

(19)



(11)

EP 3 312 522 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.04.2018 Patentblatt 2018/17

(51) Int Cl.:
F24H 3/06 (2006.01) **F23B 20/00 (2006.01)**
F24H 9/00 (2006.01) **F24H 9/20 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **17020485.3**

(22) Anmeldetag: **20.10.2017**

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

(71) Anmelder: **LASCO Heutechnik GmbH**
5221 Lochen (AT)

(72) Erfinder: **Landrichinger, Johannes**
5221 Lochen (AT)

(74) Vertreter: **Heyerhoff Geiger & Partner**
Patentanwälte PartGmbH
Heiligenbreite 52
88662 Überlingen (DE)

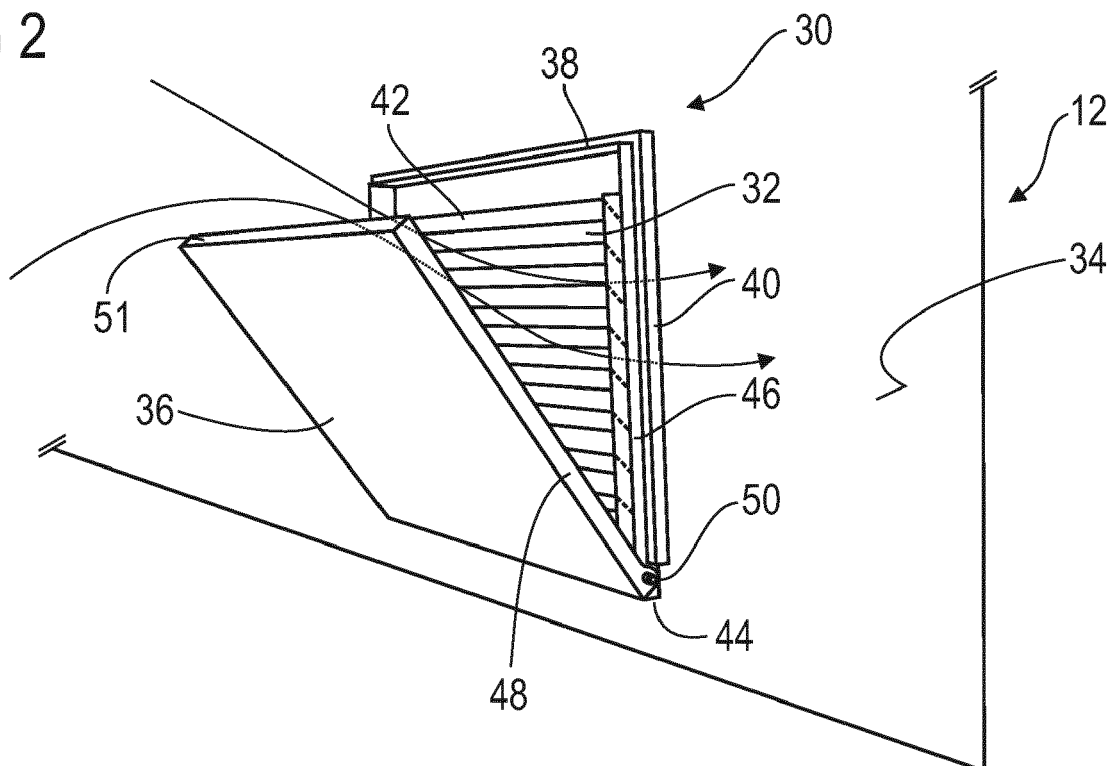
(30) Priorität: **20.10.2016 DE 102016120065**

(54) MOBILER WARMLUFTERZEUGER UND VERFAHREN ZU SEINEM BETRIEB

(57) Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betreiben eines mobilen Warmlufterzeugers (2), bei dem Festbrennstoff in einer Brennkammer (4) verbrannt wird und ein Kühlluftgebläse (24) Umgebungsluft durch eine Einlassöffnung (26) eines Außengehäuses (12) des Warmlufterzeugers (2) in das Gehäuseinnere und durch eine Auslassöffnung (28) wieder aus dem Außengehäu-

se (12) hinaus drückt und hierdurch einen Überdruck innerhalb des Außengehäuses (12) erzeugt.

Um einen zuverlässigen Betrieb zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass das Kühlluftgebläse (24) gestoppt wird und eine Klappe (36, 54) einer Lüftungseinheit (30) im Außengehäuse (12) sich durch ihr innewohnende potentielle Energie in ihre Öffnungsstellung bewegt.

FIG 2**EP 3 312 522 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen mobilen Warmlufterzeuger und Verfahren zu seinem Betrieb. Hinsichtlich des Verfahrens betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines mobilen Warmlufterzeugers, bei dem Festbrennstoff in einer Brennkammer des Warmlufterzeugers verbrannt wird und ein Kühlluftgebläse Umgebungsluft durch eine Einlassöffnung eines Außengehäuses des Warmlufterzeugers in das Gehäuseinnere und durch eine Auslassöffnung wieder aus dem Außengehäuse hinausdrückt und hierdurch einen Überdruck innerhalb des Außengehäuses erzeugt.

[0002] Aus der EP 2 541 141 A2 ist ein mobiler Warmluftofen bekannt, bei dem Holz in einer Brennkammer verbrannt wird. Die heißen Rauchgase werden einem Wärmetauscher zugeführt, durch den zur dessen Kühlung Umgebungsluft hindurchgeblasen wird. Die Umgebungsluft wird von einem Kühlluftgebläse angesaugt und durch eine Einlassöffnung des Außengehäuses des Warmlufterzeugers in das Gehäuseinnere und den Wärmetauscher geblasen. Durch eine Auslassöffnung verlässt die erwärmte Umgebungsluft den Warmlufterzeuger wieder und steht zur Nutzung, beispielsweise zur Heizung eines Zelts oder zum Trocknen eines Gebäudes, zur Verfügung.

[0003] Bei einem Stromausfall kommt das Kühlluftgebläse, das die Umgebungsluft durch den Warmlufterzeuger treibt, zum Stillstand und die Kühlung des Wärmetauschers und der sonstigen von Umgebungsluft umströmten Systeme des Warmlufterzeugers fällt im Wesentlichen aus. Zwar bricht auch die Verbrennung zusammen, da die Frischluftzufuhr in die Brennkammer zum Erliegen kommt, doch die in der Brennkammer vorhandene Glut kann noch für eine Weile starke Hitze erzeugen, die sich im Wesentlichen in der Rauchgaszuführung von der Brennkammer zum Wärmetauscher sammelt. Der gesamte obere Teil des Warmlufterzeugers erhitzt sich hierdurch stark, sodass elektrische Aggregate zerstört werden können.

[0004] Die EP 2 541 141 A2 schlägt zur Lösung dieses Problems vor, die elektrischen Aggregate nur auf der Kaltseite des Warmlufterzeugers anzuordnen, sodass diese vor einer starken Überhitzung geschützt sind.

[0005] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben eines mobilen Warmlufterzeugers anzugeben, mit dem dieser sicher betreibbar ist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem erfindungsgemäß das Kühlluftgebläse gestoppt wird, beispielsweise durch einen Stromausfall, und eine Klappe einer Lüftungseinheit mit einer Hitzeschutzöffnung im Außengehäuse sich durch ihr innewohnende potentielle Energie in ihre Öffnungsstellung bewegt.

[0007] Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass die Umgebungsluft zu ihrer Erwärmung durch die Einlassöffnung und die Auslassöffnung des Außengehäuses durch den Warmlufterzeuger getrieben wird. Um

einen Verlust von Warmluft möglichst gering zu halten, ist das Außengehäuse mit Ausnahme der beiden genannten Öffnungen sinnvollerweise zumindest im Wesentlichen hermetisch verschlossen. Erhitzt sich die Luft im Inneren des Außengehäuses bei einem Stromausfall sehr stark, kann sie nur durch die Einlassöffnung oder Auslassöffnung den Warmlufterzeuger verlassen. Die beiden Öffnungen können groß genug ausgeführt werden, um im Notfall für eine ausreichende Kühlung des Warmlufterzeugers zu sorgen, zumindest dann, wenn die elektrischen Aggregate auf der Kaltseite des Warmlufterzeugers angeordnet sind.

[0008] Bei einem mobilen Einsatz des Warmlufterzeugers, beispielsweise zur Beheizung eines Festzelts, ist es wünschenswert, dass der Warmlufterzeuger so leise wie möglich betrieben wird. Je nach Ausführung des Warmlufterzeugers kann diesem Wunsch Rechnung getragen werden, wenn das Kühlluftgebläse nicht wie bisher ein Axiallüfter ist, sondern als Kühlluftgebläse ein Radialgebläse verwendet wird. Ein Radialgebläse versperrt jedoch in inaktivem Zustand die Einlassöffnung soweit, dass heiße Luft nicht ausreichend aus dem Innern des Außengehäuses entweichen kann. Im Einsatz kann zudem die Auslassöffnung durch einen Luftschlauch versperrt werden, sodass auch dort ein freier Abzug der heißen Luft versperrt sein kann. Es besteht somit dann das Risiko der Gerätezerstörung durch Überhitzung bei einem Stromausfall, wenn die Einlassöffnung durch einen Radiallüfter und auch die Auslassöffnung durch einen Luftschlauch versperrt sind. Durch die Hitzeschutzöffnung kann auch in diesem Fall heiße Luft aus dem Außengehäuse entweichen, sodass einer Gerätezerstörung entgegengewirkt wird.

[0009] Durch die von ihrer potentiellen Energie getriebene Bewegung, insbesondere eine selbständige Bewegung, in ihre Öffnungsstellung ist die Klappe der Lüftungseinheit unabhängig von elektrischer Energie und öffnet nach einem Stromausfall selbständig. Es bedarf keines Öffnungsmotors und keiner elektrischen oder elektronischen Steuerung, sodass ein sehr zuverlässiges Öffnen bei einem Stromausfall gewährleistet ist.

[0010] Die der Klappe innewohnende potentielle Energie kann aus einer Stellung der Klappe resultieren, die in ihre Öffnungsstellung fällt, und/oder in einem gespannten Federelement gespeichert sein, das an der Klappe anliegt und diese in Richtung ihrer Öffnungsstellung drückt oder zieht. Ebenfalls möglich ist die Speicherung der potentiellen Energie in einem anderen Element, das die Klappe durch den Abbau der potentiellen Energie in ihre Öffnungsstellung drückt oder zieht.

