



(10) **DE 20 2008 018 176 U1** 2012.01.19

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2008 018 176.3**

(22) Anmeldetag: **19.03.2008**

(47) Eintragungstag: **30.11.2011**

(43) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **19.01.2012**

(51) Int Cl.: **C04B 33/30** (2011.01)

F26B 9/00 (2011.01)

F26B 25/22 (2011.01)

(66) Innere Priorität:

20 2007 004 998.6 **03.04.2007**

20 2007 015 025.3 **26.10.2007**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

Ernicke & Ernicke, 86153, Augsburg, DE

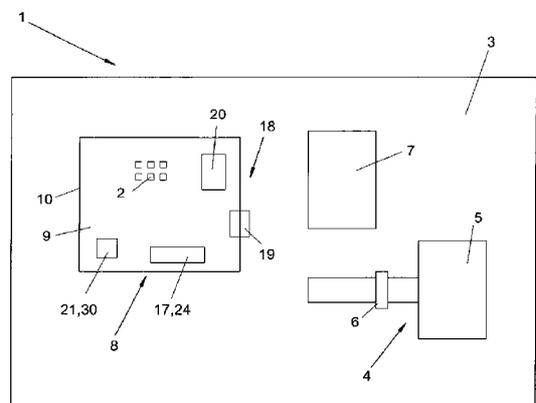
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**Hans Lingl Anlagenbau und Verfahrenstechnik
GmbH & Co. KG, 86381, Krumbach, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Einrichtung zum Trocknen von Formteilen**

(57) Hauptanspruch: Trocknungseinrichtung zum Trocknen von Formteilen (2) aus plastischen Massen, insbesondere keramischen oder keramikähnlichen Massen, mittels zugeführter Trockenluft (12) und mit mindestens einem von Wänden (10) umgebenen Trocknungsraum (9), dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (8) derart ausgebildet ist, dass der Trocknungsprozess im Wesentlichen mit der aus der Umgebung des Trocknungsraums (9) zur Verfügung gestellten Wärmeenergie durchführbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Trocknen von Formteilen aus plastischen Massen mit den Merkmalen im Oberbegriff des Hauptanspruchs.

[0002] Aus der EP 0 248 168 A2 und aus der Praxis sind Trocknungseinrichtungen für keramische Formteile in verschiedenen Varianten, als stationärer Kammertrockner oder als Durchlauf- oder Tunnelrockner bekannt. Das Trockengut wird hierbei in einem von Wänden umschlossenen Raum mittels zugeführter Trockenluft mit einer geregelten Klimatisierung getrocknet. Bei der Klimatisierung werden Temperatur und Feuchte der Trockenluft geregelt. Hierfür weist die Trocknungseinrichtung mindestens eine separate Heizeinrichtung für die Trockenluft auf, die entsprechend von der Klimatisierungseinrichtung geregelt und gesteuert wird. Ziel der vorbenannten Technik ist es, die Trocknung möglichst schnell durchzuführen, wofür der Zusatzaufwand einer separaten Trockenluftbeheizung in Kauf genommen wird. Die Trockendauer beträgt bei konventionellen Trocknern je nach Art des Trockengutes ein bis zwei Tage. Mit Schnellrocknern kann eine Trockendauer von ca. drei Stunden über einen entsprechend gesteigerten Einsatz von Heizenergie erreicht werden. Die Klimaregelung über Feuchte und Temperatur macht außerdem Zusatzmaßnahmen an der Trocknungseinrichtung erforderlich, insbesondere im Bereich der Wärmedämmung. Die Wände der Trocknungseinrichtung bedürfen einer starken Isolierung. Die Klimaregelung von Temperatur und Feuchte macht eine aufwändige Steuerung erforderlich. Insgesamt ist daher der Bauaufwand hoch.

[0003] Die FR 2 582 644 zeigt eine andere mehrstufige Trockeneinrichtung mit Beheizung der in der geschlossenen Kammer umgewälzten Trockenluft und der keramischen Formteile durch einen Wärmetauscher. Ferner sind in der Trockenkammer Temperaturfühler und Druckmessdosen für das Formteilgewicht angeordnet.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine bessere Trocknungstechnik für Formteile aus plastischen Massen, insbesondere keramische oder keramikähnliche Trockengüter, aufzuzeigen.

[0005] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Hauptanspruch.

[0006] Die erfindungsgemäße Trocknungstechnik ist für beliebige Formteile aus plastischen Massen, insbesondere aus keramischen oder keramikähnlichen Werkstoffen geeignet. Sie hat den Vorteil, dass sie mit einem wesentlich verringerten Energieeinsatz und mit einem deutlich einfacheren Bauaufwand auskommt. Der Trocknungsprozess kann mit der aus der Umgebung des Trocknungsraums zur Verfügung

gestellten Wärmeenergie durchgeführt werden, ohne dass es einer energieaufwändigen Zusatzbeheizung der Trocknungsluft bedarf.

[0007] Die Trocknungsluft kann hierfür aus geeigneten Umgebungsbereichen ggf. unter Nutzung vorhandener Wärmepotentiale geholt und z. B. vom Dachbereich einer Halle abgesaugt werden. Die Dachluft ist in der Regel wärmer als die Bodenluft.

[0008] Der Trocknungsprozess kann über die Feuchte des Trockenguts gesteuert und geregelt werden. Bei Erreichen der gewünschten Restfeuchte im Trockengut kann der Trocknungsprozess beendet oder verlagert werden. Die Trocknung kann zwar länger als beim Stand der Technik dauern und eine erhöhte Luftumwälzung verlangen. Im Gegenzug hierfür wird jedoch durch die deutlich vereinfachte Klimasteuerung und -regelung und den reduzierten Energieaufwand erheblich an Kosten gespart. Der Trocknungsraum kann einfacher ausgebildet sein. Er braucht keine aufwändige Wärmeisolierung. Auch die Kaltabstrahlung von Boden und Wänden des Trocknungsraums ist unproblematisch.

[0009] Die Trocknungsdauer verlängert sich zwar und kann zum Beispiel je nach Trockengut zwischen zwei und fünf Tagen betragen. Für gleichen Trockengutdurchsatz wie beim Stand der Technik ist daher ein größeres Trocknungsraumvolumen erforderlich. Der hierfür getätigte Aufwand ist jedoch vergleichsweise gering und stellt eine Einmal-Investition dar. Auf der anderen Seite spart die erfindungsgemäße Trockentechnik in hohem Maß Betriebskosten ein und bietet eine gesamtwirtschaftlich vorteilhafte Lösung. Je höher die Energiepreise steigen, desto stärker fallen die betriebswirtschaftlichen Vorteile ins Gewicht. Durch den möglichen Verzicht auf eine Zusatzbeheizung der Trockenluft wird außerdem die Umwelt geschont.

[0010] Für eine optimale Ausnutzung der Energieressourcen kann eine regenerative Wärmerückgewinnung, insbesondere aus der Abluft des Trocknungsraums, vorteilhaft sein. Hierdurch kann die Zuluft entsprechend vorgewärmt werden, was für eine Verkürzung des Trocknungsprozesses sorgt. Zur Wärmerückgewinnung kann beispielsweise ein Wärmetauscher verwendet werden, in dem Zuluft und Abluft im Sinne direkter Wärmeübertragung im Gegenstrom geführt sind. Durch die regenerative Wärmerückgewinnung kann auch eine Entfeuchtung der Zuluft erreicht werden. Außerdem kann der Kondensationspunkt unterschritten werden.

[0011] Die Feuchtebestimmung des Trockenguts kann in beliebig geeigneter Weise mit beliebig geeigneten Vorrichtungen durchgeführt werden. Geeignete Techniken sind zum Beispiel die elektrische Leitwertmessung und/oder eine Schwindungsmessung.

Die Messungen können online während des Trocknungsprozesses kontinuierlich durchgeführt werden. Aus den Messkurven können in geeigneter Weise Rückschlüsse auf den Trocknungsprozess und die erforderlichen Klimatisierungsmaßnahmen gezogen werden. Dies kann vollautomatisch durch eine Trocknungssteuerung oder bei verringertem Aufwand von Hand geschehen.

[0012] Bei der erfindungsgemäßen Trocknungseinrichtung kann weitgehend konventionelle Trocknungstechnik eingesetzt werden, zum Beispiel im Bereich Klimatisierung, Belüftung und Steuerung. Durch den möglichen Entfall einer Temperaturregelung kann hierbei der Bau- und Steuerungsaufwand wesentlich reduziert werden. Auch die Maschinenteknik für die Klimatisierung kann vereinfacht werden, zum Beispiel im Bereich der Belüftungseinrichtungen.

[0013] Die beanspruchte Trocknungstechnik bietet besondere Vorteile durch eine schonende und gleichmäßige Trocknung der Formteile. Das Entstehen von stabilitäts- und formkritischen Spannungen im Trockengut kann vermieden oder zumindest wesentlich reduziert werden. Durch eine verlängerte Trockendauer hat der Formling Zeit, innere Spannungen abzubauen, die sich beim Formprozess ergeben können. Dies verringert den Ausschuss und erhöht die Wirtschaftlichkeit. Die Formlinge können im Bereich der Formungs- oder Extrusionstemperatur belassen und getrocknet werden. Ferner kann auf eine Dampfbeaufschlagung der plastischen Masse beim Formprozess verzichtet werden. Mit der beanspruchten Trocknungstechnik können auch problematische Formteile wirtschaftlich und betriebssicher getrocknet werden, die z. B. variierende Wandstärken und/oder komplizierte Formgebungen haben.

[0014] Der Trocknungsprozess kann mehrstufig sein und z. B. zwei oder mehr Stufen beinhalten. Der Trockenraum kann einteilig oder mehrteilig ausgebildet sein, wobei die Prozessstufen in verschiedenen Trockenraumteilen durchgeführt werden. In der Anlage vorhandene Wärmeüberschüsse können gesammelt und z. B. für die rasche und energie günstige Fertig-trocknung verwendet werden.

[0015] In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

[0016] Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise und schematisch dargestellt. Im Einzelnen zeigen:

[0017] Fig. 1: eine schematische Ansicht einer Anlage zu Produktion und Trocknung von keramischen Gütern mit einer Trocknungseinrichtung,

[0018] Fig. 2: eine schematische Draufsicht auf eine solche Trocknungseinrichtung,

[0019] Fig. 3: eine schematische Darstellung einer Einrichtung zur Feuchtebestimmung des Trockenguts,

[0020] Fig. 4: eine Variante der Luftführung mit Regenerierung,

[0021] Fig. 5 und Fig. 6: eine Variante der Trocknungseinrichtung mit einem mehrteiligen Trocknungsraum in perspektivischen Ansichten

[0022] Fig. 7 und Fig. 8: verschiedene keramische Teile und

[0023] Fig. 9: beispielhafte Kurven für Schwindung und elektrische Leitfähigkeit im Trockengut sowie Feuchte und Temperatur der Trockenluft.

