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

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 154 251**
**A2**

# (12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 85101822.6

(22) Anmeldetag: 20.02.85

(51) Int. Cl.⁴: B 41 F 23/02

(30) Priorität: 08.03.84 DE 3408495

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.09.85 Patentblatt 85/37

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: Mohndruck Graphische Betriebe GmbH
Carl-Bertelsmann-Strasse 161
D-4830 Gütersloh 1(DE)

(72) Erfinder: Rodriguez-Giles, Jorge, Dr.
Mackebenstrasse 20
D-4800 Bielefeld 14(DE)

(74) Vertreter: Patentanwälte Dr. Solf & Zapf
Schlossbleiche 20 Postfach 13 01 13
D-5600 Wuppertal 1(DE)

## (54) Verfahren und Vorrichtung zur Konditionierung von im Stapel angeordneten Papierprodukten.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Konditionierung von im Stapel angeordneten Papierprodukten, vornehmlich vor und/oder nach Verwendung als Druckträger, ggf. in Form von Büchern oder Buchblocks, wobei dem Stapel Luft entzogen wird, bis sich ein Vakuum, vorzugsweise zwischen 1 bis 30 Torr, bei Umgebungs- und Stapeltemperaturen von vorzugsweise von 10 bis 40°C, einstellt, anschließend der Stapel von der äußeren Randzone beginnend erwärmt und in den Stapel Wasserdampf bis zur Sättigung des Papiers eingebracht wird und danach der Stapel zur Abkühlung auf die Temperatur der Normalatmosphäre mit Normalatmosphäre mit vorzugsweise 10 bis 40°C und 50 bis 60% relative Luftfeuchtigkeit beaufschlagt wird.

EP 0 154 251 A2

# Verfahren und Vorrichtung zur Konditionierung von im Stapel angeordneten Papierprodukten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Konditionierung von Stapel angeordneten Papierprodukten, sowie eine Vorrichtung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 9.

Zur Verarbeitung von Papierprodukten, z.B. vor oder nach dem Bedrucken, ist es erforderlich, daß das Papier einen geeigneten Feuchtigkeitsgehalt von etwa 5 bis 6 Gew.-% aufweist. Um dies zu erreichen, ist es bekannt, Papierbahnen, die nach dem Bedrucken zum Trocknen der Druckfarben durch einen Trockner geführt wurden, anschließend durch eine Kammer zu führen, in der ein geringer Unterdruck von 0,0001 bis 0,0005 bar herrscht, und in der Kammer mit Heißdampf mit einer Temperatur von 100°C bis 180°C zu behandeln. Hierdurch erhält das Papier wieder den gewünschten Feuchtigkeitsgehalt von 5 bis 6 Gew.-% (DE-PS 27 59 666).

Liegt das Papierprodukt jedoch nicht bahnförmig, sondern als Blattstapel vor, so ist eine Konditionierung der Stapel auf den gewünschten Feuchtigkeitsgehalt bisher nicht möglich gewesen, da der Heißdampf nur die Randbereiche des Stapels befeuchtet, so daß das Stapelinnere trocken bleibt.

Zum Konditionieren von Blattstapeln war es daher bisher erforderlich, die Stapel der normalen Atmosphäre bei Raumtemperatur so lange auszusetzen, bis sie den gewünschten Feuchtigkeitsgehalt aufwiesen. Dies dauerte gewöhnlich mehrere Tage bis zu einigen Monaten.

Es ist bekannt (Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 6. November 1982), Bücher in einer Unterdruckkammer zur Neutralisation der im Papier enthaltenen Säure mit einem Spezialgas zu behandeln, um die Bücher alterungsbeständig zu machen. Bei diesem Verfahren wird das Buch aufgeschlagen, so daß die einzelnen Blätter von allen Seiten frei zugänglich sind.

Das Problem der Konditionierung von Papierstapeln besteht darin, daß die Feuchtigkeit sehr langsam von der äußeren Randzone in die Mitte des Stapels wandert. Die Sättigung der Randzonen behindert das weitere Eindringen der Feuchtigkeit, so daß der Stapel nur sehr langsam Feuchtigkeit aufnimmt.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein schnell arbeitendes Verfahren aufzuzeigen, das eine durchgehende Konditionierung eines Papierstapels ermöglicht, bei der sich ein Feuchtigkeitsgehalt von etwa 5 bis 6 Gew.-% einstellt.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Mit der Erfindung wird in vorteilhafter Weise die gewünschte Konditionierung von Papierblattstapeln innerhalb kurzer Zeit erreicht.