[0011] Der Warmlufterzeuger ist zweckmäßigerweise eine für die Verbrennung eines Biomassebrennstoffs vorbereitete Anlage. Besonders vorteilhaft ist eine Holzfeuerungsanlage für den Betrieb mit beispielsweise Hackschnitzeln oder Pellets. Auch eine Verbrennung von Mist oder landwirtschaftlichem Abfallgut ist möglich und vorteilhaft.

[0012] Der Warmlufterzeuger ist ein mobiler Warmluf-

terzeuger, ist also dafür vorgesehen, mithilfe eines Fahrzeugs oder- falls er mit Rädern bestückt ist - per Hand an seinen Einsatzort transportiert, dort betrieben und später an einem anderen Einsatzort erneut betrieben zu werden. Hierzu umfasst der Warmlufterzeuger zweckmäßigerweise eine tragende Konstruktion und ein Anhebeelement, das dazu vorbereitet ist, den gesamten Warmlufterzeuger mithilfe eines Hebegeräts am Anhebeelement anzuheben. Das Anhebeelement kann ein Einschub für einen Gabelstapler, eine obere Befestigung für eine Seilaufhängung eines Krans oder dergleichen sein, sodass der Warmlufterzeuger angehoben und beispielsweise auf eine Ladefläche eines LKWs abgestellt werden kann.

[0013] Der mobile Warmluftofen kann zur Beheizung von Räumen, eines ganzen Gebäudes, eines Zelts oder dergleichen verwendet werden. Geeignet ist er auch zur Erzeugung von Prozesswärme, zum Beispiel für die Trocknung von landwirtschaftlichem Gut, wie Heu, Mais, Tierfutter, sowie zum Beheizen von beispielsweise Lackieranlagen. Das Außengehäuse ist zweckmäßigerweise ein äußeres Gehäuse des mobilen Warmlufterzeugers, das bei einem Betrieb im Freien beispielsweise der Witterung ausgesetzt ist. Es kann eine senkrechte Außenwand haben, an der die Lüftungseinheit angeordnet ist. Die Hitzeschutzöffnung kann hierbei ebenfalls senkrecht ausgerichtet sein, ebenso wie die Klappe in ihrem geschlossenen Zustand, also im Betriebszustand.

[0014] Die Einlassöffnung und die Auslassöffnung sind zweckmäßigerweise in einander gegenüberliegenden Wänden des Außengehäuses angeordnet. Hierdurch kann eine widerstandsarme Durchströmung des Warmlufterzeugers mit Kühlluft erreicht werden. Hierbei können die beiden Öffnungen zumindest teilweise auf gleicher Höhe angeordnet sein. Möglich ist auch, dass die Auslassöffnung in ihrem geometrischen Schwerpunkt höher als die Einlassöffnung liegt.

[0015] Eine kompakte Bauweise des Warmlufterzeugers kann erreicht werden, wenn die Einlassöffnung und die Auslassöffnung in der gleichen Seite des Außengehäuses angeordnet sind. Hierbei ist die Auslassöffnung zweckmäßigerweise über der Einlassöffnung angeordnet.

[0016] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung bewegt sich die Klappe bei Abfallen des Überdrucks unter einen Grenzwert durch die potentielle Energie selbständig gegen den Überdruck in ihre Öffnungsstellung. Auf einen motorischen Antrieb kann verzichtet werden, sodass ein sehr zuverlässiges Öffnen erreicht wird.

[0017] Weiter ist es vorteilhaft, wenn die Klappe alleine durch den Überdruck aus ihrer Öffnungsstellung herausbewegt und in ihre Schließstellung gedrückt wird. Der Überdruck ist hierbei zweckmäßigerweise ein im Betrieb des Warmlufterzeugers üblicher Druck innerhalb des Außengehäuses.

[0018] Zweckmäßigerweise bewegt sich die Klappe bei ihrer Öffnungsbewegung in Richtung des Gehäusein-

neren. Bei einer Bewegung in ihre Öffnungsstellung entfernt sie sich insbesondere zumindest teilweise von der Innenwand des Außengehäuses. Durch den Überdruck kann die Klappe besonders einfach in ihre Schließstellung gedrückt werden. Außerdem wird einer Beschädigung der Klappe im geöffneten Zustand während des Betriebs des Warmlufterzeugers vorgebeugt.

[0019] Die Klappe kann in einen ebenen Bereich des Außengehäuses angeordnet sein, dessen ebene Fläche die Klappe ringsum umgeben kann, beispielsweise zumindest 10 cm ringsum. Im Betrieb beziehungsweise im Betriebszustand des Warmlufterzeugers ist die Klappe zweckmäßigerweise zumindest im Wesentlichen parallel zu dem die Klappe umgebenden, ebenen Bereich des Außengehäuses ausgerichtet.

[0020] Auf einen aufwändigen Schließmechanismus zum Schließen der Klappe kann verzichtet werden, wenn diese durch den Überdruck innerhalb des Außengehäuses selbstständig in ihre Schließstellung bewegt wird. Dies kann erreicht werden, wenn das Kühlluftgebläse eingeschaltet wird und dieses den Überdruck im Außengehäuse aufbaut, durch den Luft durch die Hitzeschutzöffnung nach außen entweicht und die Klappe bei Erreichen eines Grenzwerts des Überdrucks durch den durch die Lüftungseinheit nach außen strömenden Luftstrom in ihre Schließstellung gebracht wird. Der Luftstrom übernimmt den Antrieb der Klappe, die bei einem genügenden Überdruck hierdurch selbsttätig, zuverlässig und besonders einfach schließt.

[0021] Ein zuverlässiges Schließen der Klappe alleine durch die aus der Hitzeschutzöffnung ausströmende Luft kann begünstigt werden, wenn die Klappe sich durch ein Öffnungsgelenk in ihre Öffnungsstellung bewegt und das dem Öffnungsgelenk gegenüberliegende freie Klappenende von der Austrittsluft, die durch die Hitzeschutzöffnung strömt, umströmt wird.

[0022] Ein zuverlässiges Öffnen der Klappe kann erreicht werden, wenn die potentielle Energie aus angehobener Masse der Klappe stammt, die nach unten in ihre Öffnungsstellung bewegt wird, beispielsweise nach unten in ihre Öffnungsstellung fällt.

[0023] Die Klappe bewegt sich zweckmäßigerweise um ein Öffnungsgelenk in ihre Öffnungsstellung. Ein zuverlässiges vollständiges Öffnen bei einem Abfallen des Überdrucks innerhalb des Außengehäuses unter einen Grenzwert kann erreicht werden, wenn die Abnahme der der Klappe innewohnenden potentiellen Energie pro Grad Öffnungswinkel der Klappe mit der Fallbewegung der Klappe zunimmt. Beispielsweise fällt die Klappe aus einer zumindest im Wesentlichen senkrechten Ausrichtung in eine schräge Ausrichtung. Allgemein gesprochen fällt die Klappe zweckmäßigerweise aus einer Betriebsstellung in eine Stellung, in der sie waagerechter ausgerichtet ist als in ihrer Betriebsstellung.

[0024] Alternativ oder zusätzlich zu einer rein gravitationsgetriebenen Öffnungsbewegung ist es möglich, dass die potentielle Energie aus einer Feder an der Klappe stammt. Die Klappe kann federgetrieben in ihre Öff-

nungsstellung bewegt werden und beispielsweise durch Überdruck innerhalb des Außengehäuses gegen die Federkraft in ihre Schließstellung bewegt werden.

[0025] Bei einem Schließen der Klappe durch Überdruck innerhalb des Außengehäuses kann es vorkommen, dass die Klappe mit einem lauten Knall in ihre Schließstellung fällt. Um Schließgeräusche zu dämpfen, ist es vorteilhaft, wenn sich die Klappe bei ihrer Schließbewegung gegen ein Dämpfungselement bewegt, das einen Schließschlag der Klappe dämpft.

[0026] Bei einem Schließen der Klappe durch Überdruck werden die an der Klappe angreifenden Kräfte im Laufe der Schließbewegung größer. Typischerweise wird diese Schließkraft aufgetragen über die Schließbewegung, beispielsweise den Schließwinkel, nichtlinear größer. Pro zusätzlichem Grad Schließwinkel kann der Schließkraftanstieg beispielsweise immer stärker zunehmen. Um hier ein geräuscharmes Schließen der Klappe zu erreichen, ist es vorteilhaft, wenn das Dämpfungselement bei einem Schließen der Klappe über einen wachsenden Teil seiner Länge eingeklemmt wird. Eine durch das Dämpfungselement verursachte Federkraft gegen eine Schließbewegung der Klappe kann hierdurch auf einfache Weise mit wachsender Schließbewegung stark zunehmend gestaltet werden. Vorteilhafterweise setzt eine gegen die Schließrichtung gerichtete Federkraft des Dämpfungselements bereits ein, wenn die Klappe noch einen Schließweg von zumindest 1 cm bis zum Einklemmen des letzten Teils des Dämpfungselements entfernt ist, insbesondere von zumindest 3 cm. Alternativ zum Schließweg bis zum Einklemmen des letzten Teils des Dämpfungselements kann der Schließweg bis zur Schließstellung verwendet werden.

[0027] Wenn der Warmluftzeuger nur mit einer geringen Leistung betrieben wird, beispielsweise weil anfangs nur wenig Warmluft benötigt wird, so wird auch das Kühlluftgebläse mit einer geringen Drehzahl betrieben. Der Überdruck innerhalb des Außengehäuses ist gering, sodass es vorkommen kann, dass der Überdruck nicht ausreicht, um die geöffnete Klappe der Lüftungseinheit zu schließen. Es ist daher vorteilhaft, wenn eine Steuerung des Kühlluftgebläses so programmiert ist, dass ein Betriebsbeginn mit einem Vollastbetrieb des Kühlluftgebläses startet oder das Kühlluftgebläse mit einer solchen Drehzahl betrieben wird, die ein zuverlässiges Schließen der Klappe gewährleistet. Anschließend kann die Drehzahl des Kühlluftgebläses reduziert werden, sodass der kontinuierliche Betrieb des Warmluftzeugers mit der reduzierten Drehzahl erfolgt.