[0024] Die Erfindung betrifft eine Trocknungseinrichtung (8) zum Trocknen von Formteilen oder Gütern (2) sowie eine Anlage (1) mit mindestens einer solchen Trocknungseinrichtung (8).

[0025] Die Formteile (2) bestehen aus plastischen Massen und können in beliebiger Weise durch Gießen, Pressen, Extrudieren oder dgl. geformt werden. Die plastischen Massen können aus beliebigen geeigneten Werkstoffen bestehen, z. B. keramischen oder keramikähnlichen Materialien. Dies können z. B. Ton, Lehm, technische Keramiken, Steingut, Porzellan oder dergl. sein.

[0026] Bei den Formteilen (2) kann es sich z. B. um keramische Formlinge, insbesondere um massive oder gelochte Ziegel handeln, z. B. Mauer- oder Dachziegel. Die Formteile (2) können von beliebiger Art und Größe sein. Der Einsatzbereich des keramischen oder keramikähnlichen Trockenguts (2) ist beliebig und kann z. B. im Bau-, Sanitär- oder Haushaltssektor liegen.

[0027] Fig. 7 und Fig. 8 zeigen keramische Formteile (2), die durch ihre Formgebung beim Trocknen zu Rissbildungen neigen. Sie sind schwer zu trocknen und stellen hohe Anforderungen an eine Trocknungseinrichtung (8). In Fig. 7 ist ein Ornamentziegel dargestellt, der große Hohlräume und relativ dünne Wandstärken aufweist. Die Wandungsstege sind gekrümmt, wobei sich an den Verbindungsstellen mehrerer Wandstege partielle Wandverdickungen ergeben können. Derartige Ornamentziegel werden als Ventilationsziegel eingesetzt und dienen zur Belüftung von Räumen in heißen Ländern. Die Ziegelgeometrie ist für das Extrudieren einerseits und das anschließende Trocknen andererseits diffizil. Mit der nachfolgend beschriebenen Trocknungstechnik lassen sich derartige Ornamentziegel sicher und form-

beständig trocknen, wobei die mit konventioneller Trocknungstechnik bisher übliche zweistellige Ausschussrate wesentlich verringert werden kann.

[0028] Fig. 8 zeigt zwei Formteile (2) aus dem Sanitärbereich in Form von WCs. Sie sind übereinander in einer für eine gute Durchlüftung mit Trockenluft (12) ausgebildeten Aufnahme (15), z. B. einem offenen rahmenartigen Trockengestell, angeordnet. Die innere Geometrie solcher WCs wird zunehmend durch den Einbau vielfältiger zusätzlicher Aggregate zur Wassereinsparung schwieriger. Die Außenflächen sollen aber schön glatt und modisch sein. An das Trocknen stellt dieses Formteil enorme Anforderungen, insbesondere wegen der unterschiedlichen Wandstärken und der Bildung von Spannungen an den Übergängen.

[0029] Fig. 1 zeigt eine Anlage (1) zur Herstellung und Trocknung der Formteile (2). Sie beinhaltet ein oder mehrere Trocknungseinrichtungen (8) und kann außerdem eine Produktionseinrichtung (4) für die Formteile (2) aufweisen. Die Anlagenteile sind miteinander in einem gemeinsamen Anlagenraum (3) untergebracht, der zum Beispiel eine allseits von Wänden und einem Dach umschlossene Werkhalle sein kann. Im Anlagenraum (3) besteht ein Umgebungsklima, welches auf die Trocknungseinrichtung (8) einwirkt und welches maßgeblich von den anderen im Anlagenraum (3) befindlichen Einrichtungen, insbesondere der Produktionseinrichtung (4), beeinflusst werden kann. Eine Klimabeeinflussung kann außerdem durch äußere Natureinflüsse, zum Beispiel durch Sonneneinstrahlung etc. erfolgen.

[0030] Die Produktionseinrichtung (4) kann vollständig oder in Teilen im Anlagenraum (3) angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich können auch andere Einrichtungen im Anlagenraum (3) enthalten sein. Die Produktionseinrichtung (4) oder Teile hiervon können extern angeordnet sei. In der gezeigten Ausführungsform umfasst die Produktionseinrichtung (4) zum Beispiel eine Presse (5) für keramische Formlinge mit einer nachgeschalteten Trenneinrichtung (6), mit der zum Beispiel Ziegelrohlinge von einem ausgepressten Strang abgetrennt und separiert werden. Ferner kann die Produktionseinrichtung (4) einen Brennofen (7) beinhalten, in dem die keramischen Formteile (2) nach dem Trocknen gebrannt werden. Die im Anlagenraum (3) angeordnete Produktionseinrichtung (4) oder deren Teile und/oder andere eventuelle Einrichtungen im Anlagenraum (3) produzieren Abwärme, die an die Umgebung und die Luft im Anlagenraum (3) abgegeben wird.

[0031] Die Trocknungseinrichtung (8) umfasst mindestens einen Trocknungsraum (9), der von Wänden (10) einschließlich Boden und Dach umgeben wird und der nach außen gegen die Umgebung im Anlagenraum (3) abgeschlossen werden kann. Der Trock-

nungsraum (9) ist im Ausführungsbeispiel von Fig. 1 bis Fig. 4 einteilig. Fig. 5 und Fig. 6 zeigen eine mehrteilige Variante mit zwei Trockenraumteilen (42, 43). Deren Zahl kann alternativ größer sein.

[0032] Die Trocknungseinrichtung (8) umfasst ferner eine Einrichtung (17) zur Einstellung des Klimas im Trocknungsraum (9) oder einem Trockenraumteil (42) sowie eine Trocknungssteuerung (24) zur Steuerung und gegebenenfalls Regelung des Klimas. Die Trocknung des Keramikguts (2) erfolgt durch zugeführte Trockenluft (12), deren Klima und insbesondere deren Feuchtegehalt, durch die Klimatisierungseinrichtung (17) beeinflusst wird.

[0033] Fig. 2 zeigt schematisch den Aufbau einer ersten Variante der Trocknungseinrichtung (8). In der Wand (10) des z. B. einteiligen Trocknungsraums (9) sind z. B. ein oder mehrere Durchlassöffnungen (11) vorhanden, durch die Luft aus der Umgebung des Anlagenraums (3) in den Trocknungsraum (9) und wieder zurück in die Anlagenumgebung strömen kann. Innerhalb des Trocknungsraums (9) kann die Trockenluft (12) zirkulieren. Die Trocknung wird durch einen Durchsatz der Trockenluft bewirkt, wobei mit der Zuluft (13) relativ trockene Luft zugeführt wird, die Feuchtigkeit aus dem im Trocknungsraum (9) befindlichen Trockengut (2) aufnimmt und als feuchte Abluft (14) wieder abgeführt wird. Die Luftführung beim Luftdurchsatz und innerhalb des Trocknungsraums (9) kann beliebig sein.

[0034] Das Trockengut (2) ist im Trocknungsraum (9) in belüftungsgünstige Weise angeordnet und befindet sich zum Beispiel auf mehreren Gutaufnahmen (15). Diese können beliebig ausgebildet sein und sind beispielsweise mehrlagige rahmenartige Trockengestelle. Die Formteile (2) können für eine allseitige Belüftung in der Aufnahme (15) gegenseitig beabstandet sein. Zwischen den Aufnahmen oder Trockengestellen (15) können Freiräume oder Gänge (16, 50) vorhanden sein. Die Trockenluft (2) kann durch die Aufnahmen (15) und die Freiräume (16) strömen. Die Aufnahmen (15) können für eine schnelle Be- und Entladung des Trocknungsraums (9) beweglich und insbesondere fahrbar sein.

[0035] Der Luftdurchsatz in und aus dem Trocknungsraum (9) kann gesteuert und gegebenenfalls geregelt werden. Hierfür sind an den Durchlassöffnungen (11) ein oder mehrere steuerbare Verschlüsse (27), zum Beispiel steuerbare Klappen, vorhanden. Die Verschlüsse können manuell oder maschinell mit geeigneten Antrieben geöffnet und geschlossen werden, wobei auch eine leitungsgebundene oder drahtlose Ansteuerung möglich ist. Hierfür sind die Verschlussantriebe (27) mit der Einrichtung (17) zur Einstellung des Klimas und vorzugsweise mit der Trocknungssteuerung (24) verbunden. Die Zuluft- und Abluftseite können beliebig gegenseitig zugeord-

net sein. Beispielsweise kann die Abluft (14) an der der Zuluft (13) gegenüberliegenden Raumseite abgeführt werden. Die Anordnung kann auch anders gewählt sein, zum Beispiel wie in Fig. 2 über Eck. Statt mehrerer einzelner Durchlassöffnungen (11) können auch wenige große schachtartige Durchlassöffnungen vorhanden sein.

[0036] Die Einrichtung (17) zur Einstellung des Klimas im Trocknungsraum (9), insbesondere zur Einstellung des Klimas der Trocknungsluft (12), kann eine Einrichtung (21) zur Klimamessung aufweisen. Hierbei wird insbesondere die Feuchte und Temperatur der Trockenluft (12) über mindestens einen Feuchtemesser (22) und mindestens einen Temperaturmesser (23) gemessen, die an geeigneter Stelle im Trocknungsraum an ein oder mehreren Stellen untergebracht sind. Sie können sich in Freiräumen (16) und/oder in der Nähe oder am Trockengut (2) befinden.

[0037] Die Klimatisierungseinrichtung (17) weist ferner eine Belüftungseinrichtung (18) auf. Diese kann unterschiedlich ausgebildet sein. Die vorher erwähnten Durchlassöffnungen (11) mit den steuerbaren Verschlüssen (27) können Bestandteil der Belüftungseinrichtung (18) sein. Die Belüftungseinrichtung (18) kann ferner eine Einrichtung (19) für den Durchsatz der Trockenluft in und aus dem Trocknungsraum (9) aufweisen. Diese Durchsatzeinrichtung (19) kann ein oder mehrere Durchsatzlüfter (28) haben. Beispielsweise kann an ein oder mehreren Durchlassöffnungen (11) ein solcher Durchsatzlüfter (28) angeordnet sein, mit dem die Zuluft (13) in den Trocknungsraum (9) eingesaugt und die Abluft (14) ausgeblasen wird. Der Durchsatzlüfter (28) kann eine beliebige konstruktive Gestaltung haben und als Radial- oder Axialventilator oder in sonstiger geeigneter Weise ausgebildet sein.

