennen ist, können
25 die Temperaturen und Temperaturverläufe für die beiden Prozesse Entbindern und Sintern so aufeinander abgestimmt werden, dass die Sinterwerkstücke 22 sich in der Entbinde-
rungskammer 28 und der Sinterkammer 30 jeweils gleich lang
aufhalten müssen und die Zeiträume t_1 und t_2 gleich groß
30 sind, so dass ein quasi kontinuierlicher Durchsatz der Sinterwerkstücke 22 durch die Sinteranlage 10 möglich ist.

Durch das Konzept, das aus der Verbrennung der Entbinderungs-
atmosphäre, die mit Bindehilfsstoffen beladen ist, gewonne-
35 ne Abgas als Inertgasatmosphäre für die Entbinderungskammer

28 zu nutzen, kann die Energiebilanz des Sinterofens insgesamt verbessert werden.

Bei der oben beschriebenen Sinteranlage 10 sind die einzelnen Kammern 28, 30 und 32 unmittelbar hintereinander angeordnet. Es ist jedoch auch ein Konzept umsetzbar, bei welchem die Kammern 28, 30, 32 auch nebeneinander positioniert sein können. In diesem Fall erfolgt durch das Fördersystem 24 eine entsprechende Querförderung und es müssen gegebenenfalls Schleuseneinrichtungen vorgesehen sein, um eine Atmosphärentrennung sicherzustellen, falls dies erforderlich ist.

Patentansprüche

=====

1. Verfahren zum Sintern von Sinterwerkstücken, bei welchem
5 die folgenden Schritte durchgeführt werden:
 - a) die Sinterwerkstücke (22) werden in einer sauerstoff-
befreiten oder zumindest sauerstoffreduzierten Inert-
gasatmosphäre entbindert, wobei eine Entbinderungsat-
10 mosphäre entsteht, welche mit Bindehilfsstoffen beladen ist, die beim Entbindern aus den Sinterwerkstücken (22) freigesetzt werden;
 - b) die Sinterwerkstücke (22) werden auf Sintertemperatur
15 (T_2) gebracht, wobei ein Sinterabgas entsteht;
 - c) die Sinterwerkstücke werden kontrolliert abgekühlt,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 d) die Sinterwerkstücke (22) in einer separaten Entbinderungskammer (28) entbindert und in einer separaten Sinterkammer (30) gesintert werden.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Entbinderungskammer (28) im Umluftbetrieb betrieben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sinterwerkstücke (22) mittels eines Förder-
30 systems (24) intermittierend durch die Entbinderungskammer (28) und die Sinterkammer (30) gefördert werden.
- 35 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch ge-

kennzeichnet, dass zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre oder als Inertgasatmosphäre ein Abgas aus einer thermischen Nachverbrennungseinrichtung (48) verwendet wird, welches durch Verbrennen der Entbinderungsatmosphäre erhalten wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre außerdem das Sinterabgas verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre

a) das Sinterabgas zusammen mit der Entbinderungsatmosphäre in der thermischen Nachverbrennungseinrichtung (48) zu deren Abgas verbrannt wird;

oder

b) das Sinterabgas mit dem Abgas der thermischen Nachverbrennungseinrichtung (48) gemischt wird.

7. Anlage zum Sintern von Sinterwerkstücken, mit

a) einem Entbinderungsbereich (14), in dem die Sinterwerkstücke (22) in einer sauerstoffbefreiten oder zumindest sauerstoffreduzierten Inertgasatmosphäre entbindert werden, wobei eine Entbinderungsatmosphäre entsteht, welche mit Bindehilfsstoffen beladen ist, die beim Entbindern aus den Sinterwerkstücken (22) freigesetzt werden;

b) einer Inertgaseinrichtung (46), mittels welcher die Inertgasatmosphäre erzeugt und in den Entbinderungsbereich (14) geleitet wird;

c) einem Sinterbereich (16), in dem die Sinterwerkstücke (22) nach dem Entbindern auf Sintertemperatur (T_2) gebracht werden, wobei ein Sinterabgas entsteht;

5

d) einem Kühlbereich (18), in dem die Sinterwerkstücke (22) nach dem Sintern kontrolliert abgekühlt werden;

dadurch gekennzeichnet, dass

10

e) eine separate Entbinderungskammer (28), in welcher die Sinterwerkstücke (22) entbindert werden, und eine separate Sinterkammer (30) vorhanden ist, in welcher die Sinterwerkstücke (22) gesintert werden.