[0028] Die Erfindung ist außerdem gerichtet auf einen mobilen Warmluftzeuger mit einer Brennkammer, einem Außengehäuse umfassend eine Einlassöffnung und eine Auslassöffnung und einem Kühlluftgebläse an der Einlassöffnung zum Eindringen von Umgebungsluft in das Gehäuseinnere.

[0029] Um einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten, wird vorgeschlagen, dass das Außengehäuse erfindungsgemäß zumindest eine Lüftungseinheit mit einer

Hitzeschutzöffnung und einer Klappe aufweist, die so ausgeführt ist, dass sie in ihrer Schließstellung gegenüber der Öffnungsstellung potentielle Energie speichert. Eine zuverlässige Belüftung bei Stromausfall kann erreicht werden und somit ein zuverlässiger weiterer Betrieb.

[0030] Vorteilhafterweise ist die Klappe so zur Lüftungseinheit angeordnet, dass aus der Hitzeschutzöffnung herausströmende Luft die Klappe in Richtung ihrer Schließstellung drückt. Auf einen Schließmotor kann verzichtet werden.

[0031] Um eine hohe Temperaturfestigkeit der Klappe zu erreichen, ist diese zweckmäßigerweise aus Stahl gefertigt, insbesondere aus Edelstahl. Auch bei starken Temperaturwechseln während des Betriebs des Warmluftzeugers kann hierdurch einem Verformen der Klappe derart vorgebeugt werden, sodass sich die Klappe auch nach längeren Betriebszeiten nicht soweit verzieht, dass sie klemmt.

[0032] Vorteilhafterweise ist die Klappe an einem Öffnungsgelenk gelagert, von dem sie nach oben aufragt. Hierdurch kann ein einfaches und insbesondere sanftes Fallen aus der Schließstellung in die Öffnungsstellung gewährleistet werden.

[0033] Zweckmäßigerweise ist die Klappe so gelagert, dass sie ohne einen Überdruck innerhalb des Außengehäuses gegenüber dem Umgebungsdruck von ihrer Schließstellung in ihre Öffnungsstellung fällt.

[0034] Ein zuverlässiges Schließen der Klappe kann durch einen Anschlag erreicht werden, der eine Öffnungsbewegung der Klappe begrenzt. Um einer starken Veränderung der Öffnungsweite, beispielsweise des Öffnungswinkels der Öffnungsstellung, auch bei starken Temperaturänderungen durch Verziehen zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn die Klappe ein die Hitzeschutzöffnung verschließendes Blech aufweist, das an einem Ende einen Anschlag bildet, der den maximalen Öffnungsbereich, insbesondere Öffnungswinkel, festlegt.

[0035] Um ein möglichst dichtes Schließen der Klappe zu erreichen, ist es vorteilhaft, wenn die Klappe einen Schließanschlag aufweist. Dieser kann als Blechabkantung ausgeführt sein, die insbesondere gegenüber einem Öffnungsgelenk der Klappe angeordnet ist. Hierdurch kann eine definierte Schließstellung erreicht werden, die relativ unempfindlich gegen starke Temperaturschwankungen ist.

[0036] Ebenfalls einer guten Abdichtung der Klappe ist es förderlich, wenn diese ein Rahmenelement aufweist und auch das Außengehäuse ein Rahmenelement am Rand der Hitzeschutzöffnung aufweist und die beiden Rahmenelemente ineinander eingreifen. Ein verhältnismäßig präzises Schließen, gegebenenfalls weiter verbessert durch ein Dämpfungselement, kann erreicht werden.

[0037] Ebenfalls einer Dichtigkeit der Klappe in ihrer Schließstellung ist es förderlich, wenn der Warmluftzeuger ein Dämpfungselement aufweist, das bei geschlossener Klappe zwischen Außengehäuse und Klappe

pe eingepresst ist.

[0038] Um einen Schließschlag zu verringern oder aufzufangen, ist das Dämpfungselement vorteilhafterweise so zur Klappe angeordnet, dass es bei einer Schließbewegung der Klappe über einen wachsenden Teil seiner Länge eingeklemmt wird. Weiter ist es vorteilhaft, wenn eine gegen die Schließrichtung gerichtete und durch das Dämpfungselement verursachte Federkraft bereits einsetzt, wenn die Klappe noch einen Schließweg von zumindest 1 cm aufweist, entweder bis zu seiner Schließstellung oder bis zum Einklemmen des letzten Teils des Dämpfungselements.

[0039] Die Klappe kann in einer Seitenwand des Warmlufterzeugers angeordnet sein, beispielsweise in einer senkrechten Seitenwand, oder in einem Dach beziehungsweise einer Decke des Warmlufterzeugers, die eine waagerechte Decke beziehungsweise Dach sein kann, das also im Betrieb des Warmlufterzeugers zumindest im Wesentlichen horizontal ausgerichtet ist. Ein besonders effektiver Luftabzug aus dem Außengehäuse kann erreicht werden, wenn eine Lüftungseinheit in einem Dach des Außengehäuses eingebracht ist. Zweckmäßigerweise ist diese Lüftungseinheit über der Brennkammer angeordnet.

[0040] Um einen unerwünschten Eintrag von Regen oder Schmutz von oben in die Lüftungseinheit außerhalb des Betriebs des Warmlufterzeugers zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn die im Dach angeordnete Hitzeschutzöffnung überdacht ist. Generell kann ein Regenschutz erreicht werden, wenn vor der Hitzeschutzöffnung ein Gitter mit Lamellen angeordnet ist. Um einen großen Öffnungsquerschnitt der Hitzeschutzöffnung zu erreichen, ist es vorteilhaft, wenn diese Lamellen nicht aus einem Stück ausgekantet sind, wie es bei üblichen Lamellengittern der Fall ist, sondern die Lamellen in einen Rahmen eingeschweißt sind. Hierdurch kann ein zuverlässiger Regenschutz verbunden mit einem großen Öffnungsquerschnitt erreicht werden.

[0041] Insbesondere bei einer Hitzeschutzöffnung in einem Dach beziehungsweise Decke des Warmlufterzeugers mit einer darüber liegenden Abdeckung als Regenschutz sollte vermieden werden, dass die Klappe, wenn sie in ihre Öffnungsstellung fällt, einer Öffnung zu nahe kommt oder sie sogar verschließt, sodass der Hitzeaustrag gefährdet ist. Es ist daher vorteilhaft, wenn die Klappe in ihrer Öffnungsstellung von solchen Öffnungen entfernt ist, insbesondere von allen solchen Öffnungen entfernt ist, die dazu vorgesehen sind, von Luft durchströmt zu werden. Die ist zweckmäßigerweise unabhängig davon, ob die Öffnung dazu vorgesehen ist, im Betriebszustand oder im Öffnungszustand der Klappe von Luft durchströmt zu werden. Von einer Öffnung entfernt sein kann in diesem Zusammenhang bedeuten, dass die Klappe in ihrer Öffnungsstellung keine Öffnung verschließt, insbesondere in ihrer Öffnungsstellung nicht näher als ihre maximale Öffnungsbewegung von der Öffnung entfernt ist.

[0042] Um bei einem Stromausfall eine zügige Durch-

lüftung des Außengehäuses zu erreichen, ist es vorteilhaft, wenn Umgebungsluft von unten in das Außengehäuse hinein und erhitzte Innenluft oben aus dem Außengehäuse austreten kann. Hierzu wird vorgeschlagen, dass das Außengehäuse zumindest zwei Lüftungseinheiten mit jeweils einer Klappe aufweist, die in verschiedenen Höhen angeordnet sind. Zweckmäßigerweise sind die beiden Hitzeschutzöffnungen der beiden Lüftungseinheiten direkt übereinander angeordnet.

[0043] Die bisher gegebene Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung enthält zahlreiche Merkmale, die in einigen abhängigen Ansprüchen zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale können jedoch zweckmäßigerweise auch einzeln betrachtet und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammengefasst werden, insbesondere bei Rückbezügen von Ansprüchen, sodass ein einzelnes Merkmal eines abhängigen Anspruchs mit einem einzelnen, mehreren oder allen Merkmalen eines anderen abhängigen Anspruchs kombinierbar ist. Außerdem sind diese Merkmale jeweils einzeln und in beliebiger geeigneter Kombination sowohl mit dem erfindungsgemäßen Verfahren als auch mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen kombinierbar. So sind Verfahrensmerkmale auch als Eigenschaft der entsprechenden Vorrichtungseinheit gegenständlich formuliert zu sehen und funktionale Vorrichtungsmerkmale auch als entsprechende Verfahrensmerkmale.

[0044] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung, sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Die Ausführungsbeispiele dienen der Erläuterung der Erfindung und beschränken die Erfindung nicht auf die darin angegebene Kombination von Merkmalen, auch nicht in Bezug auf funktionale Merkmale. Außerdem können dazu geeignete Merkmale eines jeden Ausführungsbeispiels auch explizit isoliert betrachtet, aus einem Ausführungsbeispiel entfernt, in ein anderes Ausführungsbeispiel zu dessen Ergänzung eingebracht und/oder mit einem beliebigen der Ansprüche kombiniert werden.

[0045] Es zeigen:

FIG 1 einen mobilen Warmlufterzeuger mit einer Brennkammer, einem Wärmetauscher und einem Kühlluftgebläse zum Durchblasen eines Außengehäuses mit Umgebungsluft sowie mehrere Lüftungseinheiten im Außengehäuse,

FIG 2 eine der Lüftungseinheiten mit einer Klappe in ihrer Öffnungsstellung in einer perspektivischen Darstellung von innerhalb des Außengehäuses,

FIG 3 die Klappe an der Lüftungseinheit in geöffneter

- Position in einer schematischen Darstellung,
- FIG 4 die Klappe kurz vor ihrer Schließstellung,
- FIG 5 die Klappe in ihrer Schließstellung,
- FIG 6 eine Lüftungseinheit in einem Dach des Außengehäuses,
- FIG 7 eine flach bauende Lüftungseinheit in einem Dach des Außengehäuses,
- FIG 8 eine alternative, federgetriebene Klappe einer Lüftungseinheit des Außengehäuses in geschlossener Stellung und
- FIG 9 die Klappe in ihrer Öffnungsstellung.