[0038] Die Belüftungseinrichtung (18) kann alternativ oder zusätzlich eine Einrichtung (19) für die Umwälzung der Trockenluft (12) im Trocknungsraum (9) besitzen. Diese Einrichtung (19) kann zum Beispiel aus mehreren Umwälzlüftern (29) im Trocknungsraum (9) bestehen. Fig. 2 zeigt hierfür im Ausführungsbeispiel die Anordnung von ein oder mehreren Drehlüftern (29) in den Gängen oder Freiräumen (16).

[0039] Die Trocknungssteuerung (24) kann sich in oder am Trocknungsraum (9) oder an geeigneter Stelle der Trocknungseinrichtung (8) befinden. Sie kann konstruktiv in beliebiger Weise ausgebildet sein und besteht zum Beispiel aus einer Recheneinheit (25), insbesondere einem PC mit dauerhaften und flüchtigen Datenspeichern, ein oder mehreren Prozessoren, Schnittstellen, Ein- und Ausgabeneinheiten und weiteren Peripherieeinheiten. Der Recheneinheit (25) kann außerdem ein Zeitglied (26) zugeordnet sein. Die Trocknungssteuerung (24) ist mit der Ein-

richtung (17) zur Einstellung des Klimas und mit deren Komponenten, insbesondere der Belüftungseinrichtung (18) sowie deren Komponenten und der Einrichtung (21) zur Klimamessung signal- und steuertechnisch per Leitung oder drahtlos verbunden. Die Trocknungssteuerung (24) kann anhand der Messwerte und eines vorgegebenen Programms zur Klimabeeinflussung eine Regelung des Klimas der Trockenluft (12) im Trocknungsraum (9) durchführen.

[0040] Zur Trocknungseinrichtung (8) gehört ferner eine Einrichtung (30) zur Bestimmung der Feuchte des Trockenguts (2). Diese kann in beliebig geeigneter Weise ausgebildet sein und betrieben werden. Insbesondere ist eine Feuchtemessung von Hand in oder außerhalb des Trocknungsraums (9) möglich. Dies kann in konventioneller Weise anhand der Entnahme von keramischen Teilen (2) und der mehrfachen Messung ihres Gewichtes über den Trocknungsverlauf geschehen. In der gezeigten Ausführungsform wird die Trockengutfeuchte innerhalb des Trocknungsraums (9) fortlaufend und zum Beispiel in vorgegebenen Zeitabständen bestimmt. Die Feuchtebestimmung kann mittelbar über eine Messung bzw. Bestimmung des elektrischen Leitwerts (31) im keramischen Teil (2) und/oder über eine Schwindungsmessung des keramischen Teils (2) durchgeführt werden. Bei der nachfolgend beschriebenen Ausgestaltung der Messeinrichtung können beide Messungen in einem Gerät erfolgen. Die Messung (en) können an ein oder mehreren keramischen Teilen (2) und auch an verschiedenen Stellen im Trocknungsraum (9) durchgeführt werden.

[0041] Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Einrichtung (30) zur Feuchtebestimmung des Trockenguts (2). Sie besteht aus einem elektrischen Leitwertmesser (31) und einem Schwindungsmesser (35). Die beiden Messgeräte sind in Fig. 3 getrennt dargestellt und am gleichen keramischen Teil (2) angeordnet. Sie können alternativ zu einem Gerät kombiniert sein und sich an mehreren keramischen Teilen (2) befinden.

[0042] Der Leitwertmesser (31) weist mindestens zwei mit dem Trockengut (2) verbindbare Elektroden (32, 33) auf, die zum Beispiel in die weiche keramische Formlingsmasse ein Stück weit eingesteckt werden. Die Elektroden (32, 33) sind als Stiftelektroden ausgebildet und sind rückseitig über geeignete Leitungen mit einer Spannungsquelle (34) und einem Messgerät (35) des Leitwertmessers (31) verbunden. Je nach Feuchtegehalt des keramischen Teils (2) ändert sich dessen elektrischer Widerstand. Dementsprechend ändert sich der im Stromkreis fließende Strom bzw. die Spannung, was durch das Messgerät (35) aufgenommen und in einen elektrischen Leitwert umgerechnet wird. Die Mess- oder Rechenergebnisse werden an die Trocknungssteuerung (24) gemeldet und dort zur Steuerung und Regelung des Kli-

mas ausgewertet. Die Messergebnisse können hierbei protokolliert, dokumentiert und in Form von Kurven oder Tabellen über Ausdrucke oder Datenträger oder auf andere Weise ausgegeben werden.

[0043] Bei der Auswertung wird der Verlauf des elektrischen Widerstands oder Leitwerts überprüft und ausgewertet. **Fig. 9** zeigt hierzu beispielhafte qualitative Kurven für den Verlauf der Schwindung und der elektrischen Leitfähigkeit im Trockengut (2) sowie der Feuchte und der Temperatur der Trockenluft (12).

[0044] Im Ablauf des Trocknungsvorgangs und insbesondere in dessen Endphase ergibt sich ein relativ abrupter und schneller Abfall des elektrischen Leitwerts. **Fig. 9** zeigt diese Knickstelle. Dies wird für die Klimaregelung ausgewertet und insbesondere als Startsignal für eine Intensivierung der Belüftung, z. B. für die volle Leistung der Belüftung herangezogen. Diese Erfassung und Auswertung des elektrischen Leitwerts hat allgemeine erfinderische Bedeutung und lässt sich mit Erfolg auch bei konventionellen Trocknungseinrichtungen und Trocknungsverfahren einsetzen.

[0045] Der Schwindungsmesser (36) besteht aus mindestens zwei Steckern (37), welche in die weiche Formlingsmasse zu Beginn des Trocknungsprozesses eingesteckt werden können. Die Schwindungsmessung kann nach ein oder mehreren Richtungen erfolgen. Für eine mehrachsige Messung kann die Steckerzahl höher sein und zum Beispiel drei, vier oder mehr Stecker betragen. Die Stecker oder Steckerpaare (37) sind mit gegenseitigem Abstand am Schwindungsgerät (36) angeordnet und sind untereinander durch ein Abstandsmessgerät (38) verbunden. Dies kann beispielsweise ein Potenziometer sein. Wenn beim Trocknungsvorgang mit abnehmender Gutfeuchte eine Schwindung des keramischen Teils (2) eintritt, äußert sich diese in einer Änderung des Steckerabstands, welche durch das Abstandsmessgerät (38) erfasst und an die Trocknungssteuerung (24) zur Auswertung und Protokollierung gemeldet wird. Die Datenverbindung kann über Leitungen oder drahtlos, zum Beispiel per Funk, Infrarot, Ultraschall oder auf andere geeignete Weise erfolgen. Gleiches gilt für den Leitwertmesser (31).

[0046] Zur Ausbildung eines Kombigeräts (nicht dargestellt) können die Elektroden (32, 33) als Stecker (37) fungieren und eine Doppelfunktion haben sowie mit dem Abstandsmesser (38) verbunden sein.

[0047] Bei der Trocknungseinrichtung (8) wird die zum Trocknen der keramischen Teile (2) erforderliche Wärmeenergie im Wesentlichen aus der äußeren Umgebung des Trocknungsraums (9) und aus dem Anlagenraum (3) eingebracht und über die Zuluft (13) aus der Umgebungsluft zugeführt. Diese ist in der vorher erwähnten Weise durch die Einrichtungen im

Anlagenraum (3) oder durch äußere Klimaeinflüsse, wie zum Beispiel Sonneneinstrahlung, erwärmt worden.

[0048] Die Trocknungseinrichtung (8) arbeitet im Wesentlichen mit dem vorhandenen Energieangebot aus der Umgebung und belässt dieses wie es ist. Auf eine zusätzliche Beheizung der Trockenluft (12) mittels einer steuerbaren Heizeinrichtung mit Strom, fossilen Brennstoffen oder dgl. und auf eine Temperaturregelung der Trockenluft (12) wird vorzugsweise verzichtet. Dies schließt nicht aus, dass in kleineren Mengen Wärmeenergie durch Heizeinrichtungen im Trocknungsraum (9) oder anderweitig eingebracht wird. Auch die Abwärme der im Trocknungsraum (9) befindlichen Einrichtungen sorgt für eine Erwärmung der Trockenluft (12).

[0049] Das Klima der Trockenluft (12) kann im Wesentlichen über die vorhandene Feuchte in der Trockenluft (12) gesteuert und gegebenenfalls geregelt werden, indem entsprechend Zuluft (13) zugeführt und Abluft (14) abgeführt wird. Mit der Zuluft (13) kann sich das Wärmeangebot ändern oder gleich bleiben.

[0050] Die Steuerung des Trocknungsprozesses erfolgt über die Feuchte des Trockenguts (2), wobei begleitend das Trockenluftklima gesteuert und geregelt wird. Wenn die Restfeuchte im Trockengut (2) einen vorgegebenen Schwellwert erreicht hat, zum Beispiel 3,5% Restfeuchte, kann der Trocknungsvorgang beendet und die Trocknungseinrichtung (8) abgeschaltet werden. Je nach Wärmeangebot aus der Umgebung kann der Trocknungsvorgang dabei länger oder kürzer dauern.

[0051] Die Klimatisierung der Trockenluft (12) kann ebenfalls nach der Feuchte im Trockengut (2) und nach deren Verlauf gesteuert werden. Hierfür kann in der Trocknungssteuerung (24) ein entsprechender Klimaverlauf vorprogrammiert und hinterlegt sein. Je nach Art und Menge des Trockenguts (2) oder anderen Einflussfaktoren können die Klimatisierungsprogramme variieren. Die Klimatisierung wird vor allem durch die Belüftung mit Luftdurchsatz und ggf. mit Luftumwälzung gesteuert und geregelt.

[0052] Wenn in der vorher erwähnten Weise ein abrupter Abfall des elektrischen Leitwerts (Knickstelle in **Fig. 9**) detektiert wird, kann die Klimaregelung und die Beeinflussung der Raumluftfeuchte abgeschaltet und die Belüftung (18) intensiviert und auf einen vorgegebenen Festwert, zum Beispiel auf volle Leistung, geschaltet werden. Hierdurch kann der restliche Trocknungsvorgang beschleunigt werden. Dies ist nach Erkenntnissen der Erfindung ohne Schwindungs- und Rissgefahr in den keramischen Formlingen möglich und lässt sich mit Erfolg auch bei den konventionellen Trocknungsverfahren und

Trocknungseinrichtungen mit Klimasteuerung bzw. -regelung über Temperatur und Feuchte mit Erfolg einsetzen.