Die Erfindung sieht vor, daß in einer luftdicht abgeschlossenen Kammer die Luft aus der Kammer und den Hohlräumen

des Papiers sowie des Stapels entfernt wird. Damit stehen freie Hohlräume zur Verfügung, in die Wasserdampf eindringen kann (Diffusion). Da auch die Umgebung des Stapels in der Kammer nahezu luftleer ist, erfolgt, bedingt durch die Feuchteaufnahme des Papiers, eine ungehinderte Strömung des Wasserdampfs zum Stapel und danach eine Diffusion in den Stapel bzw. in die Hohlräume des Papiers. Die Erfindung sieht ferner vor, daß zunächst eine höhere Temperatur in einer Randzone erzeugt wird, die über der Stapeltemperatur und ggf. der Umgebungstemperatur liegt, so daß ein Temperaturgefälle ($\Delta$ T) sowohl zur Umgebung des Stapels als auch zu der benachbarten inneren Zone des Stapels vorliegt. Die höhere Temperatur wird vorzugsweise durch die Kondensations- und Bindungswärme des Wasserdampfs selbst erzeugt. Durch diese Adsorption von Feuchtigkeit wird also Wärme freigesetzt, die die Randzone erwärmt. Es stellt sich bei der Wahl der richtigen Ausgangsumgebungs- und -stapeltemperatur, die vorzugsweise etwa gleich sind, in überraschender Weise, bedingt durch die hohe Temperatur der Randzone, sehr schnell eine Gleichgewichtsfeuchte in der Zone ein, die der gewünschten Gleichgewichtsfeuchte des Papiers bei Raumtemperaturen und Normalatmosphären entspricht. Die Wasserdampfströmung zum Stapel und Diffusion in den Stapel bleibt nach der Sättigung der Randzone erhalten, weil die benachbarten, inneren Zonen nach der Sättigung der Randzone Wasserdampf adsorbieren, sich erwärmen auf etwa die gleiche Temperatur wie die Randzone und mit Feuchtigkeit gesättigt werden. Dieser Erwärmungs- und Diffusionsvorgang setzt sich rasch fort, bis auch der Kern des Stapels mit Wasser gesättigt ist.

Vorzugsweise wird der Stapel oben und unten mit Holzplatten oder einem ähnlichen, die Diffusion behindernden, die Temperatur isolierenden Material abgedeckt, so daß die Diffusion des Wasserdampfs lediglich von den freien

Blattkanten ausgehend erfolgt.

Nach vollendeter Sättigung wird unvermittelt eine Normalatmosphäre in der Kammer in der Umgebung des Stapels hergestellt und der Stapel der Kammer entnommen.Dabei verändert das Papier seine Konditionierung nicht, weil sie der normalen Sättigung bei Raumtemperaturen von 10 bis 40°C mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 bis 60% entspricht.

Soweit im Rahmen der Erfindung von Zonen die Rede ist, gilt dieser Begriff nicht für genau gegeneinander abgrenzbare Bereiche. Vielmehr läuft die Konditionierung kontinuierlich in das Innere des Stapels fortschreitend ab, nachdem vom Rand des Stapels, dem eine höhere Temperatur aufgegeben wird, ausgehend die Konditionierung initiiert worden ist.

Wichtig ist, daß ein Stapel gebildet wird, in dem zonal eine Temperaturerhöhung eingestellt werden kann, die über einen längeren Zeitraum erhalten bleibt. Bei losen Einzelblättern ist dies nicht möglich, weil die Wärme sofort an die Umgebung abgegeben würde. Die Temperaturerhöhung gelingt jedoch schon bei Stapeln von z.B. 2 cm Höhe, so daß auch gebundene Bücher und Buchblocks mit dem erfindungsgemäßen Verfahren konditioniert werden können, wobei die Bücher oder Buchblocks geschlossen bleiben müssen.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorzugsweise ein Vakuum zwischen 1 und 30, vorzugsweise zwischen 1 und 10 Torr erzeugt und Umgebungstemperaturen in der Vakuumkammer zwischen 10 und 40, vorzugsweise zwischen 15 und 30°C eingestellt. Die Temperatur der Randzone des Stapels wird zwischen 10 und 30°C höher als die Umgebungstemperatur eingestellt, so daß der Taupunkt von Wasserdampf nicht unterschritten wird. Die Konditionierung in