[0046] FIG 1 zeigt eine schematische Darstellung eines mobilen Warmlufterzeugers 2, der für einen Transport zu mehreren verschiedenen Einsatzorten vorbereitet ist. Der Warmlufterzeuger 2 umfasst eine Brennkammer 4 und einen Wärmetauscher 6, die beide in einem Rahmen 8 gelagert sind. Der Rahmen 8 hat an seinem unteren Ende Anhebeelemente 10 in Form von Einstecköffnungen zum Einstecken einer Gabel eines Gabelstaplers. Seitlich und oben ist der Transportrahmen 8 gebildet durch Abkantungen der seitlichen Seitenbleche beziehungsweise der Anlagendecke, die zusammen mit dem Boden ein transportstabiles und wetterfestes Außengehäuse 12 beziehungsweise Anlagengehäuse bilden.

[0047] Um eine gute Beweglichkeit am Einsatzort zu gewährleisten, ist der Warmlufterzeuger 2 mit einem Rädernsystem mit Rädern 14 ausgerüstet. Zum Schieben oder Ziehen des Warmlufterzeugers 2 kann ein Griff am Außengehäuse 12 vorhanden sein.

[0048] FIG 1 zeigt den mobilen Warmlufterzeuger 2 in einer stark vereinfachten und schematischen Weise, bei der auf betriebswesentliche Elemente, die jedoch für die Erläuterung der Erfindung unwesentlich sind, der Übersichtlichkeit halber verzichtet wurde. Der mobile Warmlufterzeuger 2 ist in diesem Ausführungsbeispiel mit einer Nennleistung von 150 kW ausgeführt und ist mit Festbrennstoff, insbesondere Holz, wie Holzpellets, befeuerbar. Hierzu kann ein nicht dargestelltes Brennstofflager mit dem mobilen Warmlufterzeuger 2 über einen Festbrennstoffkanal verbunden werden, durch den Festbrennstoff zu einer Fördereinheit gelangt. Die Fördereinheit fördert den Brennstoff zur Brennkammer 4.

[0049] Die aus der Verbrennung des Festbrennstoffs entstehenden heißen Rauchgase werden nach oben hin aus der Brennkammer 4 abgeführt und durch eine Heißgasführung einer Heißseite des Wärmetauschers 6 von oben her zugeführt. Das heiße Rauchgas wird von oben nach unten durch die Heißseite des Wärmetauschers 6 hindurch geführt und gelangt anschließend zu einem Verbrennungsluftgebläse 18, das beispielsweise ein Saugzuggebläse ist. Das im Wärmetauscher 6 ab-

gekühlte Rauchgas wird von diesem durch eine Rauchgasabführung 20 aus dem Außengehäuse 12 des Warmlufterzeugers 2 herausgeführt. Innerhalb der Heißgasführung 16 - und damit auch innerhalb der Heißseite des Wärmetauschers 6 - besteht also ein Unterdruck relativ zur Umgebung des Warmlufterzeugers 2.

[0050] Zum Abtransport der Verbrennungswärme aus dem Heißgasstrom ist ein Kühlluftstrom 22 durch den Warmlufterzeuger 2 bzw. dessen Anlagengehäuse 12 geführt. Er trifft zunächst kühlere Anlagenteile und dann heißere Anlagenteile, sodass die an den kühleren Anlagenteilen erwärmte Luft an den heißeren Anlagenteilen nacherwärmt wird. Die Kühlluft wird als Außenluft bzw. Umgebungsluft durch ein Kühlluftgebläse 24 unmittelbar von der Umgebung des Warmlufterzeugers 2 angesaugt und in das Außengehäuse 12 des Warmlufterzeugers 2 eingeblasen. Das Kühlluftgebläse 24 kann ein Axiallüfter, Radiallüfter oder ein anderer Lüfter sein, wobei ein Radiallüfter aufgrund der verhältnismäßig geringeren Geräuschbildung besonders vorteilhaft ist. Das Umgebungsluftgebläse bzw. das Kühlluftgebläse 24 ist an einer Einlassöffnung 26 des Außengehäuses 12 angeordnet. Innerhalb des Außengehäuses 12 - und damit auch innerhalb der Kaltseite des Wärmetauschers 6 - besteht also ein Überdruck relativ zur Umgebung des Warmlufterzeugers 2 während dessen Betriebs.

[0051] Die Umgebungsluft wird von der Einlassöffnung 26 in einer Kühlluftführung 22 zur Kaltseite des Wärmetauschers 6 geblasen, durch diesen hindurch geführt und dort erhitzt. Anschließend kann die erwärmte Umgebungsluft die Brennkammer 4 umströmen und wird dort weiter erhitzt, bevor sie im weiteren Verlauf der Kühlluftführung durch eine Auslassöffnung 28 den Warmlufterzeuger 2 verlässt. Auch andere Luftführungen bzw. Aggregatanordnungen im Warmlufterzeuger 2 innerhalb der Kühlluftführung sind möglich. Die aus der Auslassöffnung 28 ausgeblasene erwärmte Umgebungsluft steht mit einer maximalen Nennleistung von 150 kW zur Verfügung, beispielsweise für die Gebäudetrocknung, eine Zeltbeheizung oder für die Heutrocknung. Ist der Ort ihres Gebrauchs entfernt vom Warmlufterzeuger 2, kann beispielsweise ein Luftschlauch an die Auslassöffnung 28 angeschlossen werden, durch den die warme Luft von der Auslassöffnung 28 zum Ort ihres Gebrauchs geführt wird.

[0052] Im Betrieb des mobilen Warmlufterzeugers 2 kann es leicht vorkommen, dass dessen Stromversorgung unterbrochen wird. Beispielsweise wird versehentlich ein Stromkabel aus einer Steckdose gezogen, das den Warmlufterzeuger 2 mit elektrischer Energie versorgt. Oder eine Gebäudesicherung löst aus, weil sie fälschlicherweise für den Betrieb des Warmlufterzeugers 2 nicht ausgelegt ist. Bei einem Stromausfall fallen sowohl das Verbrennungsluftgebläse 18 als auch das Kühlluftgebläse 24 aus. Durch den Ausfall des Verbrennungsluftgebläses 18 bricht die Sauerstoffversorgung für die Verbrennung in der Brennkammer 4 zusammen, sodass diese in sich zusammenfällt. Dennoch ist in Regel so viel

Glut vorhanden, dass die Verbrennung noch eine Weile große Wärmemengen erzeugt. Diese werden durch den Ausfall des Kühlluftgebläses 24 nicht mehr durch das Außengehäuse 12 getrieben.

[0053] Die heiße Luft kann durch die Auslassöffnung 28 wegen des Schlauchs nur wenig aus dem Außengehäuse 12 entweichen und einlassseitig versperrt das Kühlluftgebläse 24 die Einlassöffnung 26, insbesondere wenn dieser als Radialgebläse ausgeführt ist, sodass auch durch die Einlassöffnung verhältnismäßig wenig heiße Luft entweichen kann. Es bildet sich ein Hitzestau im Inneren des Außengehäuses 12, durch das elektrische Aggregate zu Schaden kommen können, beispielsweise durch ein Schmelzen von Leitungsisolierungen. Bei einem Wiederanfahren kommt es dann zu einem Totalausfall des betroffenen Aggregats.

[0054] Um eine solche Überhitzung zu vermeiden, ist der Warmlufterzeuger 2 mit mehreren Lüftungseinheiten 30 versehen, die in FIG 1 schematisch dargestellt sind. Eine Lüftungseinheit 30 kann in einer Seitenwand 34 eingebracht sein, wie anhand von drei Lüftungseinheiten 30 in FIG 1 angedeutet ist, und/oder in einem Dach 35 bzw. einer Dacheinheit, wie ebenfalls in FIG 1 dargestellt ist. Die Seitenwand 34 ist eben und senkrecht angeordnet und Teil des Außengehäuses 12 beziehungsweise Anlagengehäuses.

[0055] Die Lüftungseinheiten 30 haben jeweils eine Hitzeschutzöffnung 32 in der Seitenwand 34. Diese ist, wie die Seitenwand 34 selbst, senkrecht ausgerichtet. Um die Hitzeschutzöffnung 32 herum setzt sich die Seitenwand 34 jeweils fort, sodass die Bereiche der Seitenwand 43 um eine Lüftungseinheit 30 beziehungsweise Hitzeschutzöffnung 32 herum gemeinsam eine ebene Fläche bilden.

[0056] Die Hitzeschutzöffnungen 32 weisen jeweils eine Abmessung von etwa 30 cm x 30 cm auf. Die Maße einer Hitzeschutzöffnung 32 sind jedoch im Wesentlichen beliebig, sie darf nur nicht zu klein sein. Es ist auch möglich, eine ganze Seitenwand 34 als Lüftungseinheit 30 zu gestalten, analog zu FIG 2. Die Seitenwand 34 wird dann von einem sie umgebenden Rahmen gestützt und fällt bei abfallendem Überdruck im Außengehäuse 12 insgesamt auf, analog zur Darstellung aus FIG 2. Je größer die Lüftungseinheit 30 ist, desto geringer sind auch die beiden Grenzdrücke, ab dem die Lüftungseinheit 30 selbsttätig schließt beziehungsweise öffnet. Auf einen speziellen Anfahrmodus des Kühlluftgebläses 24 zum zuverlässigen Schließen der Lüftungseinheit 30 kann somit bei einer großen Lüftungseinheit 30 verzichtet werden.

[0057] Während die Lüftungseinheiten 30 in FIG 1 nur schematisch dargestellt sind, ist eine der Lüftungseinheiten 30 in der Seitenwand 34 in FIG 2 in einer perspektivischen Seitendarstellung von innen auf die Seitenwand 34 gesehen dargestellt. Alle Lüftungseinheiten 30 in der Seitenwand 34 können wie in FIG 2 dargestellt gestaltet sein. Zu sehen ist eine Klappe 36 der Lüftungseinheit 30, die vor einer Hitzeschutzöffnung 32 steht, ein

Rahmen 38 der Seitenwand 34, ein Dämpfungselement 40 und ein Lamellengitter 42, das die Hitzeschutzöffnung 32 in der Seitenwand 34 vor Schlagregen schützt, sodass einem Hineinregnen in das Außengehäuse 12 entgegen gewirkt wird. Die Klappe 36 ist in FIG 2 in ihrer Öffnungsstellung gezeigt. In ihrer Schließstellung liegt sie am Rahmen 38 beziehungsweise am Dämpfungselement 40 an und ist zumindest im Wesentlichen senkrecht ausgerichtet. Es ist zu sehen, dass die Klappe 36 von ihrer Betriebsposition in die in FIG 2 gezeigte Öffnungsposition nach innen in den Gehäuseinnenraum des Außengehäuses 12 hineinfällt.