[0053] Im Ausführungsbeispiel der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) wird die Zuluft (13) direkt aus der Atmosphäre des Anlagenraums (3) entnommen und die Abluft (14) direkt an die Atmosphäre wieder abgegeben. Die Zuluft (13) kann aus der direkten Umgebung des Trockenraums (9) zugeführt werden oder alternativ von einer geeigneten Stelle des Anlagenraums (3), z. B. unter dem Dach, abgesaugt und über ein oder mehrere Leitungen zugeführt werden.

[0054] [Fig. 4](#) zeigt eine Variante in der Luftführung, mit der eine Aufbereitung und bessere Ausnutzung der Trockenluft möglich ist. Die Belüftungseinrichtung (18) und die Einrichtung zum Luftdurchsatz (19) sind hierfür entsprechend anders ausgebildet.

[0055] Die Zuluft (13) wird aus der Raumatmosphäre mit einer geeigneten Belüftungseinrichtung angesaugt und über einen Wärmetauscher (39), z. B. einem Plattenwärmetauscher, mittels einer Zuluftleitung geführt und anschließend durch eine Durchlassöffnung (11) in den Trockenraum (9) geleitet. Die Abluft (14) wird einer Abluftleitung (41) aus dem Trockenraum (9) aufgenommen und mittels einer Belüftungseinrichtung im Gegenstrom durch den Wärmetauscher (39) und dann weiter zu einem Auslass im Anlagenraum (3) oder in der Umgebung außerhalb des Anlagenraums (3) geführt. Die mit Feuchtigkeit beladene Abluft (14) ist etwas wärmer als die Zuluft (13) und gibt an diese im Wärmetauscher Wärmeenergie ab. Die somit regenerativ erwärmte Zuluft (13) kann mehr Feuchtigkeit im Trockenraum (9) aus dem Trockengut (2) aufnehmen, was den Trocknungsvorgang verbessert und beschleunigt. Zusätzliche Wärmeenergie aus einer externen Wärmequelle, z. B. einer fossilen Verbrennung oder dergl. wird auch in dieser Variante nicht oder nicht in einem wesentlichen Maße zugeführt. Über den Wärmetauscher (39) werden die vorhandenen Wärmeenergien nur besser ausgenutzt. Eine Wärmerückgewinnung aus der Abluft (14) zur Beheizung der Zuluft (13) kann auch auf andere beliebig geeignete Weise durchgeführt werden.

[0056] In der Ausführungsform von [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) ist ein einteiliger Trockenraum (9) in Verbindung mit einem einteiligen Trocknungsprozess dargestellt. [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) zeigen hierzu eine Variante mit einem mehrteiligen Trocknungsprozess und einem mehrteiligen Trockenraum (9). Der Trockenraum (9) gliedert sich in der gezeigten Ausführung in zwei Trockenraumteile (42, 43), die in einer Reihe hintereinander angeordnet sind und in denen zwei getrennte Stufen des Trocknungsprozesses ablaufen. Die Stufen- und Raumteilzahl kann auch größer sein.

[0057] Das erste Trockenraumteil (42) stellt einen Klimaraum dar, der von Wänden (10) im wesentlichen dicht umschlossen ist und in dem die Trocknung der auf Trockengestellen (15) befindlichen Formteile (2) in der vorbeschriebenen Weise langsam und unter Nutzung von Trocknungsluft (12) aus der Umgebung von statten geht. Hierbei wird im Trockenraumteil (42) das Klima und insbesondere die Feuchte der Trockenluft (12) in der vorbeschriebenen Weise geregelt. Ferner wird auch die Feuchte im Trockengut (2) in der vorbeschriebenen Weise gemessen, wobei die Klimatisierung der Trockenluft (12) nach dem Änderungsverlauf der Feuchte gesteuert wird.

[0058] Die erste Stufe des Trocknungsprozesses kann beendet werden, wenn die Formteile (2) eine ausreichende Stabilität erreicht haben. Hierfür kann die Schwindung als Schaltschwelle verwendet werden, wobei eine ausreichende Formlingsstabilität z. B. ab ca. 60% bis 70% oder mehr der Gesamtschwindung der Formteile (2) erreicht ist. Anstelle der Schwindung kann auch der Verlauf des elektrischen Leitwerts in den Formteilen (2) gemessen und für die Dauer und Beendigung der ersten Trocknungsstufe herangezogen werden.

[0059] Wenn eine ausreichende Formlingsstabilität erreicht ist, kann in einer zweiten Trocknungsstufe eine forcierte Trocknung durchgeführt werden. Während der ersten Trocknungsstufe mit geregelter Klimatisierung und während der Hauptschwindungsphase in den Formteilen (2) wird nur relativ wenig Trockenluft (12) ausgetauscht. Nach Erreichen einer genügenden Formteilstabilität kann bei der forcierten Trocknung ein wesentlich stärkerer Luftaustausch erfolgen. Dieser zweite Prozessschritt wird im zweiten Trockenraumteil (43) und im sog. Fertigtrockenbereich durchgeführt. Bei der forcierten Trocknung kann es zu Gunsten eines starken Luftaustausches vorteilhaft sein, auf eine geschlossene Umwandlung zu verzichten. Dies vereinfacht und verbilligt die konstruktive Ausbildung des zweiten Trockenraumteils (43).

[0060] Der Klimaraum (42) kann in ähnlicher Weise wie der Trockenraum (9) im ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet sein und eine Einrichtung (17) zur Einstellung des Klimas, eine Belüftungseinrichtung (18), eine Einrichtung (21) zur Klimamessung und auch eine Trocknungssteuerung (24) aufweisen. Das erste Trockenraumteil (42) kann eine im wesentlichen geschlossene Wand (10) besitzen, wobei im Innenraum die Formteile (2) auf Trockengestellen (15) in mehreren Lagerreihen (51) mit dazwischen liegenden Gassen (50) angeordnet sind.

[0061] Die Belüftungseinrichtung (18) kann wie im ersten Ausführungsbeispiel eine Einrichtung (19) für den Luftdurchsatz und eine Einrichtung (20) für die Luftumwälzung besitzen. Die Zuluft (13) wird mittels mehrerer Ansaugschächte mit Durchsatzlüftern oder

Ventilatoren (28) sowie ggf. vorhandenen Klappen aus der Umgebung gesteuert zugeführt. Die Ansaugschächte der Einrichtung (19) sind an eine Verteilung (46) angeschlossen, die mit längs- und/oder quer verlaufenden Lüftungskanälen die Zuluft (13) im Klimaraum (42) verteilt. Die Verteilung (46) kann mit einer Einrichtung (20) zur Luftumwälzung verbunden sein. Hierfür können beispielsweise in den Gassen (50) ein oder mehrere Umwälzlüfter (29), z. B. kegel-förmige Drehlüfter, angeordnet sein, die mit ihrer Einlassseite an die Verteilung (46) angeschlossen sind und die Trocknungsluft (12) seitlich über ihren Mantel ausblasen und in die Trockengestelle (15) blasen. Die Ansaugkanäle und die Verteilung (46) können an der Decke des Klimaraums (42) angeordnet sein und die Zuluft (13) von oben in die Einlassöffnungen der Drehlüfter (29) zuführen.

[0062] Für die Abluft (14) sind ebenfalls am Dach des Klimaraums (42) Abluftkamine mit einer Einrichtung (19) für den Luftdurchsatz angeordnet, welche steuerbare Verschlüsse oder Klappen (27) und ggf. auch einen Durchsatzlüfter oder Ventilator aufweisen. Die Abluftkamine blasen die feuchte Abluft mit Abstand über der Klimakammer (42) in die Umgebung aus. Sie können ebenfalls mit einer Verteilung (46) verbunden sein, um die Abluft (14) gleichmäßig aus dem Klimaraum (42) abzusaugen.

[0063] Das erste Trockenraumteil (42) bzw. der Klimaraum kann ein einheitlicher großer und einzoniger Raum sein, in dem alle Formteile (2) den gleichen Klimatisierungs- und Trocknungsbedingungen unterliegen. In dieser Ausführung bildet der Klimaraum (42) eine Trocknungskammer. Diese wird nach Beendigung der ersten Trocknungsstufe komplett entleert und wieder neu befüllt.

[0064] In der gezeigten Ausführungsform ist der Klimaraum (42) als Durchlaufrockner (44) ausgebildet, der mehrere unterschiedlich klimatisierte Trocken-zonen (45) aufweist, durch welche die Formteile (2) auf ihren Aufnahmen oder Trockengestellen (15) in Förderrichtung (54) in einer kontinuierlichen oder intermittierenden Förderbewegung hindurch transportiert werden. Die Lagerreihen (51) sind in Förderrichtung (54) ausgerichtet. Die Trocken-zonen (45) können in geeigneter Weise durch Schotte oder dergl. gegeneinander abgegrenzt und funktionell abgedichtet werden. Wie Fig. 5 verdeutlicht, kann jede Trockenzone (45) ihre eigene Einrichtung (19) für den Luftdurchsatz aufweisen. Die Trocken-zonen (45) sind untereinander in geeigneter Weise durch Zwischenwände oder dergl. abgeschottet und besitzen unterschiedliche Klimatisierungen. Jede Trockenzone hat ihre eigene Einrichtung (19) für den Luftdurchsatz, die etwa mittig in der Trockenzone (45) angeordnet ist. Mit dem Trocknungsfortschritt der Formteile (2) und dem Durchlaufen der Trocken-zonen steigt der Bedarf an Zuluft (13). Dementsprechend haben die aufeinander

folgenden Einrichtungen (19) für den Luftdurchsatz eine steigende Kapazität und Größe. Am Ende der Trocken-zonen (45) ist jeweils eine Einrichtung (19) für den Durchsatz der Abluft (14) vorhanden. In der Ausführungsform als Durchlaufrockner (44) kann der Klimaraum (42) am rückwärtigen Ende offen sein, so dass hier auf eine Einrichtung (19) für die Abluft (14) verzichtet werden kann.

[0065] Durch die Zonenaufteilung können die Klimatisierung und die Führung der Trockenluft (12) feinfühlig und exakter sein, wobei insgesamt die klimatisierte Trocknung in dem mehrstufigen Prozess und besser und genauer ablaufen kann. In der gezeigten Ausführungsform sind drei Trocken-zonen (45) vorhanden. Die Zonenzahl kann alternativ kleiner oder größer sein.

[0066] Am Eingang des ersten Trockenraumteils (42) kann eine Beschickungseinrichtung (47) für die Formteile (2) vorhanden sein. Ferner weist der Trocknungsraum (9) eine Fördereinrichtung (48) für die Trockengestelle oder die in anderer Weise ausgebildeten Aufnahmen (15) für die Formteile (2) auf. Die Fördereinrichtung (48) verbindet auch die verschiedenen Trockenraumteile (42, 43). Die Beschickungseinrichtung (47) besteht z. B. aus einem schienen-gebundenen Querrörderer, mit dem die Trockenstelle (15) in einen eingangseitigen und nach außen abschottbaren Verteilerraum vor den Klimaraum (42) transportiert und in die Lagerreihen (51) verteilt und eingeführt werden können.