der Vakuumkammer wird vorzugsweise zwischen 4 und 24 Stunden vorgenommen, wonach die Normalatmosphäre mit vorzugsweise zwischen 10 und 40°C und 50 bis 60 % relativer Luftfeuchtigkeit innerhalb kurzer Zeit eingestellt wird. Der Stapel weist dann noch eine höhere Temperatur als die umgebende Atmosphäre auf. Beim Abkühlen geht jedoch die Konditionierung nicht verloren.

Vorteilhafte Verfahrensparameter werden in den Unteransprüchen 2 bis 8 gekennzeichnet, mit denen eine Optimierung der Konditionierung unter Berücksichtigung der Stapelgröße und der Papierqualität erreicht wird. Eine Vorrichtung, insbesondere zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens, ist in den Ansprüchen 9 bis 13 gekennzeichnet. Die neue Vorrichtung weist einen einfachen Aufbau auf, wobei eine einzige Vakuumpumpe zur Evakuierung von mehreren Vakuumkammern dienen kann.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Verfahrens,

Fig. 2 ein Fließband der einzelnen Verfahrensschritte,

Fig. 3 schematisch eine Vorrichtung insbesondere zur Durchführung des Verfahrens.

Gemäß Fig. 1 wird in einer Vakuumkammer 10 ein Stapel 12 bedruckter oder unbedruckter Papierblätter mit Umgebungstemperatur eingebracht. Der Stapel wird auf einer im Abstand vom Boden 20 der Vakuumkammer 10 angeordneten Plattform 36, die vorzugsweise aus einer den Stapel von unten abdeckenden Holzplatte 9 besteht, auf der der Stapel derart aufliegt,

daß die Blattkanten zur Seite weisen, gelagert. Der Stapel wird vorzugsweise noch mit einer Holzplatte 9a von oben abgedeckt. Die Platten sollen ein Eindringen von Wasserdampf von oben nach unten verhindern und wäremisolierend wirken, d.h. sie sollen auch dafür sorgen, daß die durch die Adsorption bedingte Temperaturerhöhung erhalten bleibt. Die Vakuumkammer 10 wird druckdicht verschlossen und mittels einer Vakuumpumpe 14 ein Hochvakuum von etwa 1 bis 30 Torr aufgebracht.

Ist das bestimmte Vakuum erreicht, wird mittels einer weiter unten beschriebenen Druckregeleinrichtung 28 die Vakuumleitung 16 verschlossen. Über eine in den Boden 20 mündende Wasserzuführung 24 wird jetzt oder bereits vor dem Schließen des Vakuumventils 18 Wasser mit Umgebungstemperatur in die Vakuumkammer 10 eingebracht. Der maximale Wasserstand in der Vakuumkammer 10 liegt unterhalb der Plattform 36, um eine direkte Befeuchtung des Stapels 12 zu verhindern, und wird mittels einem weiter unten beschriebenen Standregler 32 geregelt. Die zugeführte Wassermenge richtet sich nach der Größe des Stapels 12 und dem vorhandenen Vakuum, ist jedoch für den Konditionierungsprozeß nicht kritisch, solange genügend Wasser vorhanden ist und das Wasser nicht mit dem Stapel 12 in direkte Berührung kommt.