[0058] Die FIGs 3 bis 5 zeigen die Klappe 36 in drei verschiedenen Stellungen sowie die Seitenwand 34 und das Dämpfungselement 40. Auf die Darstellung des Lamellengitters 42 wurde in den FIG 3 bis 5 der Übersichtlichkeit halber verzichtet.

[0059] Die FIG 2 und 3 zeigen die Klappe 36 in ihrer Öffnungsstellung, die durch einen Anschlag 44 begrenzt ist. Bei dem in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Anschlag 44 eine Abkantung eines Blechs, das die Klappenfläche bildet. Dieses stößt in seine Anschlagstellung an die Seitenwand 34 an, wie in FIG 3 und auch FIG 2 zu sehen ist.

[0060] Bei der in FIG 2 gezeigten Ansicht wird bei geöffneter Klappe 36 die Sicht von innen auf das Lamellengitter 42 frei, das einzelne Lamellen umfasst, die schräg in einen Rahmen 46 eingeschweißt sind, wie durch die gestrichelten Linien in FIG 2 angedeutet ist. Die Schräge beträgt etwa 45°, sodass die Öffnung einerseits ausreichend vor Schlagregen geschützt ist und andererseits einen genügend großen Öffnungsquerschnitt zum freien Ausströmen von heißer Luft gewährt.

[0061] Die Klappe 36 weist seitlich und/oben Abkantungen 48 auf, die in geschlossener Stellung den Rahmen 38 der Seitenwand 34 umgreifen. Dies ist in FIG 5 anhand der oberen Abkantung 48 sichtbar, die den Rahmen 38 außen umgreift. Hierdurch wird eine gute Führung der Klappe 36 auch bei extremen Temperaturschwankungen gewährleistet.

[0062] Die Klappe 36 ist um eine Achse 50 mit einem Öffnungsgelenk schwenkbar, die im Vergleich zum Gewichtsschwerpunkt der Klappe 36 in ihrer Schließstellung näher an der Seitenwand 34 bzw. weiter innen in Bezug auf innen und außen des Außengehäuses 12 liegt. Hierdurch wird die Klappe 36 in ihrer in FIG 5 gezeigten Schließstellung durch ihr eigenes Gewicht nach innen gezogen, also weg von der Seitenwand 34, sodass sie in ihre Öffnungsstellung fällt. Ein Antrieb ist hierfür nicht nötig, vielmehr bewegt sich die Klappe 36 durch ihr Eigengewicht in ihre Öffnungsstellung, in der ihr Gewichtsschwerpunkt tiefer liegt als in ihrer Schließstellung. Sie wird mithin durch in ihr innenwohnende potenzielle Energie aus ihrer Schließstellung in ihre Öffnungsstellung bewegt, wobei diese Energie durch die angehobene Masse in der Schließstellung gespeichert ist.

[0063] Durch die Rotationsbewegung der Klappe 36 um die Achse 50 nimmt die potentielle Energie der Klappe

pe 36 mit dem Sinus des Winkels der Klappenstellung ab, der Energiegradient ist insofern proportional zum Sinus des Winkels der Klappenstellung oder Sinus des Öffnungswinkels, wenn die Schließstellung senkrecht ist. Die potentielle Energie der ersten Strecke von der Betriebsstellung beziehungsweise geschlossenen Stellung weg kann durch die Elastizität des Dämpfungselements 40 mitbestimmt werden, die die Klappe 36 aus ihrer Betriebsstellung herausdrückt und ihr dadurch zusätzliche potentielle Energie zukommen lässt.

[0064] Zum Betrieb des Warmluftzeugers 2 wird unter anderem das Kühlluftgebläse 24 gestartet, der Umgebungsluft in das Außengehäuse 12 einbläst, sodass hier ein Überdruck gegenüber der Umgebung entsteht. Verursacht durch den Überdruck wird die eingeblasene Luft auch durch die Hitzeschutzöffnung 32 aus dem Außengehäuse 12 ausgeblasen. Die Luft muss hierbei an der Klappe 36 vorbei und durch die Aussparung in beispielsweise der Seitenwand 34 strömen. Hierdurch übt sie einen Druck bzw. einen Sog auf die Klappe 36 in Richtung ihrer Schließstellung aus. Ist ein Grenzdifferenzdruck zwischen innen und außen des Außengehäuses 12 erreicht bzw. der Sog oder Druck auf die Klappe 36 groß genug, so wird diese von der vorbeiströmenden Luft mitgerissen und sie fällt schlagartig in ihre Schließstellung.

[0065] Wird der Betrieb des Warmluftzeugers 2 beendet, gewollt durch eine entsprechende Steuerung oder verursacht durch einen Stromausfall, so läuft das Kühlluftgebläse 24 aus und der Überdruck innerhalb des Außengehäuses 12 reduziert sich kontinuierlich. Unterhalb eines Grenzdrucks reicht der Überdruck nicht mehr aus, um die Klappe 36 in ihrer Schließstellung zu halten. Ihr eigenes Gewicht zieht sie in Richtung ihrer Öffnungsstellung, sodass sich die Klappe 36 öffnet und in ihrer Öffnungsstellung fällt. In dieser verbleibt sie, bis der Überdruck im Außengehäuse 12 bei einem Wiederaufahren über einen höheren Grenzdruck ansteigt, sodass die Klappe 36 durch die vorbeiströmende Luft mitgerissen und wieder geschlossen wird.

[0066] In geöffneter Stellung ist die Hitzeschutzöffnung 32 frei und die Warmluft aus dem inneren des Außengehäuses 12 kann den Innenraum durch die Hitzeschutzöffnung 32 verlassen. Die Luft strömt, wie in FIG 2 durch zwei Pfeile angedeutet ist, am freien Ende 51 der Klappe 36 vorbei oder um das freie Ende 51 herum, das in der Öffnungsstellung von jeglicher Wandung beabstandet ist, sodass die Luft um das freie Ende herumströmen kann.

[0067] Je nach Warmluftbedarf kann es sein, dass der Warmluftzeuger 2 nur mit einer Leistung betrieben wird, die erheblich unter seiner Nennleistung, in diesem Ausführungsbeispiel 150 kW, liegt. Entsprechend wird das Kühlluftgebläse 24 mit geringerer Drehzahl betrieben, sodass der Überdruck innerhalb des Außengehäuses 12 geringer ist als in Nennlastbetrieb. Je nach Betriebsweise kann es vorkommen, dass der Überdruck nicht ausreicht, um die geöffnete Klappe 36 der Lüftungs-

einheit 30 zu schließen.

[0068] Es ist daher vorteilhaft, wenn eine Steuerung des Kühlluftgebläses 24 so programmiert ist, dass ein Betriebsbeginn stets mit einem Vorlastbetrieb des Kühlluftgebläses 24 startet oder mit einer solchen Leistung, dass der Überdruck zum Schließen der Klappe 36 zuverlässig ausreicht. Anschließend kann die Drehzahl des Kühlluftgebläses 24 der gewünschten Leistung entsprechend reduziert werden, sodass das Kühlluftgebläse 24 dann im weiteren kontinuierlichen Betrieb mit dieser verringerten Drehzahl betrieben wird.

[0069] Die Schließwirkung der vorbeiströmenden Luft nimmt im Laufe der Schließbewegung der Klappe 36 stark zu. Ohne das Dämpfungselement 40 würde die Klappe 36 mit einem lauten Knall gegen die Seitenwand 34 oder einen entsprechenden Anschlag schlagen. Dies wird durch das Dämpfungselement 40 verhindert. Eine oder mehrere Abkantungen 48 der Klappe 36 drücken gegen das Dämpfungselement 40, das die Schließbewegung der Klappe 36 federnd aufnimmt. Ist die Klappe 36 vollständig geschlossen, so wirkt das Dämpfungselement 40 überdies als Dichtung zum Abdichten der Hitzeschutzöffnung 32, sodass möglichst wenig Warmluft im Betrieb des Warmluftzeugers 2 durch die Hitzeschutzöffnung 32 verloren geht.

[0070] Das Dämpfungselement 40 kann an der Klappe 36 oder stationär am Außengehäuse 12 angeordnet sein, beispielsweise an der Seitenwand 34, wie in FIG 2 dargestellt ist. Bei dem in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Dämpfungselement 40 so dimensioniert und angeordnet, dass die Klappe 36 während ihrer Schließbewegung mit wachsender Länge das Dämpfungselement 40 eindrückt. Dies ist anhand der Figurenfolge aus FIG 3 bis FIG 5 sichtbar. In ihrer Öffnungsstellung drückt die Klappe 36 nicht auf das Dämpfungselement 40, wie in FIG 3 dargestellt ist. Schließt die Klappe 36 jedoch, so drückt sie zuerst unten gegen das Dämpfungselement 40, wobei der Berührungspunkt im Verlauf der Schließbewegung nach oben wandert. Bei der Stellung in FIG 4 ist das Dämpfungselement 40 über eine Länge L eingedrückt. In der Schließstellung der Klappe 36 wird das Dämpfungselement 40 maximal eingedrückt, beispielsweise über die gesamte Länge L des Dämpfungselements 40 oder des Anschlags 48, wie in FIG 5 dargestellt ist. Das Dämpfungselement 40 kann aus Silikon, Teflon oder einem anderen Kunststoff oder Polymer gebildet sein, der zweckmäßigerweise bis mindestens 250°C hitzebeständig sein sollte.