15

8. Anlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Entbinderungskammer (28) als Umluftkammer ausgebildet ist.

20 9. Anlage nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sinterwerkstücke (22) mittels eines Fördersystems (24) intermittierend durch die Entbinderungskammer (28) und die Sinterkammer (30) förderbar sind.

25 10. Anlage nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Inertgaseinrichtung (46) eine thermische Nachverbrennungseinrichtung (48) umfasst, welcher Entbinderungsatmosphäre über eine Leitung (54) zuführbar ist und in welcher durch Verbrennen der Entbinderungsatmosphäre ein Abgas erhalten wird, welches zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre oder als Inertgasatmosphäre für
30 den Entbinderungsbereich (14) verwendbar ist.

11. Anlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass
35 zur Erzeugung der Inertgasatmosphäre

5 a) das Sinterabgas über eine Auslassleitung (72) zur thermischen Nachverbrennungseinrichtung (48) leitbar ist, wo es zusammen mit der Entbinderungsatmosphäre zu deren Abgas verbrannt werden kann;

oder

10 b) das Sinterabgas über eine Auslassleitung (72) zu dem Abgas der thermischen Nachverbrennungseinrichtung (48) leitbar und mit diesem vermischbar ist.

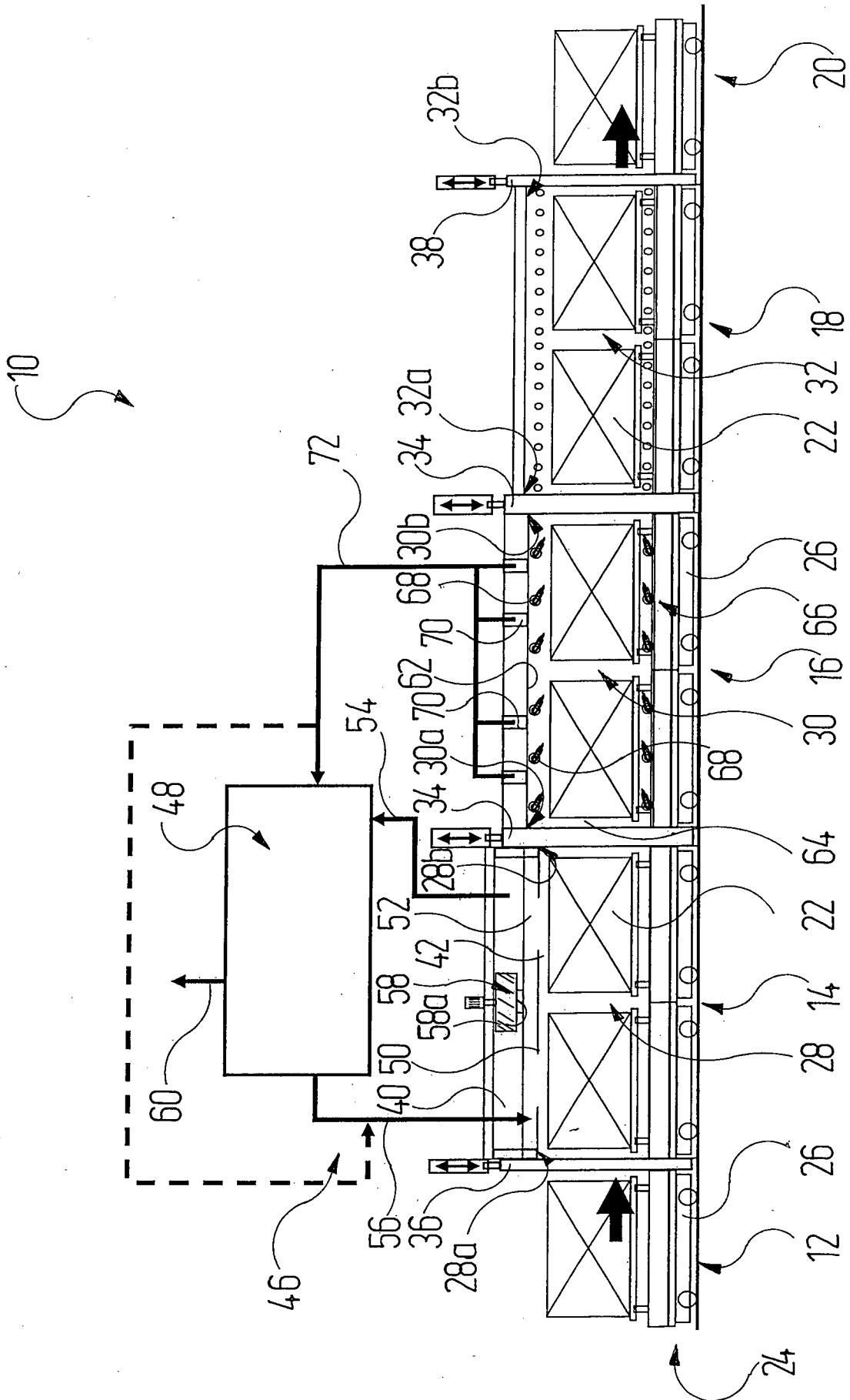


Fig. 1

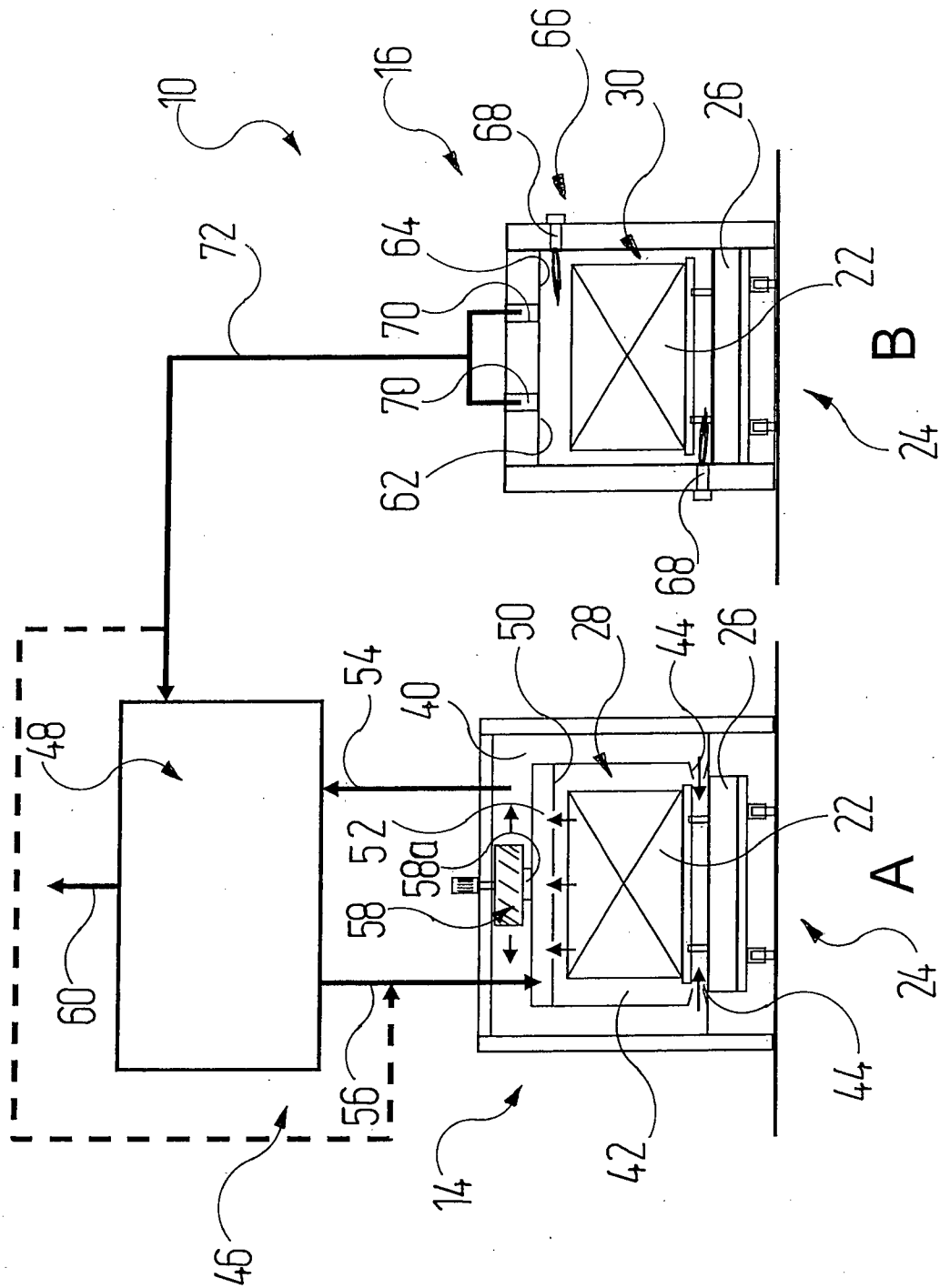


Fig. 2

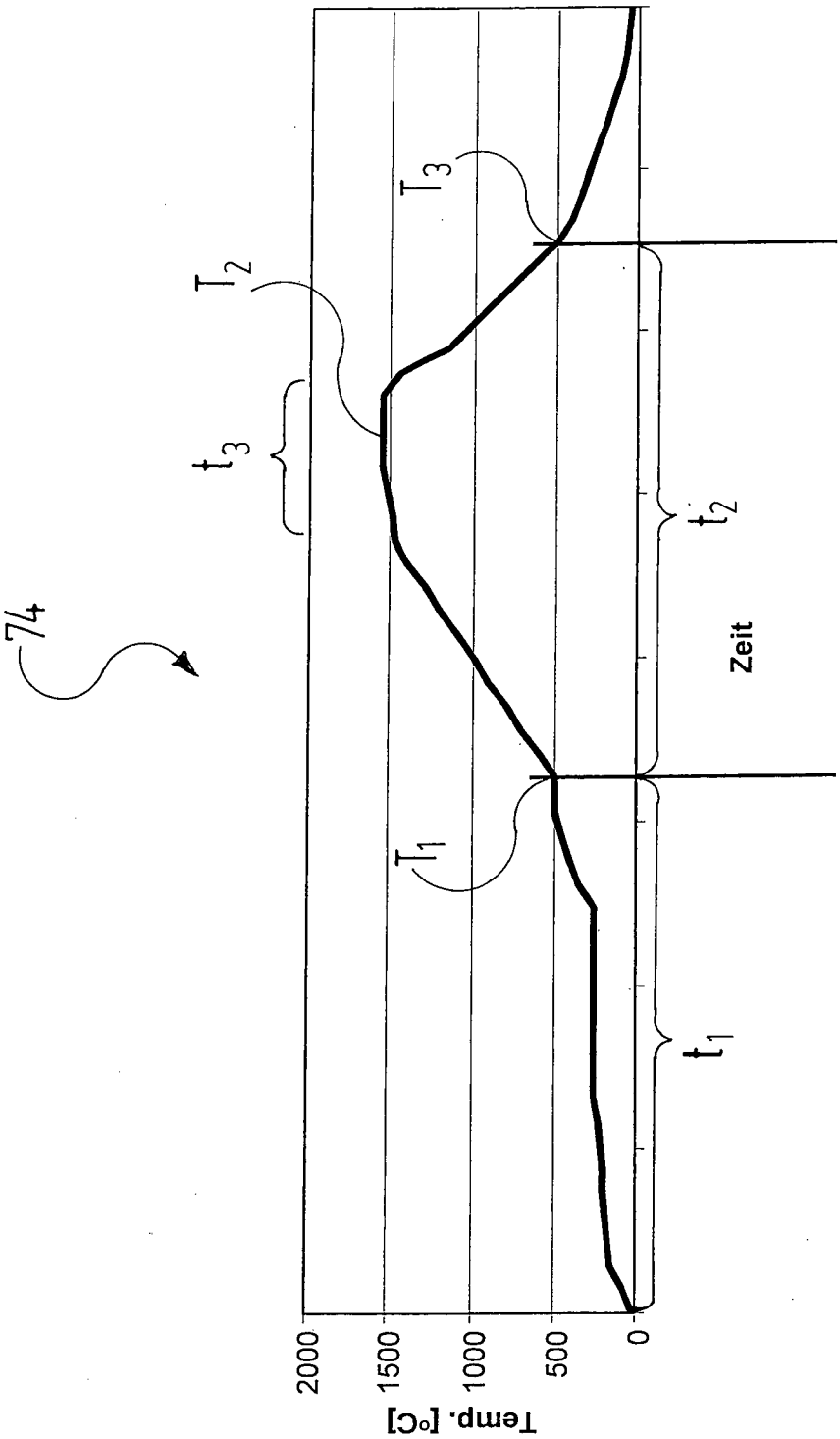


Fig. 3