Aufgrund des in der Vakuumkammer 10 herrschenden Vakuums von 1 bis 30 Torr verdampft das Wasser, so daß sich die Vakuumkammer 10 mit Wasserdampf 40, vorzugsweise Sattdampf, füllt. Aufgrund der zunächst randlichen Adsorption von Wasserdampf durch das Papier im Stapel 12 bildet sich in einer Grenzschicht 38 rings um den Stapel 12 eine Zone einer erhöhten Feuchtigkeit aus, die durch eine Kondensation des Dampfes 40 bewirkt wird, wobei die Temperatur in der Grenzschicht 38 je nach Betriebsbedingungen auf etwa 30 bis 50°C ansteigt. Hierdurch wird,

da der übrige Stapel 12 weiter eine Temperatur von z.B. ca. 20°C aufweist, ein Temperaturgradient in Richtung des Stapelkerns 42 ausgebildet. Der Wasserdampf durchdringt nahezu ungehindert die gesättigte Randzone und kondensiert im benachbarten Bereich, bis die gleiche Temperatur erreicht ist wie an der Randzone, woraus eine Sättigung resultiert mit 5 bis 6 Gew.-% Wasser. Dieser Vorgang setzt sich bis zum Kern 42 fort. Mittels einer im Stapelkern 42 angeordneten Meßeinrichtung, z.B. ein Temperaturmeßgerät, oder aufgrund von Versuchen kann das Ende des Konditionierungsprozesses bestimmt werden, d.h. der Zeitpunkt, nach dem der Stapel 12 bis zum Stapelkern 42 die gewünschte Feuchtigkeitszunahme erreicht hat.

Darauf wird über ein Belüftungsventil 34 in der Vakuumkammer 10 wieder Atmosphärendruck hergestellt und die Kammer 10 geöffnet und Umgebungsbedingungen eingestellt (10 bis 40°C, 50 bis 60 % relative Feuchtigkeit).

Es wird angenommen, daß durch die Evakuierung der Kammer 10 der hindernde Einfluß der Luftmoleküle auf den Befeuchtungsvorgang entfällt, so daß der Sattdampf 40 nicht zum Stapel 12 diffundiert, sondern zum Stapel 12 strömt und in den Papierstapel 12 diffundiert. Die Fortbewegung der Wassermoleküle wird nur durch die Stöße gegen die Zellstoffasern, Füllstoffkristallite u.a. behindert, jedoch nicht durch Stöße gegen Luftmoleküle, die sonst deutlich überwiegen. Die Befeuchtung im Stapel 12 erfolgt damit viel schneller; sie wird von einer beträchtlichen Erwärmung begleitet, die, wie oben ausgeführt, für eine gleichmäßige Feuchtigkeitsverteilung in der gewünschten Menge (Konditionierung) sorgt.

Eine Vorrichtung insbesondere zur Durchführung des Verfahrens ist in Fig. 3 dargestellt. Die Vorrichtung besteht im wesentlichen aus mehreren parallel zueinander angeordneten Vakuumkammern 10, eine über Rohrleitungen 16 mit den Vakuumkammern 10 verbundenen Vakuumpumpe 14 und einer über

Rohrleitungen 44 mit den Vakuumkammern 10 verbundenen Wasserversorgung 46. Die Vakuumkammern 10 weisen eine druckdicht verschließbare Zuführöffnung 26, z.B. in Form eines Deckels, und eine im Abstand vom Boden 20 angeordnete Plattform 36 zur Lagerung des Papierstapels 12 auf. Die Plattform 36 besteht vorzugsweise aus einer Holzplatte 9, um eine Befeuchtung des Stapels 12 von seiner Unterseite zu verhindern und die Temperaturerhöhung zu erhalten.

In den Boden 20 jeder Vakuumkammer 10 mündet je eine Vakuumleitung 16 und eine Wasserzuführleitung 44. Weiter ist an jeder Vakuumkammer 10 ein Belüftungsventil 34 und eine Regeleinrichtung vorgesehen.

Die Regeleinrichtung umfaßt zweckmäßigerweise einen Druckregler 28 und einen Standregler 32 und eine Temperaturanzeige 48. Der Druckregler 28 öffnet bei Erreichen eines vorbestimmten Drucks $P_1$ das Vakuumventil 18 in der Vakuumleitung 16 der nächstfolgenden Vakuumkammer 10. Bei einem zweiten Druck $P_2$ öffnet er das Ventil 30 in der Wasserleitung 44, und bei einem dritten Druck $P_3$ schließt er das Vakuumventil 18 in der Vakuumleitung 16 zur ersten Vakuumkammer 10, um einen kontinuierlichen Verfahrensablauf zu gewährleisten. Eine entsprechende Regeleinrichtung ist an jeder der Vakuumkammern 10 vorgesehen, so daß beim Evakuieren der letzten Vakuumkammer bei Erreichen des Drucks $P_1$ das Vakuumventil 18 zur ersten Vakuumkammer 10 geöffnet wird und das Verfahren erneut beginnt. Durch Öffnen des Ventils 30 in der Wasserzuführung 44 wird dem Boden 20 der Vakuumkammer 10 Wasser zugeführt. Der Standregler 32 überwacht den Wasserstand und schließt das Ventil 30 in der Wasserzuführleitung 44 bei Erreichen eines vorbestimmten Wasserstands. Weiter ist eine entsprechende Abschaltvorrichtung für die Vakuumpumpe 14 vorgesehen, die die Pumpe abschaltet, wenn sie nicht benötigt wird. Durch