[0071] Es ist zweckmäßig, wenn eine Kante der Klappe 36 teilweise in das Dämpfungselement 40 einsinkt, so dass sie ohne Gleitreibung aus dem Dämpfungselement 40 wieder entfernt werden kann. Hierdurch wird ein zuverlässiges Öffnen der Klappe 36 begünstigt. Das Dämpfungselement 40 ist hierbei zweckmäßigerweise so breit, dass eine Kante der Klappe 36 auf die Dichtung eindrücken kann, ohne neben das Dämpfungselement 40 abzurutschen. Hierfür ist auch der Rahmen 38 hilfreich, der eine Positionierung der Klappe 36 in Schließstellung ge-

währleistet. Durch die wachsende Länge L, mit der die Klappe 36 auf das Dämpfungselement 40 eindrückt, kann die Federwirkung des Dämpfungselements 40 über die letzten Zentimeter Schließbewegung der Klappe 36 sehr stark anwachsen. Hierdurch kann die Klappe 36 im Wesentlichen frei zuschlagen und wird doch kurz vor ihrer Schließstellung auch bei einer heftigen Schließbewegung federnd aufgefangen, sodass ein Schließschlag fast vollständig vermieden werden kann.

[0072] Bei dem in FIG 1 gezeigten Ausführungsbeispiel sind untenliegende und obenliegende Lüftungseinheiten 30 gezeigt. Bei einem Stromausfall kann Luft durch die unteren Lüftungseinheiten 30 einströmen und durch eine obere Lüftungseinheit 30 ausströmen, sodass ein konvektiver Luftaustausch durch die Lüftungseinheiten 30 erreicht wird. Hierdurch kann eine effektive Kühlung des Warmlufterzeugers 2 erzeugt werden. Es ist auch möglich und vorteilhaft, wenn nur eine oder mehrere Lüftungseinheiten 30 vorhanden sind, die in ihrem geometrischen Schwerpunkt höher liegen als die Einlassöffnung 26. Die Kühlluft kann durch die Einlassöffnung 26 einströmen und die Lüftungseinheit 30 ausströmen, wobei die höhenunterschiedsbedingte Konvektion die Kühlluft durch die Einlassöffnung 26 zieht.

[0073] Besonders effektiv ist die Kühlung, wenn eine Lüftungseinheit 30 im Dach 35 des Außengehäuses 12 angeordnet ist. Eine solche Lüftungseinheit 30 ist in FIG 6 gezeigt.

[0074] FIG 6 zeigt eine Lüftungseinheit 30 im Dach 35 des Außengehäuses 12. Die nachfolgende Beschreibung beschränkt sich im Wesentlichen auf die Unterschiede zum vorangegangenen Ausführungsbeispiel, auf das bezüglich gleich bleibender Merkmale und Funktionen verwiesen wird. Um nicht bereits Beschriebenes mehrfach ausführen zu müssen, sind generell alle Merkmale eines vorangegangenen Ausführungsbeispiels in das jeweils folgende Ausführungsbeispiel übernommen, ohne dass sie erneut beschrieben sind, es sei denn, Merkmale sind als Unterschiede zu den vorangegangenen Ausführungsbeispielen beschrieben.

[0075] Um ein Hineinregnen in die Hitzeschutzöffnung 32 bei einem Außenbetrieb des Warmlufterzeugers 2 zu vermeiden, ist über der Lüftungseinheit 30 ein Dachelement 52, das die Hitzeschutzöffnung 32 nach oben hin abdeckt. Bei einer solchen Ausführung kann auf das Lamellengitter 42 in der Lüftungseinheit 30 verzichtet werden. Stattdessen kann es in Stützwänden des Dachelements 52 vorteilhaft sein, wie in FIG 6 angedeutet ist. Das Dachelement 52 umfasst beispielsweise vier Stützwände, die jeweils mit einem Lamellengitter 42 versehen sind, sodass die heiße Luft an vier Seiten ausströmen kann. Je nach Dachüberstand kann auf das Lamellengitter 42 auch ganz verzichtet werden.

[0076] Die Wirkweise der Lüftungseinheit 30 am Dach 35 ist gleich wie an der Seitenwand 34, wobei lediglich die Orientierung der Klappe 36 anders ist. Die gespeicherte potenzielle Energie ist größer, sodass die Klappe 36 mit größerer Kraft nach unten öffnet.

[0077] Ein etwas anderer Aufbau mit einem Dachelement 52 ist in FIG 1 dargestellt, bei dem zwei Lüftungseinheiten 30 jeweils mit einer Klappe 36 vorhanden sind, die in ihrer Schließstellung zumindest im Wesentlichen senkrecht ausgerichtet ist, wie in dem Beispiel aus den FIGs 2 bis 5 gezeigt ist. Die Klappen 36 haben ihre Schließstellung also nicht waagrecht, sondern senkrecht.

[0078] Auch hier überdacht das Dachelement 52 Hitzeschutzöffnungen 32, sodass ein Hineinregnen von oben unterbunden wird. Seitlich sind Lamellengitter 42 vorhanden, analog wie im Ausführungsbeispiel aus FIG 2.

[0079] Ein alternativer Dachaufbau ist in FIG 7 dargestellt. Dieser Aufbau hat den Vorteil, dass er keinen Überstand über dem restlichen Dach hat, wodurch eine Stapelbarkeit des Warmlufterzeugers 2 begünstigt wird. Werden in einem Betrieb viele Warmlufterzeuger nicht benötigt, z.B. im Sommer, so können sie in einer Halle aufeinander gestapelt werden und nehmen weniger Raum ein.

[0080] FIG 7 zeigt eine Lüftungseinheit 30 im Dach 35, die analog zu der in FIG 6 gezeigten aufgebaut ist. Die Lüftungseinheit 30 ist in ihrer Gesamtheit nicht über das umgebende flache Dach 35 gebaut, so dass eine über die Lüftungseinheit 30 gelegte ebene Platte flächig auf dem Dach 35 zu liegen käme. Über der Klappe 36 sind zumindest zwei Reihen Regenschutzlamellen 53 mit V-förmigem Profil übereinander angeordnet, wobei die untere Reihe versetzt zur oberen ist. Die untere Reihe verdeckt hierdurch nach unten hin Schlitze zwischen den oberen Lamellen 53, so dass senkrechter Regen entweder die oberen Lamellen 53 oder die unteren Lamellen 53 trifft und dort aufgefangen wird.

[0081] Die Lamellen können eine Regenablaufneigung von beispielsweise 2° bis 5° haben und an eine Seitenwand 34 des Außengehäuses 12 reichen, so dass das aufgefangene Regenwasser bis zur Seitenwand 34 geführt wird und dort nach unten ablaufen kann. Ebenfalls ist es möglich, dass die Lamellen 53 sich über die gesamte Breite des Dachs 35 erstrecken, so dass das Regenwasser auf beiden Seiten, also an beiden Seitenwänden 34 seitlich ablaufen kann.

[0082] FIG 8 zeigt eine Lüftungseinheit 30 mit einer alternativen Klappe 54 in ihrer Schließstellung und FIG 9 zeigt die Klappe 54 in ihrer Öffnungsstellung. An der Klappe 54 ist ein Motor 56 angeordnet zum Schließen der Klappe 54 gegen die Federkraft einer Feder 58, beispielsweise einer Spiralfeder. Während des Betriebs wird der Motor 56 so betrieben, dass er die Klappe 54 in ihrer Schließstellung hält, wie in FIG 8 dargestellt ist. Auf ein Dämpfungselement 40 kann verzichtet werden, wenn der Motor 56 die Klappe 54 langsam in die Schließstellung bewegt. Gegebenenfalls ist eine Dichtung sinnvoll, die auf der Seitenwand 34 angebracht sein kann, analog zum Dämpfungselement 40.

[0083] Ist der Motor 56 stromlos geschaltet, beispielsweise bei einem angesteuerten Betriebsstillstand oder

einem Stromausfall, so ist der Motor 56 oder ein mit ihm verbundenes Getriebe so ausgeführt, dass er die Klappe 54 freigibt. Diese kann von der Motorstellung entkoppelt sein und wird nun durch die Feder 58 in ihre Öffnungsstellung gedrückt. Je nach Motorkonfiguration kann die Klappe 54 auch mit beispielsweise einem Läufer des Motors verbunden bleiben.

[0084] In einer sehr einfachen Ausführungsform ist der Motor 56 eine Magneteinheit, die die Klappe 54 mit einem einfachen Magnetweg schließt. Im stromlosen Zustand ist der Magnet zumindest im Wesentlichen kraftlos, so dass er durch die Feder 58 überdrückt werden kann, die die Klappe 54 öffnet. Die Aufhängung die Klappe 54 ist zweckmäßigerweise so, dass die Klappe 54 druckneutral ist, also von einem Überdruck innerhalb des Außengehäuses 12 weder in erhebliche Weise aufgedrückt noch zugeedrückt wird.

Bezugszeichenliste

[0085]

2	Warmluftzeuger
4	Brennkammer
6	Wärmetauscher
8	Rahmen
10	Anhebeelement
12	Außengehäuse
14	Rad
16	Heißgasführung
18	Verbrennungsluftgebläse
20	Rauchgasführung
22	Kühlluftstrom
24	Kühlluftgebläse
26	Einlassöffnung
28	Auslassöffnung
30	Lüftungseinheit
32	Hitzeschutzöffnung
34	Seitenwand
35	Dach
36	Klappe
38	Rahmen
40	Dämpfungselement
42	Lamellengitter
44	Anschlag
46	Rahmen
48	Abkantung
50	Öffnungsgelenk
51	Ende
52	Dachelement
53	Lamelle
54	Klappe
56	Motor
58	Feder
L	Länge