[0067] Das zweite Trockenraumteil (43) kann umseitig offen und ohne Wände (10) ausgeführt sein. Auch hier befinden sich in den Gassen (50) Belüftungseinrichtungen (49), die z. B. als konische Drehlüfter oder dergl. ausgebildet sind und die Trockenluft (12) in die Trockengestelle (15) blasen. Die Trockenluft (12) kann aus der Umgebung entnommen werden. Fig. 5 und Fig. 6 zeigen hierzu eine besondere Variante, bei der der Fertigtrockenbereich (43) einen Doppelboden aufweist, der als Wärmekammer (52) zur Aufnahme von Warmluft ausgebildet ist, die durch eine schacht-artige Zuführung (53) eingespeist wird. An der Decke der Wärmekammer (52) verlaufen die Gleise oder anderen Trag- und Fördermittel der Trockengestelle (15). Dazwischen kann die Wärmekammer (52) Öffnungen in ihrer Decke aufweisen, durch welche die gesammelte Warmluft nach oben zum Trockengut (2) ausströmen und von der Belüftungseinrichtung (49) durch die Trockengestelle (15) geblasen und verteilt werden kann. Über die Zuführung (53) kann Abwärme aus der Anlage (1), z. B. vom Brennofen (7) oder von anderer Stelle aufgenommen und in die Wärmekammer (52) zugeführt werden. Hierfür wird beispielsweise die Umgebungsluft am Ofen abgesaugt. Alternativ kann Abwärme über Wärmetauscher zum Erwärmen der in die Wärmekammer (52) zugeführten Luft genutzt werden.

[0068] Die Fördereinrichtung (46) kann in beliebig geeigneter Weise ausgebildet sein. Die nebeneinander angeordneten Lagerreihen oder Förderreihen (51) können synchron bewegt werden, was insbesondere bei gleichartigen Formteilen (2) gemacht wird. Die Zoneneinteilung ist im gezeigten Ausführungsbeispiel quer zur Förderrichtung (54) gelegt. Zusätzlich kann eine Zoneneinteilung zwischen den Lagerreihen (51) und in Förderrichtung (54) bestehen.

[0069] Durch die Zonenbildung können in der mehrteiligen Trocknungskammer (9) verschiedene Formteile (2) gleichzeitig und unabhängig voneinander getrocknet werden. Damit lässt sich die Trocknungseinrichtung (8) auf für kleine Chargen wirksam und wirtschaftlich betreiben. Ferner ist es bei einem Durchlauftrockner (44) und insbesondere auch bei einer Zonenaufteilung möglich, die Lagerreihen (51) unabhängig voneinander zu bewegen. Die Lagerreihen (51) können dabei unterschiedliche Arten von Formteilen (2) mit unterschiedlichen Trocknungserfordernissen beinhalten. Den Trocknungserfordernissen wird durch eine unterschiedliche Verweildauer der Formteile (2) im Durchlauftrockner (44) und in den ggf. vorhandenen querliegenden Trockenzonen (45) Rechnung getragen.

[0070] Die Trocknungseinrichtung (8) und die Beschickung (47) sowie eine Entladung (nicht dargestellt) am Trocknerende können vollautomatisch ausgebildet sein und funktionieren. Hierbei kann auch eine Automatisierung nach Lagerreihen (51) getrennt vorliegen.

[0071] Abwandlungen der gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind in verschiedener Weise möglich. Insbesondere können die verschiedenen vorbeschriebenen Varianten beliebig untereinander kombiniert und ausgetauscht werden.

[0072] Abwandlungen des mehrteiligen Trockenraums (9) und des Trockenprozesses sind ebenfalls in verschiedener Weise möglich. Der Durchlauftrockner (44) hat in der gezeigten Ausführungsform sechs Lagerreihen (51). Er kann alternativ nur eine Lagerreihe (51) oder eine beliebige andere Reihenzahl aufweisen. Ferner kann ein Durchlauftrockner (44) auch in Verbindung mit einem einteiligen Trocknungsraum (9) wie im ersten Ausführungsbeispiel Verwendung finden. Der Fertigtrocknenbereich (43) kann alternativ ein überdachter Abstellbereich in der Art eines Lagers sein, in dem die hinreichend stabilisierten Formteile (2) aus dem Klimaraum (42) gebracht werden. In diesem Abstellbereich kann auf eine Belüftungseinrichtung verzichtet werden, sodass die Formteile (2) auf natürliche Weise unter Umgebungseinfluss fertigtrocknen. Dieser Abstellbereich kann sich außerhalb der Anlage (1) befinden.

[0073] Bei der gezeigten Ausführungsform von Fig. 5 und Fig. 6 sind die Trockenzonen (45) in Förderrichtung (54) ungefähr gleich lang. Sie können alternativ unterschiedliche Längen aufweisen. Ferner ist es möglich, innerhalb eines Durchlauftrockners (44) verschieden lange Trockenzonen (45) nebeneinander anzuordnen, um dadurch unterschiedlichen Trocknungserfordernissen von Formteilen (2) Rechnung zu tragen. Auch die Zonenzahl kann von Lagerreihe zu Lagerreihe oder nach Gruppen von Lagerreihen variieren.

Bezugszeichenliste

1	Anlage, Produktionsanlage
2	Trockengut, keramisches Teil, Ziegel
3	Anlagenraum, Werkhalle
4	Produktionseinrichtung
5	Presse
6	Trenneinrichtung
7	Brennofen
8	Trocknungseinrichtung
9	Trocknungsraum
10	Wand
11	Durchlassöffnung
12	Trockenluft
13	Zuluft
14	Abluft
15	Aufnahme, Trockengestell
16	Freiraum, Gang
17	Einrichtung zur Einstellung des Klimas
18	Einrichtung zur Belüftung
19	Einrichtung zum Luftdurchsatz
20	Einrichtung zur Luftumwälzung
21	Einrichtung zur Klimamessung
22	Feuchtemesser
23	Temperaturmesser
24	Trocknungssteuerung
25	Recheneinheit, Computer
26	Zeitglied
27	steuerbarer Verschluss, Klappe
28	Durchsatzlüfter, Ventilator
29	Umwälzlüfter, Drehlüfter
30	Einrichtung zur Feuchtebestimmung des Trockenguts
31	Leitwertmesser
32	Elektrode
33	Elektrode
34	Spannungsquelle
35	Messgerät
36	Schwindungsmesser
37	Stecker
38	Längenmesser, Potenziometer
39	Plattenwärmetauscher
40	Leitung, Zuluftleitung
41	Leitung, Abluftleitung
42	Trockenraumteil, Klimaraum
43	Trockenraumteil, Fertigtrocknenbereich
44	Durchlauftrockner
45	Trockenzone

- 46 Verteilung
- 47 Beschickungseinrichtung
- 48 Fördereinrichtung
- 49 Belüftungseinrichtung
- 50 Gasse
- 51 Lagerreihe
- 52 Wärmekammer
- 53 Zuführung
- 54 Transportrichtung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 0248168 A2 [\[0002\]](#)
- FR 2582644 [\[0003\]](#)

Schutzansprüche

1. Trocknungseinrichtung zum Trocknen von Formteilen (2) aus plastischen Massen, insbesondere keramischen oder keramikähnlichen Massen, mittels zugeführter Trockenluft (12) und mit mindestens einem von Wänden (10) umgebenen Trocknungsraum (9), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trocknungseinrichtung (8) derart ausgebildet ist, dass der Trocknungsprozess im Wesentlichen mit der aus der Umgebung des Trocknungsraums (9) zur Verfügung gestellten Wärmeenergie durchführbar ist.

2. Trocknungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Trockenraum (9) einteilig ausgebildet ist, wobei der Trocknungsprozess im Trockenraum (9) im Wesentlichen mit der aus der Umgebung des Trocknungsraums (9) zur Verfügung gestellten Wärmeenergie durchführbar ist.

3. Trocknungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Trockenraum (9) mehrteilig ausgebildet ist und mehrere Trockenraumteile (42, 43) für einen mehrstufigen Trocknungsprozess aufweist, wobei im ersten Trockenraumteil (42) der Trocknungsprozess im Wesentlichen mit der aus der Umgebung des Trocknungsraums (9) zur Verfügung gestellten Wärmeenergie durchführbar ist.

4. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (8) im wesentlichen auf eine Wärmezufuhr aus der äußeren Umgebung des Trocknungsraums (9) oder des Trockenraumteils (42) ausgelegt ist.

5. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (8) zum Trocknen von keramischen Formteilen (2) aus Ton oder Lehm, insbesondere von massiven oder gelochten Ziegeln, bevorzugt Mauer-, Dach- oder Ornamentziegeln, vorgesehen und ausgebildet ist.

6. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (8) die Trockenluft (12) unter Nutzung der darin enthaltenen Wärme als Zuluft (13) aus der äußeren Umgebung des Trocknungsraums (9) oder des Trockenraumteils (42), insbesondere aus einem umgebenden Anlagenraum (3) holt.

7. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trocknungsraum (9) oder das Trockenraumteil (42) eine oder mehrere verschließbare Durchlassöffnungen (11) aufweist, durch welche die Luft (12, 13, 14) aus der Umgebung des Anlagenraums (3) in den Trocknungsraum (9) und wieder zu-

rück in die Umgebung, insbesondere eine Anlagenumgebung (3), strömen kann.

8. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Trocknen der keramischen Teile (2) erforderliche Wärmeenergie im Wesentlichen aus der äußeren Umgebung des Trocknungsraums (9) oder des Trockenraumteils (42), insbesondere aus einem umgebenden Anlagenraum (3) einbringbar und über eine Zuluft (13) aus der Umgebungsluft zuführbar ist.

9. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Klima der Trockenluft (12) im Wesentlichen über die vorhandene Feuchte in der Trockenluft (12) steuerbar und gegebenenfalls regelbar ist, indem entsprechend Zuluft (13) zuführbar und Abluft (14) abführbar ist.

10. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Formteile (2) im Bereich der Formungs- oder Extrusionstemperatur belassbar und trockenbar sind.

11. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trocknungsprozess und das Klima im Trocknungsraum (9) oder im Trockenraumteil (42) durch Beeinflussung des Durchsatzes der Trockenluft (12) steuerbar oder regelbar ist.

12. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trocknungsraum (9) nach außen gegen die Umgebung in einem Anlagenraum (3) abschließbar ist.

13. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (8) keine Heizeinrichtung für die Trockenluft aufweist.

14. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trockenraum (9) oder das Trockenraumteil (42) eine Einrichtung (17) zur Einstellung des Klimas im Trocknungsraum (9) aufweist.

15. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trockenraum (9) oder das Trockenraumteil (42) eine Trocknungssteuerung (24) aufweist.

16. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (8) eine Einrichtung (30) zur Feuchtebestimmung der Formteile (2) aufweist.

17. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (30) zur Feuchtebestimmung der Formteile (2) mit der Trocknungssteuerung (24) verbunden ist.

18. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (17) zur Einstellung des Klimas eine Einrichtung (21) zur Klimamessung aufweist.

19. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (8) die Trocknung des Keramikguts (2) durch aus der äußeren Umgebung zugeführte Trockenluft (12) bewirkt, deren Klima und insbesondere deren Feuchtegehalt, durch die Klimatisierungseinrichtung (17) beeinflusst wird.

20. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (21) zur Klimamessung einen Feuchtemesser (22) und einen Temperaturmesser (23) aufweist.

21. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (21) zur Klimamessung mit der Trocknungssteuerung (24) verbunden ist.

22. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (17) zur Einstellung des Klimas eine Belüftungseinrichtung (18) aufweist.

23. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftungseinrichtung (18) mit der Trocknungssteuerung (24) verbunden ist.

24. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftungseinrichtung (18) eine oder mehrere Durchlassöffnungen (11) mit einem steuerbaren Verschluss (27) in mindestens einer Wand (10) oder am Dach aufweist.

25. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftungseinrichtung (18) eine Einrichtung (19) für den Trockenluftdurchsatz in und aus dem Trocknungsraum (9) oder dem Trockenraumteil (42) aufweist.

26. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (19) für den Trockenluftdurchsatz ein oder mehrere Durchsatzlüfter (28) aufweist.

27. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftungseinrichtung (18) eine Einrichtung (19) für die Trockenluftumwälzung im Trocknungsraum (9) oder im Trockenraumteil (42) aufweist.

28. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (19) für die Trockenluftumwälzung ein oder mehrere Umwälzlüfter (29) im Trocknungsraum (9) oder im Trockenraumteil (42) aufweist.

29. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (8) einen Wärmetauscher (39) für Zu- und Abluft (13, 14) aufweist.

30. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (30) zur Feuchtebestimmung der Formteile (2) mindestens einen mit einem Formteil (2) verbindbaren elektrischen Leitwertmesser (31) aufweist.

31. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (30) zur Feuchtebestimmung des Trockenguts (2) mindestens einen mit einem Formteil (2) verbindbaren Schwindungsmesser (36) aufweist.

32. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Leitwertmesser (31) und der Schwindungsmesser (36) zu einem Gerät kombiniert sind.

33. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Leitwertmesser (31) mindestens zwei mit einem Formteil (2) verbindbare Elektroden (32, 33), eine Spannungsquelle (34) und ein Messgerät (35) aufweist.

34. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwindungsmesser (36) mindestens zwei mit einem Formteil (2) mit gegenseitigem Abstand verbindbare Stecker (37) und ein Abstandsmessgerät (38) aufweist.

35. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stecker (37) als Elektroden (32, 33) ausgebildet sind.

36. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (8) derart gesteuert ist, dass bei Erreichen einer vorgegebenen Rest-

feuchte in den Formteilen (2) Trocknungsprozess beendet oder verlagert wird.

37. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (8) derart gesteuert ist, dass bei Erreichen einer Knickstelle im Leitwertverlauf die Klimaregelung abgeschaltet und die Belüftung der Formteile (2) intensiviert wird.

38. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (8) einen Durchlauftrockner (44) mit mehreren Trockenzonen (45) und einer Fördereinrichtung (48) aufweist.

39. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Trockenraum (9) oder im Trockenraumteil (42) mehrere bewegliche, insbesondere fahrbare Gutaufnahmen (15), insbesondere mehrlagige rahmenartige Trockengestelle, aufweist.

40. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Gutaufnahmen (15) oder Trockengestellten Freiräume oder Gänge angeordnet sind.

41. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trockenraumteil (42) als Trocknungskammer oder als Durchlauftrockner (44) ausgebildet ist.

42. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchlauftrockner (44) mehrere unterschiedlich klimatisierte und gegeneinander abgegrenzte Trockenzonen (45) aufweist.

43. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Trockenzone (45) ihre eigene Einrichtung (19) für den Luftdurchsatz aufweist.

44. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am Eingang des ersten Trockenraumteils (42) eine Beschickungseinrichtung (47) für die Formteile (2) angeordnet ist.

45. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trocknungsraum (9) eine Fördereinrichtung (48) für die Gutaufnahmen (15) oder Trockengestelle aufweist.

46. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mehrteilige Trockenraum (9) ein Trocken-

raumteil (43) zur forcierten Trocknung der stabilisierten Formteile (2) aufweist.

47. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Trockenraumteil (43) ein wesentlich stärkerer Luftaustausch als im Trockenraumteil (42) erfolgt.

48. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Trockenraumteil (42) mehrere Ansaugschächte mit Durchsatzlüftern oder Ventilatoren (28) für die Zuluft (13) aufweist.

49. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Abluft (14) am Dach des ersten Trockenraumteils (42) Abluftkamine mit einer Einrichtung (19) für den Luftdurchsatz angeordnet sind.

50. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trocknungsraum (9) einen umhausten Klimaraum (42) mit einer nach der Feuchte der Formteile (2) geregelten Klimatisierung und einen anschließenden Fertigtrockenbereich (43) mit einer forcierten Trocknung aufweist.

51. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trockenraumteil (43) mindestens eine Belüftungseinrichtung (49) und eine Wärmekammer (52) mit einer Zuführung (53) für Wärme und mehreren zum Trockengut (2) gerichteten Auslässen für erwärmte Luft aufweist.

52. Trocknungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass über die Zuführung (53) Abwärme aus einer Anlage (1), insbesondere von einem Brennofen (7), zuführbar ist.

53. Anlage zur Herstellung keramischer Teile (2), bestehend aus einer Produktionseinrichtung (4) und einer Trocknungseinrichtung (8), dadurch gekennzeichnet, dass die Produktionseinrichtung (4) und die Trocknungseinrichtung (8) gemeinsam in einem Anlagenraum (3) angeordnet sind, wobei die Luft aus dem Anlagenraum (3) den keramischen Teilen (2) im wesentlichen ohne Zusatzbeheizung zur Trocknung zugeführt wird.

54. Anlage nach Anspruch 53 dadurch gekennzeichnet, dass die Produktionseinrichtung (4) einen Brennofen (7) für die Formteile (2) aufweist.

55. Anlage nach Anspruch 53 oder 53, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinrichtung (**8**) nach einem der Ansprüche 1 bis 52 ausgebildet ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