eine im Stapelkern 42 angeordnete Feuchtigkeitsmeß-vorrichtung besteht die Möglichkeit einer weiteren Verfeinerung der Regelung des Verfahrens, z.B. durch eine von der Feuchtigkeitsmeßvorrichtung ausgehende Steuerung des Belüftungsventils 34 für jede Vakuum-kammer 10.

Beispiel

Es wurde ein Papierstapel mit einer Restfeuchte von 2 bis 2,5 % a.F. (= 10 % r.F. bei 20°C) in eine Vakuumkammer mit einem Vakuum von etwa 5 Torr einge-bracht. Die Befeuchtungswassertemperatur betrug etwa 20 bis 30°C.Es wurde im Papierstapel eine Temperatur-erhöhung von bis zu 50°C gemessen. Nach einer Behand-lungsdauer von 24 Stunden wurde eine Feuchtezunahme von 2 bis 3 % a.F. (zu ca. 50 % r.F. bei 20°C) erreicht.

Normalerweise verlangt eine solche Feuchtezunahme viele Monate. Bei nachfolgenden Bindeversuchen konnte fest-gestellt werden, daß die Buchblöcke aus vakuumbefeuch-tetem Falzgut keine Randwellenbildung zeigten, wohl aber die aus nichtbefeuchtetem Falzgut.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Konditionierung von im Stapel angeordneten Papierprodukten, vornehmlich vor und/oder nach Verwendung als Druckträger, ggf. in Form von Büchern oder Buchblocks, dadurch gekennzeichnet, daß dem Stapel Luft entzogen wird, bis sich ein Vakuum, vorzugsweise zwischen 1 bis 30 Torr, bei Umgebungs- und Stapeltemperaturen von vorzugsweise von 10 bis 40°C, einstellt, anschließend der Stapel von der äußeren Randzone beginnend erwärmt und in den Stapel Wasserdampf bis zur Sättigung des Papiers eingebracht wird und danach der Stapel zur Abkühlung auf die Temperatur der Normalatmosphäre mit Normalatmosphäre mit vorzugsweise 10 bis 40°C und 50 bis 60 % relativer Luftfeuchtikgiet beaufschlagt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, daduch gekennzeichnet, daß der Stapel in eine Vakuumkammer eingebracht, das Vakuum in der Kammer, vorzugsweise zwischen 1 bis 30 Torr, bei Umgebungs- und Stapeltemperaturen von vorzugsweise von 10 bis 40°C, erzeugt, anschließend in den freien Raum der Kammer Wasserdampf, vorzugsweise Sattdampf, gegeben wird, nach vorbestimmter Zeit in der Kammer unmittelbar in kurzer Zeit eine Normalatmosphäre mit vor-

zugsweise 10 bis 40°C und 50 bis 60 % relativer Luftfeuchtigkeit eingestellt wird und der Stapel danach der Vakuumkammer entnommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst die Temperatur der äußeren Randzone des Stapels vor und/oder während der Beaufschlagung mit Wasserdampf um 10 bis 30 °C im Vergleich zur Umgebungstemperatur bzw. Stapeltemperatur erhöht wird.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturerhöhung durch die Kondensation von Wasserdampf erzeugt wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Vakuum zwischen 1 bis 10 Torr erzeugt wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Umgebungstemperatur zwischen 15 und 30°C eingestellt wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Stapel während der Beaufschlagung mit Wasserdampf oben und unten mit wärmeisolierenden, wasserdampfundurchlässigen Platten abgedeckt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Abdeckung Holzplatten verwendet werden.