Patentansprüche

- Verfahren zum Betreiben eines mobilen Warmluftzeugers (2), bei dem Festbrennstoff in einer Brennkammer (4) verbrannt wird und ein Kühlluftgebläse (24) Umgebungsluft durch eine Einlassöffnung (26) eines Außengehäuses (12) des Warmluftzeugers (2) in das Gehäuseinnere und durch eine Auslassöffnung (28) wieder aus dem Außengehäuse (12) hinaus drückt und hierdurch einen Überdruck innerhalb des Außengehäuses (12) erzeugt,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Kühlluftgebläse (24) gestoppt wird und eine Klappe (36, 54) einer Lüftungseinheit (30) mit einer Hitzeschutzöffnung (32) im Außengehäuse (12) sich durch ihr innewohnende potentielle Energie in ihre Öffnungsstellung bewegt.
- Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Klappe (36, 54) durch den Überdruck in ihre Schließstellung gedrückt wird und sich bei Abfallen des Überdrucks unter einen Grenzwert durch die potentielle Energie gegen den Überdruck in ihre Öffnungsstellung bewegt.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Klappe (36, 54) sich in Richtung des Gehäuseinneren bewegt.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Kühlluftgebläse (24) eingeschaltet wird und den Überdruck im Außengehäuse (12) aufbaut, durch den Luft durch die Hitzeschutzöffnung (32) nach außen entweicht, und die Klappe (36) bei Erreichen eines Grenzwerts des Überdrucks durch den durch die Hitzeschutzöffnung (32) nach außen strömenden Luftstrom in ihre Schließstellung gebracht wird.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Klappe (36, 54) sich durch ein Öffnungsgelenk (50) in ihre Öffnungsstellung bewegt und das dem Öffnungsgelenk (50) gegenüberliegende freie Klappenende von der Austrittsluft, die durch die Hitzeschutzöffnung (32) strömt, umströmt wird.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die potentielle Energie aus angehobener Masse der Klappe (36) stammt, die nach unten in ihre Öffnungsstellung fällt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Klappe (36, 54) sich durch ein Öffnungsgelenk (50) in ihre Öffnungsstellung bewegt und die Abnahme der der Klappe (36) innewohnenden potentiellen Energie pro Grad Öffnungswinkel der Klappe (36) mit der Fallbewegung der Klappe (36) zunimmt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die potentielle Energie aus einer Feder (58) an der Klappe (54) stammt, die die Klappe (54) in Richtung ihrer Öffnungsstellung bewegt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die Klappe (36, 54) bei ihrer Schließbewegung gegen ein Dämpfungselement (40) bewegt, das einen Schließschlag der Klappe (36, 54) dämpft, und das Dämpfungselement (40) bei einem Schließen der Klappe (36, 54) über einen wachsenden Teil seiner Länge (L) eingeklemmt wird und eine gegen die Schließrichtung gerichtete Federkraft des Dämpfungselements (40) bereits einsetzt, wenn die Klappe (36, 54) noch einen Schließweg von zumindest 1 cm bis zum Einklemmen des letzten Teils des Dämpfungselements (40) entfernt ist.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Kühlluftgebläse (24) bei einem Betriebsstart zunächst mit einer solchen Drehzahl betrieben wird, die ein zuverlässiges Schließen der Klappe (36) gewährleistet, und dann die Drehzahl reduziert wird und der kontinuierliche Betrieb des Warmlufterzeugers (2) mit der reduzierten Drehzahl erfolgt.
11. Mobiler Warmlufterzeuger (2) mit einer Brennkammer (4), einem Außengehäuse (12) umfassend eine Einlassöffnung (26) und eine Auslassöffnung (28) und einem Kühlluftgebläse (24) an der Einlassöffnung (26) zum Eindrücken von Umgebungsluft in das Gehäuseinnere,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Außengehäuse (12) eine Lüftungseinheit (30) mit einer Hitzeschutzöffnung (32) und einer Klappe (36, 54) aufweist, die so ausgeführt ist, dass sie in ihrer Schließstellung gegenüber der Öffnungsstellung potentielle Energie speichert.
12. Mobiler Warmlufterzeuger (2) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Klappe (36) so zur Lüftungseinheit (30) angeordnet ist, dass aus der Hitzeschutzöffnung (32) herausströmende Luft die Klappe (36, 54) in Richtung ihrer Schließstellung drückt.
13. Mobiler Warmlufterzeuger (2) nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Klappe (36) an einem Öffnungsgelenk (50) gelagert ist, von dem sie nach oben aufragt.
14. Mobiler Warmlufterzeuger (2) nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Klappe (36) in ihrer Öffnungsstellung von solchen Öffnungen entfernt ist, die dazu vorgesehen sind, von Luft durchströmt zu werden.
15. Mobiler Warmlufterzeuger (2) nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Außengehäuse (12) zumindest zwei Lüftungseinheiten (30) mit jeweils einer Klappe (36, 54) aufweist, die in verschiedener Höhe angeordnet sind.