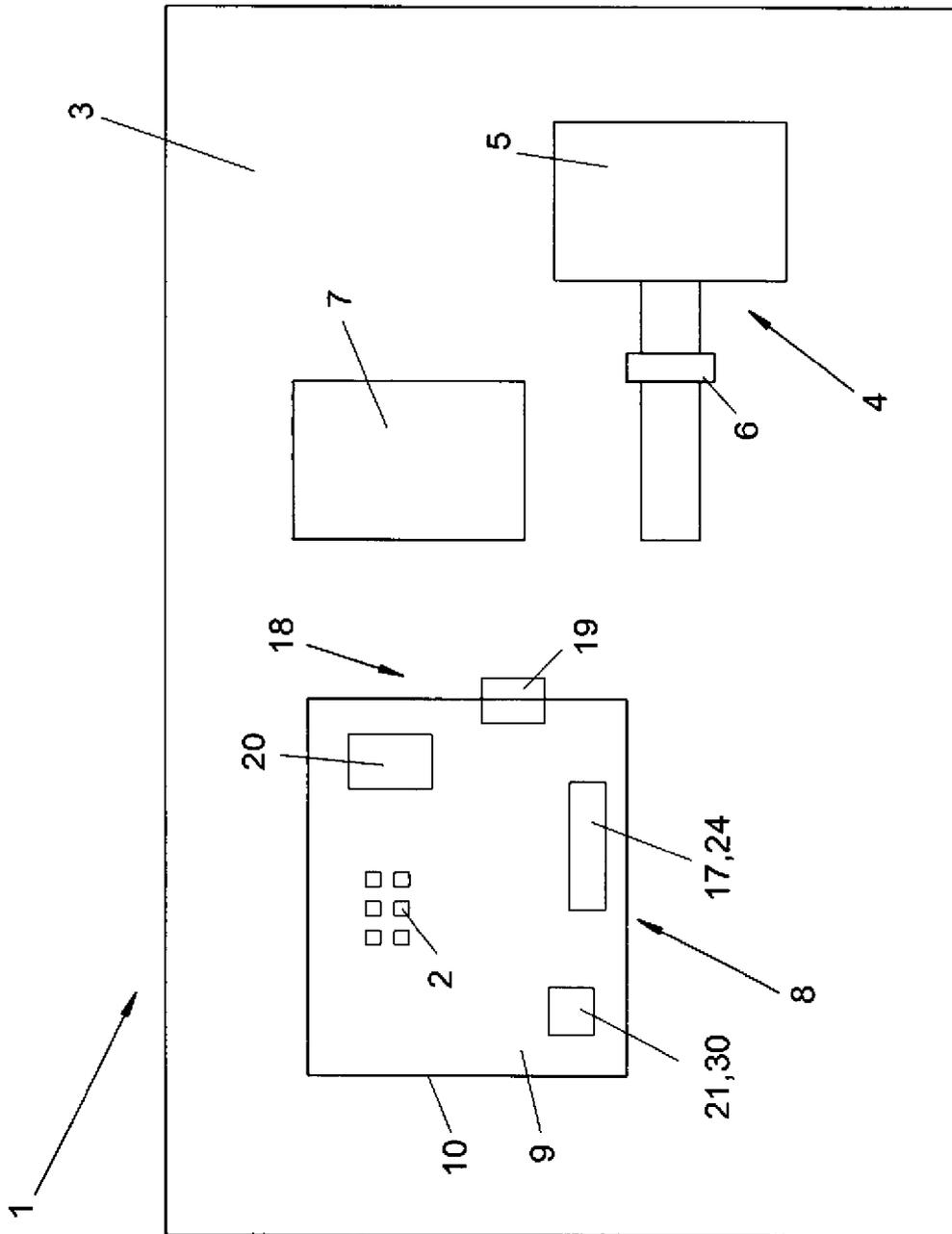


Fig. 1

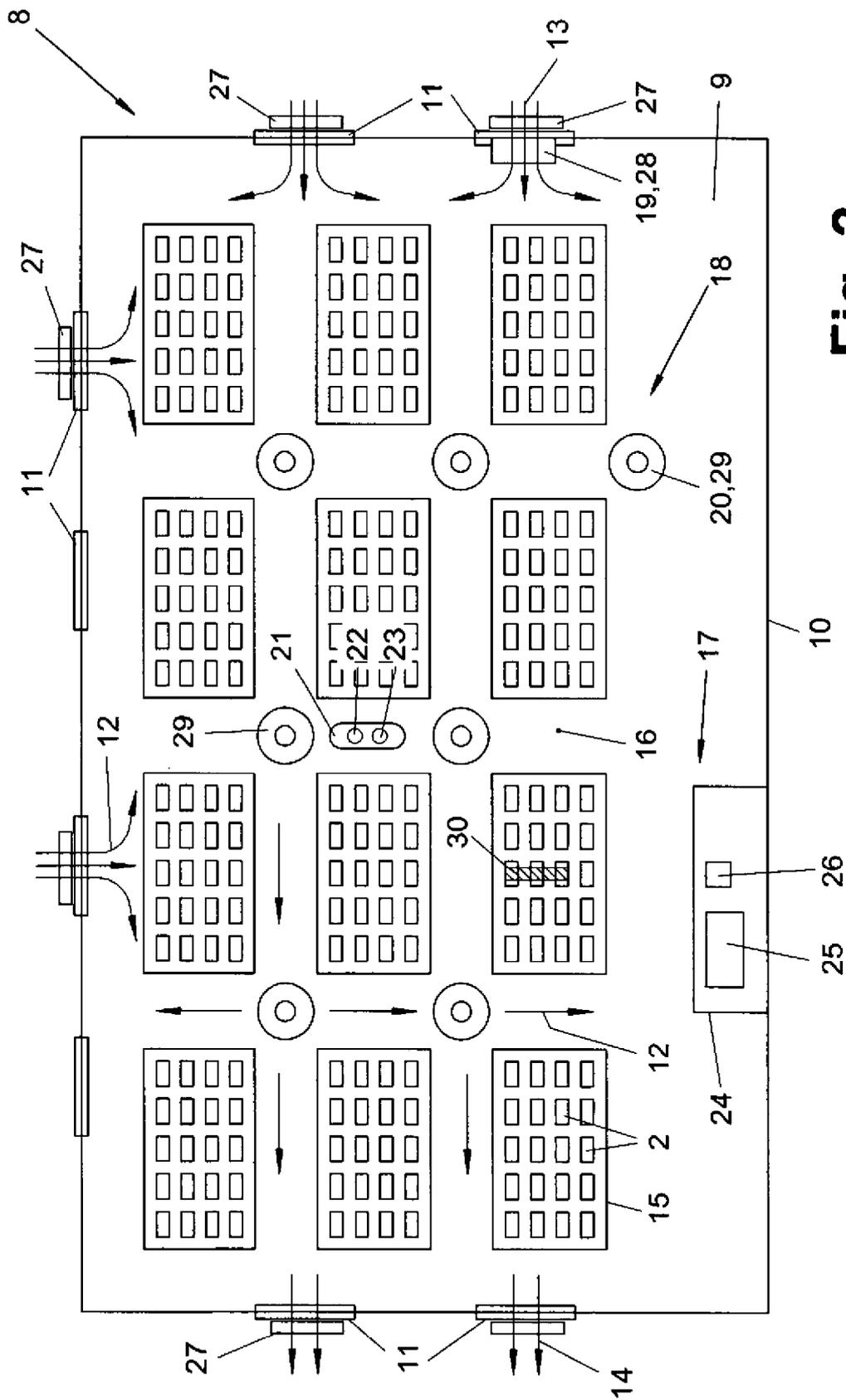


Fig. 2

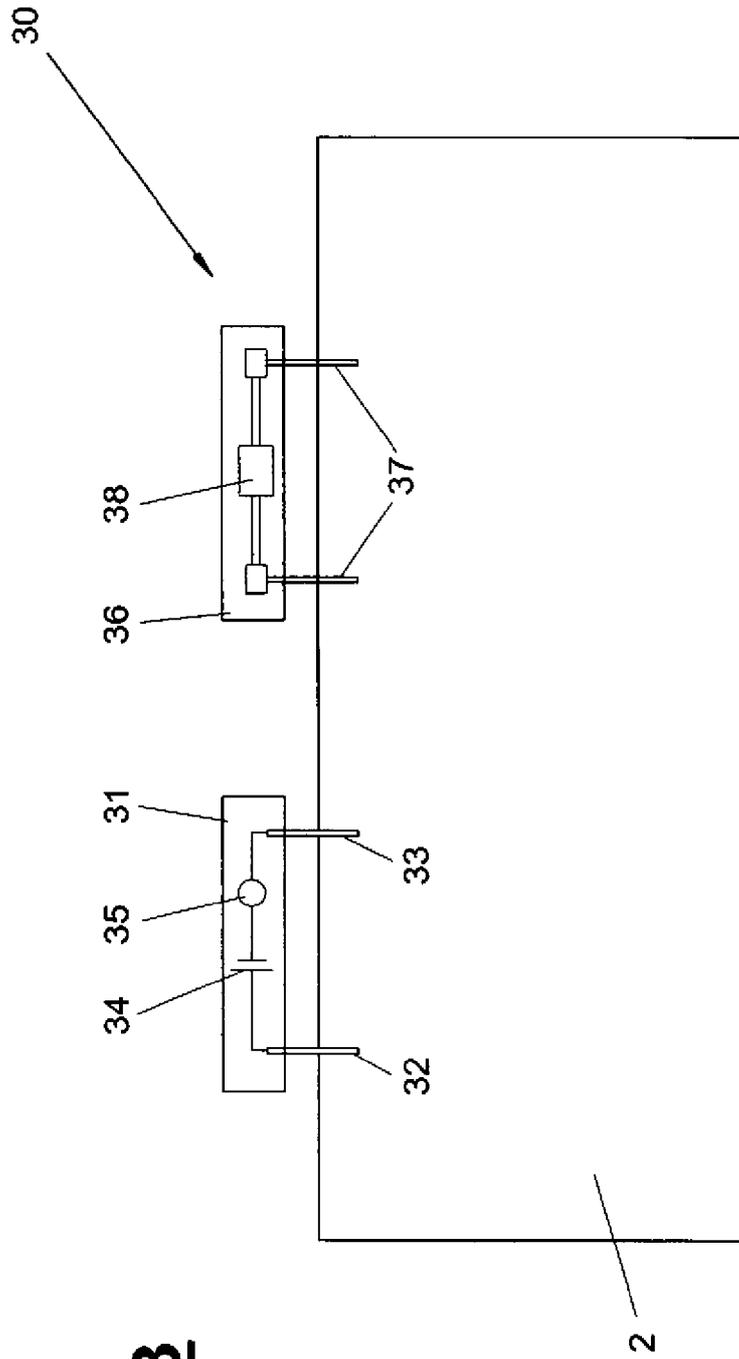


Fig. 3

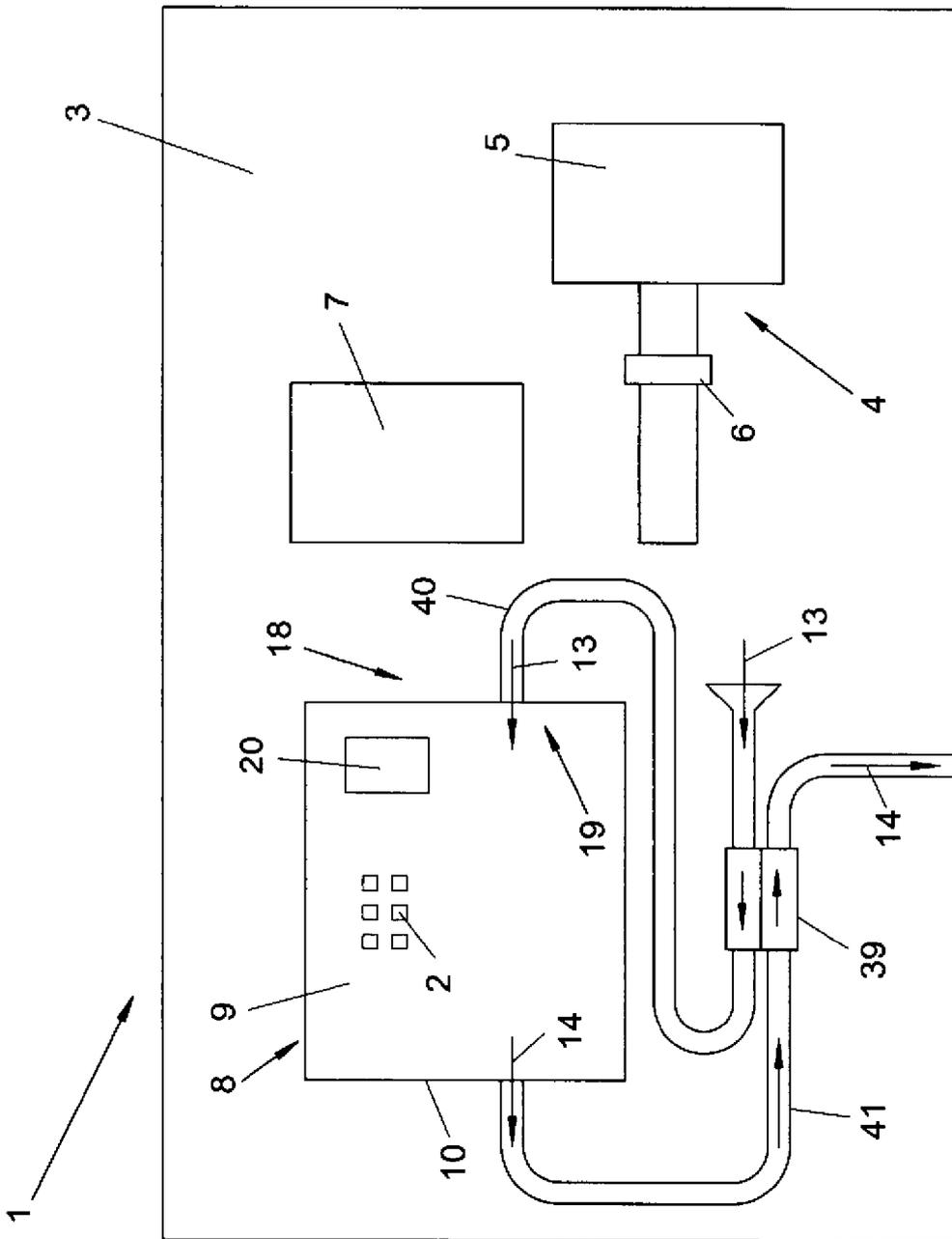


Fig. 4