9. Vorrichtung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine oder mehrere mit einer Vakuumpumpe (14) wahlweise über Rohrleitungen (16) und Ventile (18) in Verbindung stehende Vakuumkammern (10), wobei die Kammern (10) jeweils mit einem Anschluß (23) für die Vakuumpumpe (14) und mit einer Wasserzuführung (24) ausgerüstet sind und eine verschließbare Zuführöffnung (26) zum Ein- und Ausbringen des Stapels (12) aufweisen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Druckregulierungseinrichtung (28) an der ersten Vakuumkammer (10) vorgesehen ist, die bei einem Druck ($P_1$) das Vakuumventil (18) der nächstfolgenden zweiten Vakuumkammer (10) öffnet, beim Druck ($P_2$) das Wasserventil (30) der ersten Vakuumkammer (10) öffnet und beim Druck ($P_3$) das Vakuumventil (18) der ersten Vakuumkammer (10) schließt, wobei $P_1$ größer als $P_2$ und $P_2$ größer als $P_3$ ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 und/oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß an jeder Vakuumkammer (10) ein Standregler (32) zur Regelung des in der Vakuumkammer (10) vorhandenen Wasserstandes angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß jede Vakuumkammer (10) ein Belüftungsventil (34) aufweist.

13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Vakuumkammer (10) im Abstand vom Boden (20) eine Plattform (36) zur Lagerung des Stapels (12) vorgesehen ist.