FIG 1

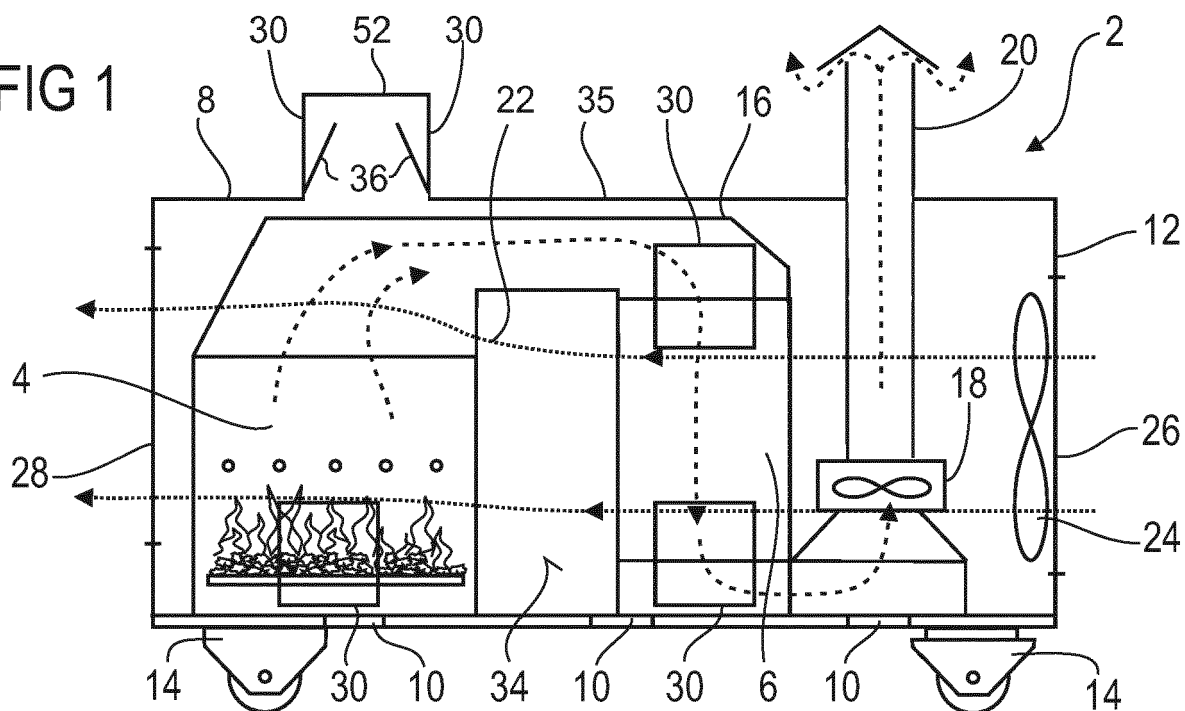


FIG 2

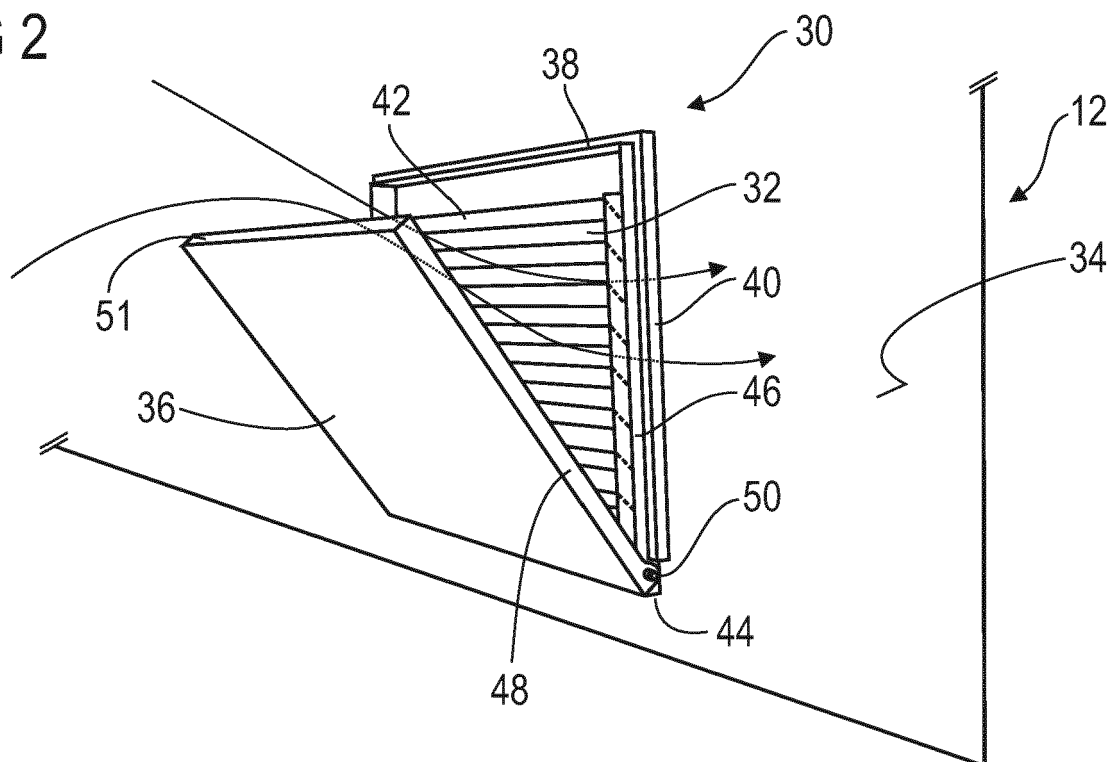


FIG 3

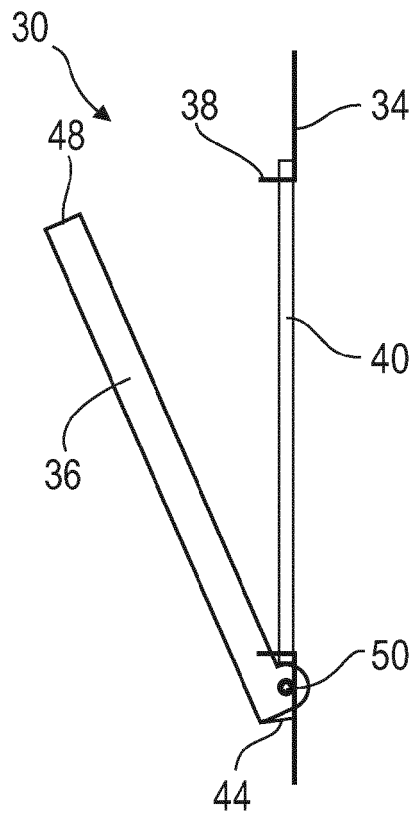


FIG 4

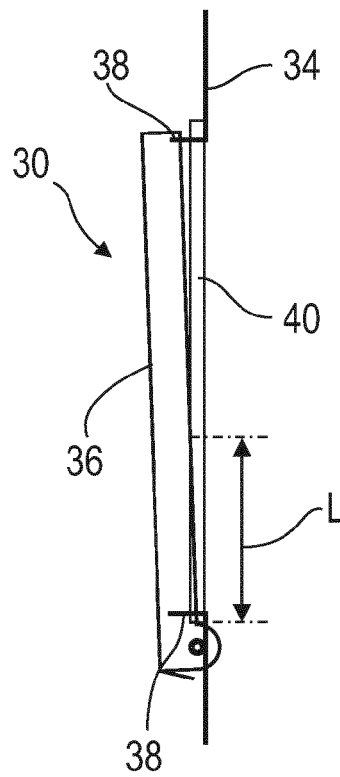


FIG 5

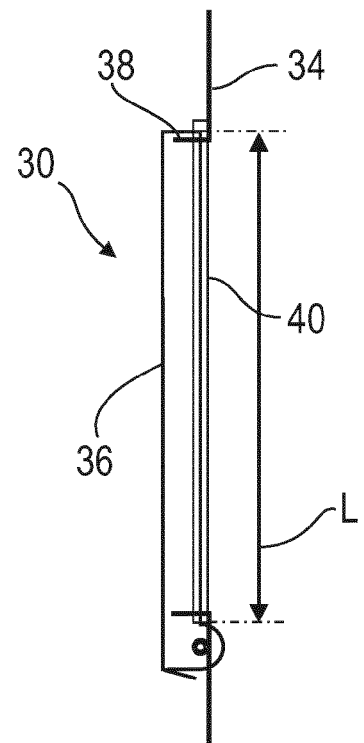


FIG 6

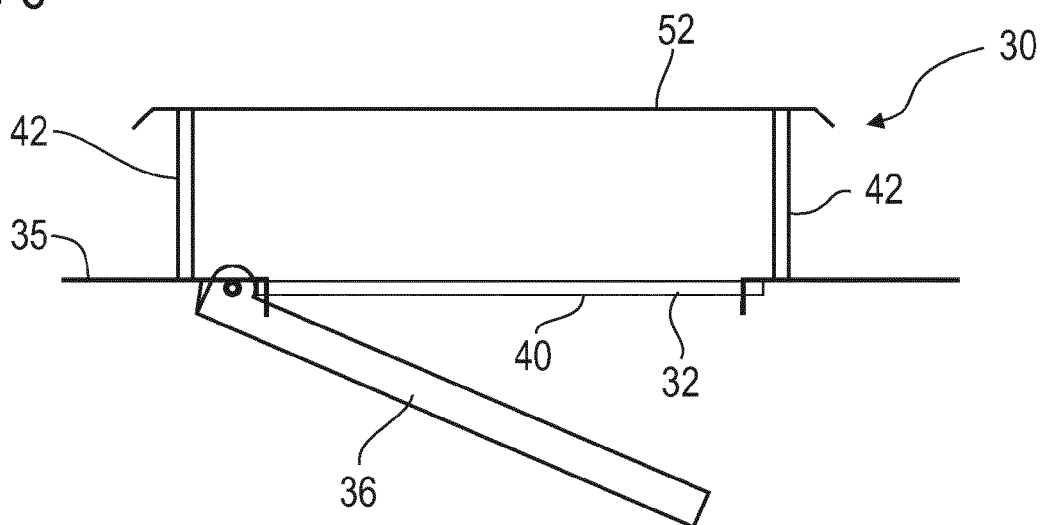


FIG 7

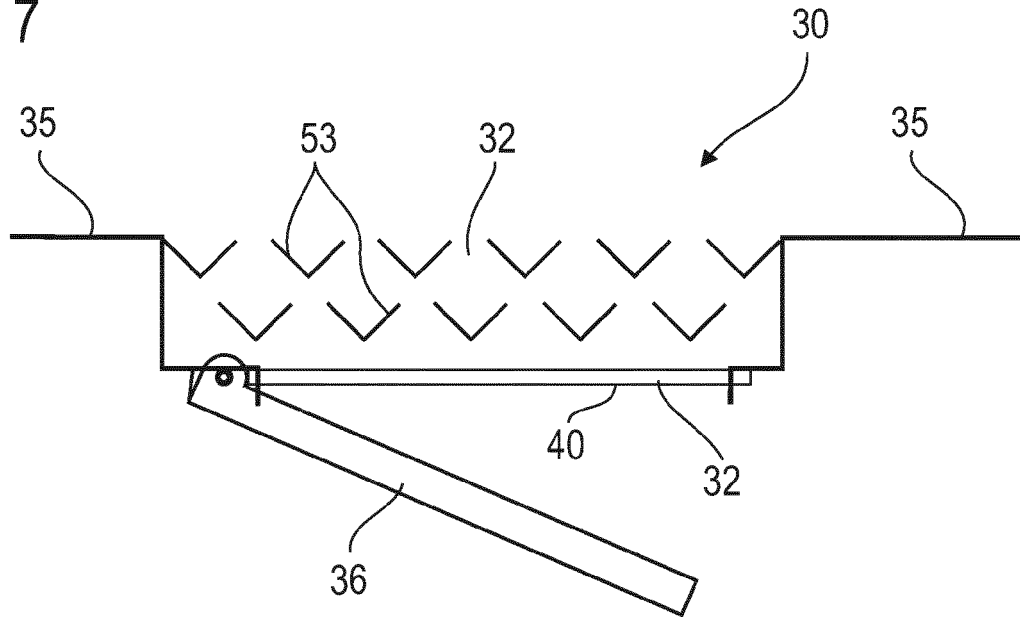


FIG 8

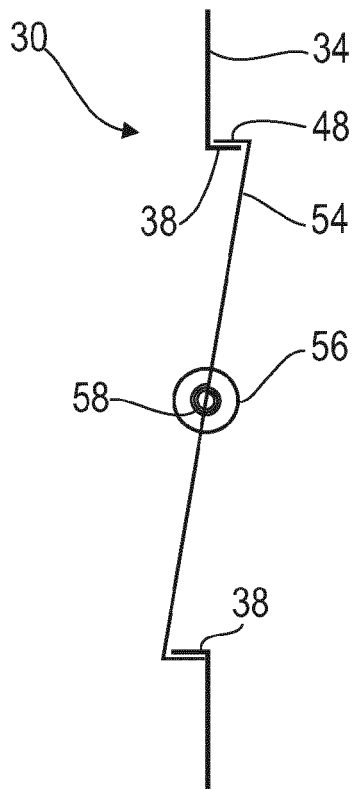
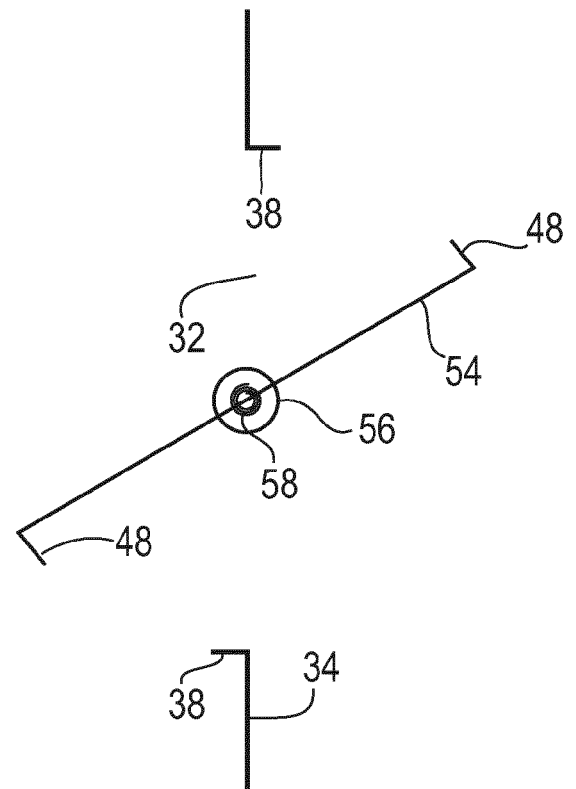


FIG 9





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 02 0485

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y A	DE 20 2015 101206 U1 (LASCO HEUTECHNIK GMBH [AT]) 7. April 2015 (2015-04-07) * das ganze Dokument *	1-3,6-8, 11,14 4,5,9, 10,12, 13,15	INV. F24H3/06 F23B20/00 F24H9/00 F24H9/20
Y A	DE 27 34 860 A1 (IMPULS INNOVATION AB) 15. Februar 1979 (1979-02-15) * Seite 1 - Seite 11, Absatz 2; Abbildungen 1-4 *	1-3,6-8, 11,14 4,5,9, 10,12, 13,15	
A	EP 2 224 189 A2 (LG ELECTRONICS INC [KR]) 1. September 2010 (2010-09-01) * Absatz [0125]; Abbildung 5 *	1-15	
A	US 4 074 854 A (KAMPER EGBERT B) 21. Februar 1978 (1978-02-21) * Spalten 3,4; Abbildungen *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24H F23B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. März 2018	Prüfer von Mittelstaedt, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 02 0485

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-03-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202015101206 U1	07-04-2015	KEINE	
DE 2734860 A1	15-02-1979	KEINE	
EP 2224189 A2	01-09-2010	CN 101818968 A	01-09-2010
		EP 2224189 A2	01-09-2010
		KR 20100097367 A	03-09-2010
US 4074854 A	21-02-1978	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2541141 A2 [0002] [0004]