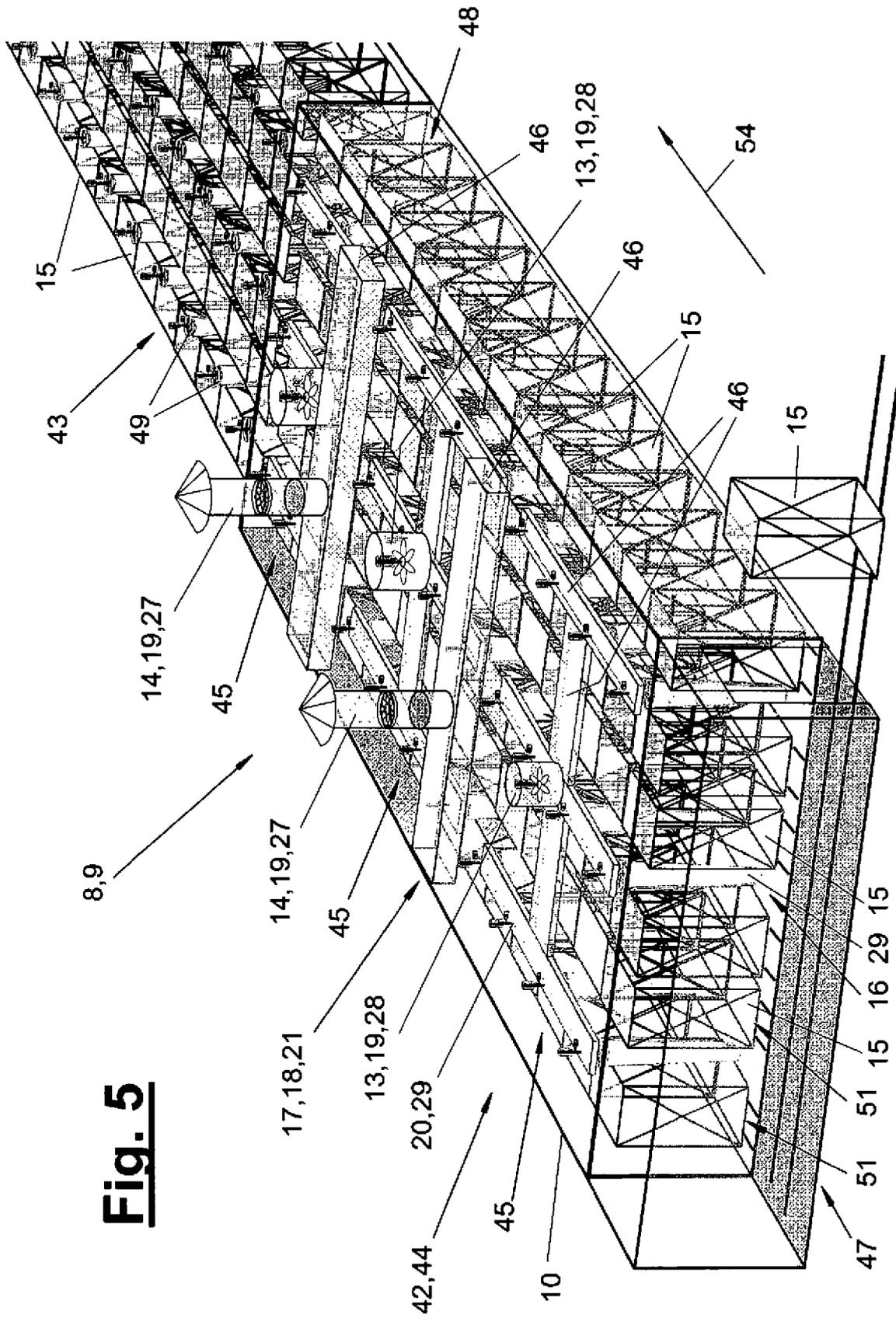
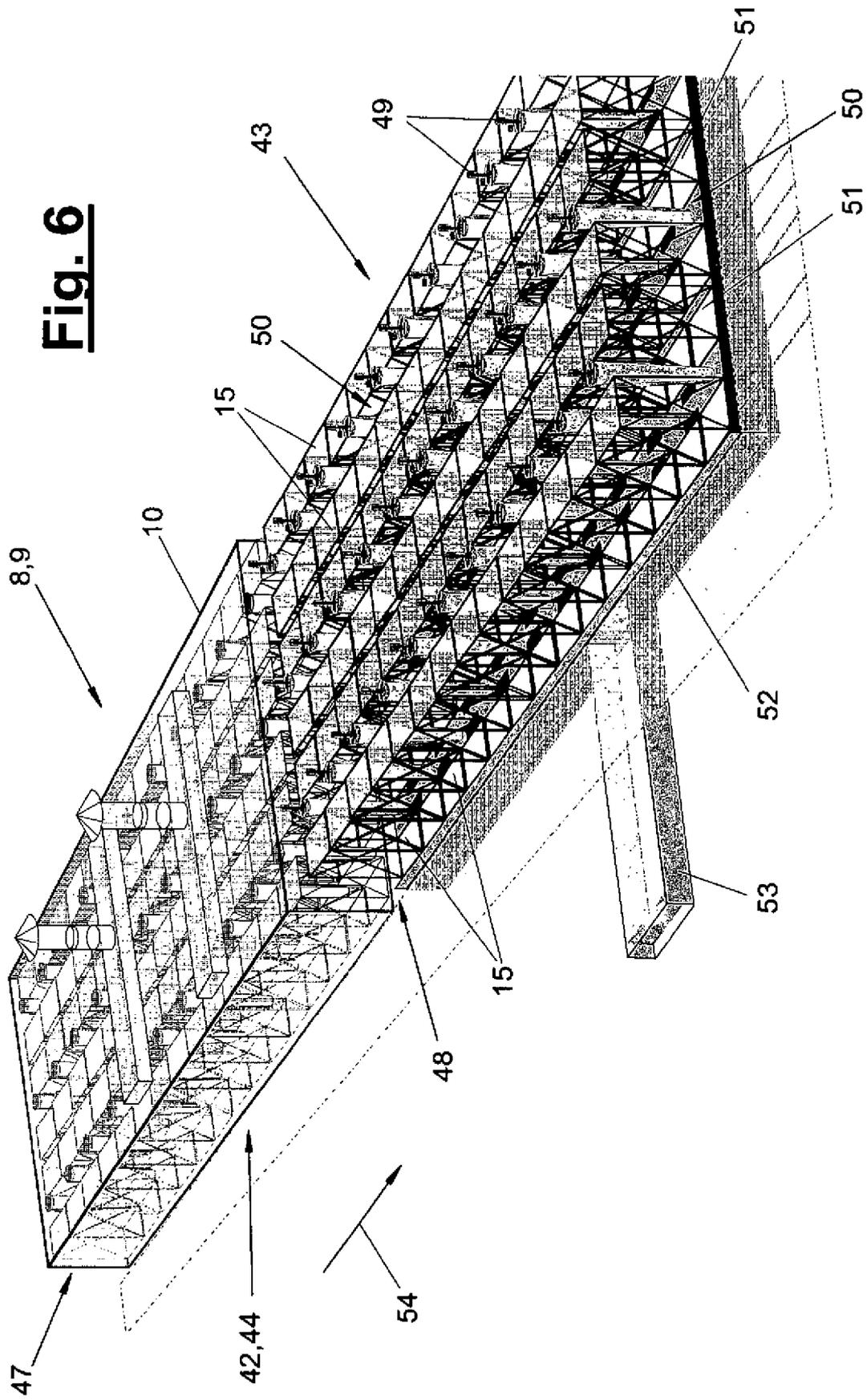


Fig. 5

Fig. 6



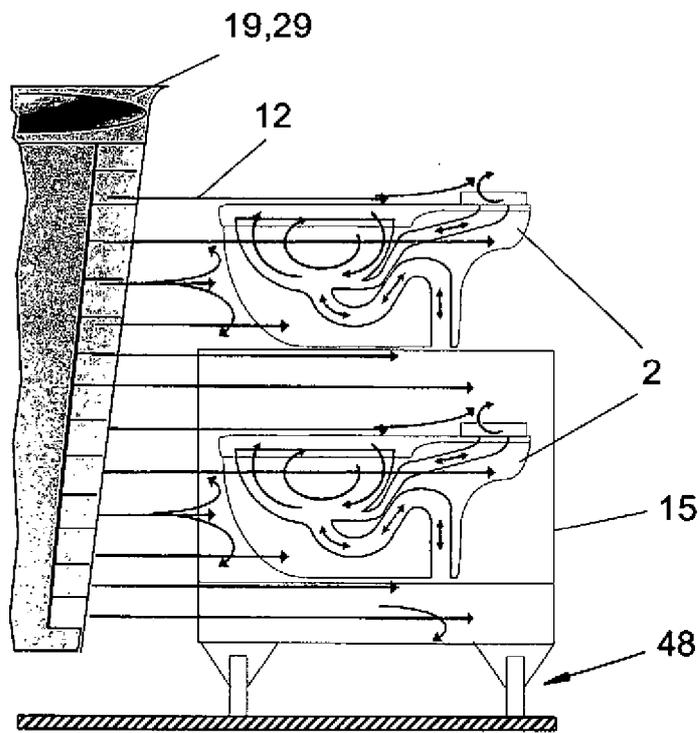
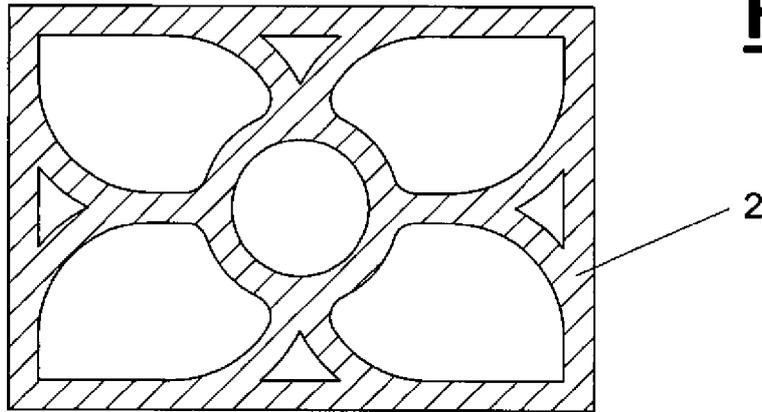


Fig. 8

Fig. 9