0154251

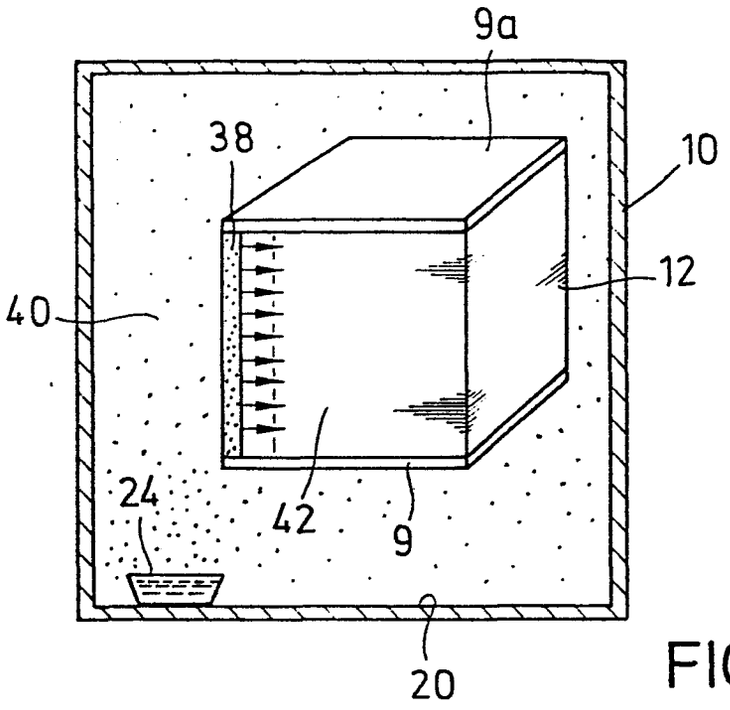


FIG. 1

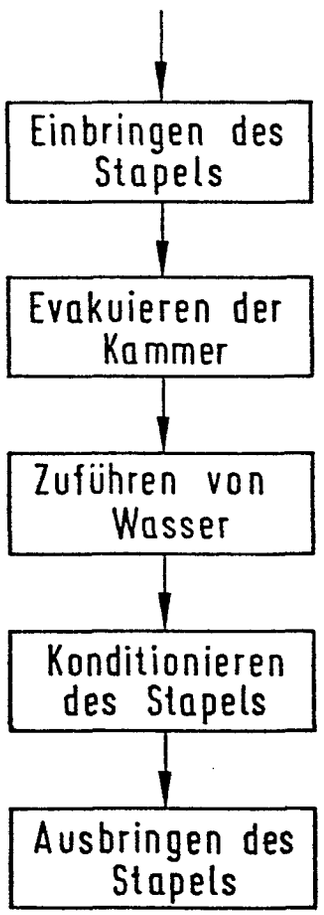


FIG. 2

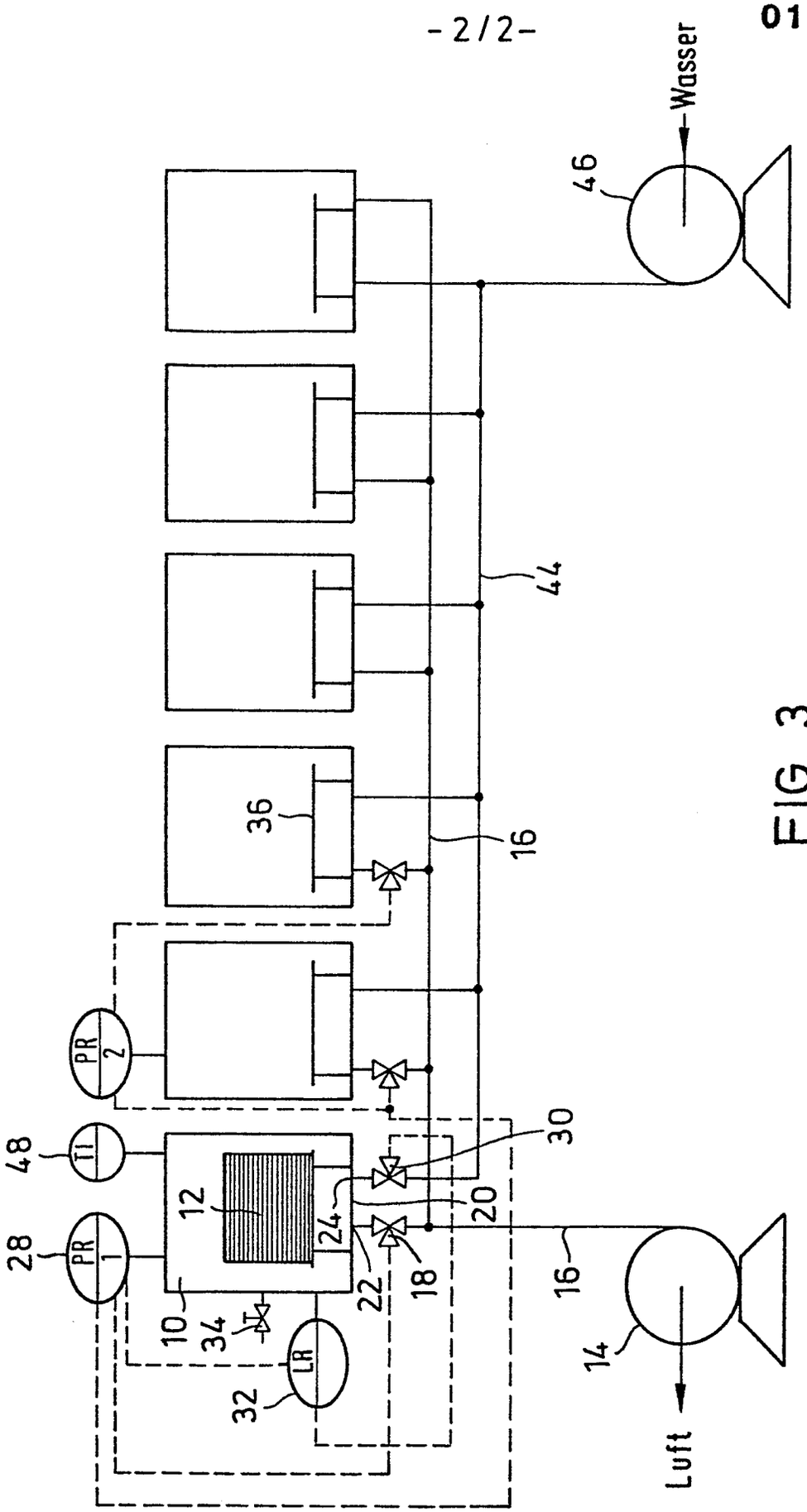
Wasser
46
44
36
16
PR 2
48
TI
30
28
PR 1
12
24
20
22
18
16
10
34
LR
32
14
Luft

FIG. 3