



(11) **EP 3 623 699 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.03.2020 Patentblatt 2020/12

(51) Int Cl.:
F22B 37/24^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18001005.0**

(22) Anmeldetag: **28.12.2018**

(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:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Balcke-Dürr GmbH**
40472 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **Leidig, Olaf**
40472 Düsseldorf (DE)

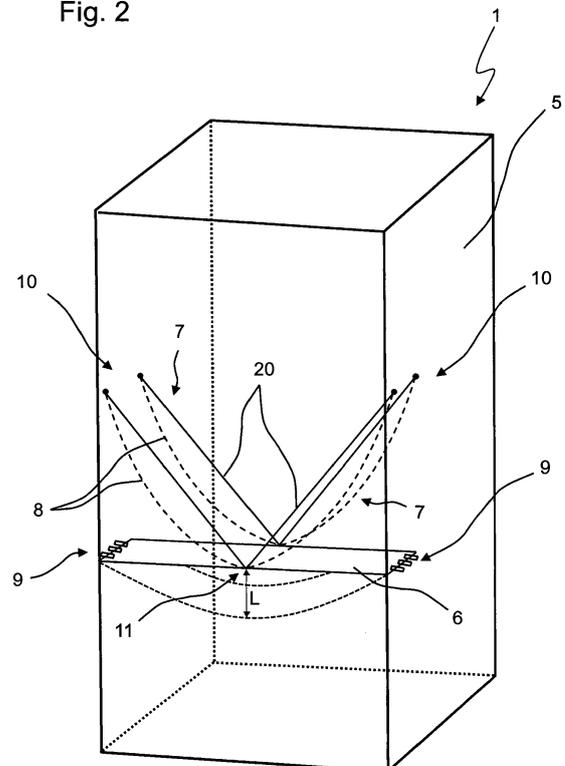
(74) Vertreter: **Heidler, Philipp**
Lang & Tomerius
Patentanwaltspartnerschaft mbB
Rosa-Bavarese-Strasse 5
80639 München (DE)

(30) Priorität: **12.09.2018 DE 102018007218**

(54) **DAMPFERZEUGERKESSEL, KRAFTWERK ODER MÜLLVERBRENNUNGSANLAGE UND VERFAHREN ZUM ABSICHERN VON WARTUNGSARBEITEN AN EINEM DAMPFERZEUGERKESSEL**

(57) Die Erfindung betrifft einen Dampferzeugerkessel (1) eines Großdampferzeugers, insbesondere eines Kraftwerks oder einer Müllverbrennungsanlage, mit einer Innenraum wenigstens teilweise umgebenden Membranwand (5), wobei der Dampferzeugerkessel (1) eine demontierbare Fallschutzeinrichtung aufweist, die ein Sicherheitsnetz (6) zum Auffangen von schweren herabfallenden Lasten im Dampferzeugerkessel (1) umfasst, wobei das Sicherheitsnetz (6) von wenigstens einer Fallbremse (7) gehalten wird, die dazu ausgebildet ist, den Fall von im Sicherheitsnetz (6) landenden Lasten abzubremsen. Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Kraftwerk, insbesondere fossiles Kraftwerk, oder Müllverbrennungsanlage mit einem derartigen Dampferzeugerkessel (1) und ein Verfahren (21) zum Absichern von Wartungsarbeiten an einem Dampferzeugerkessel (1).

Fig. 2



EP 3 623 699 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Dampferzeugerkessel eines Großdampferzeugers, insbesondere eines Kraftwerks oder einer Müllverbrennungsanlage. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Kraftwerk, insbesondere ein fossiles Kraftwerk, oder eine Müllverbrennungsanlage mit einem derartigen Dampferzeugerkessel sowie ein Verfahren zum Absichern von Wartungsarbeiten an einem Dampferzeugerkessel.

[0002] Gattungsgemäße Dampferzeugerkessel werden in industriellen Anlagen, beispielsweise Kraftwerken, eingesetzt, um mit einer Hitzequelle, beispielsweise einer Feuerung, die typischerweise von fossilen Kraftstoffen oder Müll gespeist wird, Dampf zu erzeugen. Der Dampf kann dann beispielsweise zur Stromerzeugung genutzt werden. Zur Dampferzeugung weisen die Dampferzeugerkessel üblicherweise eine einen Innenraum wenigstens teilweise umgebende Membranwand auf. Die Membranwand besteht aus nebeneinander angeordneten Rohren, die über Stege oder Flossen miteinander verbunden sind, so dass eine geschlossene Wand entsteht. In den Rohren wird Wasser, ein Gemisch aus Wasser und Dampf oder Dampf transportiert. Die Wärme der Feuerung wird über die Membranwand auf das Wasser beziehungsweise den Dampf übertragen. Eine gattungsgemäße Membranwand ist beispielsweise aus der EP 2 297 517 B1 bekannt, auf die hiermit Bezug genommen wird.

[0003] Bei industriell genutzten Dampferzeugerkesseln handelt es sich typischerweise um Konstruktionen aus geeigneten Metallen und Metallegierungen in der Größenordnung von mehrstöckigen Häusern. Da die Bauzeiten beziehungsweise die Wartungszeiten von Dampferzeugerkesseln wesentlich die Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Anlage beeinflussen, wird im Wartungsfall nach Möglichkeit an mehreren Stellen des Dampferzeugerkessels, beispielsweise an unterschiedlichen Höhenpositionen, gleichzeitig gearbeitet. Es ist daher notwendig, weiter unten arbeitende Personen vor herabfallenden Teilen aus den oberen Regionen zu schützen. Zum Schutz vor kleineren Teilen, wobei kleiner vorliegend Teile bezeichnet, die weniger als 50 kg schwer sind, werden typischerweise geschlossene Bühnen aufgebaut, beispielsweise ebenfalls im Inneren des Dampferzeugerkessels. Diese Bühnen können allerdings aus konstruktiven Gründen keine schwereren Teile abhalten, d.h. Teile mit einem Gewicht von mehr als 50 kg und insbesondere von mehr als einer Tonne. Werden beispielsweise schwerere Bauteile transportiert, so darf während des Transportes unter diesen Teilen nicht gearbeitet werden, bis die schweren Teile durch die Montage am Dampferzeugerkessel ausreichend fixiert sind. Insbesondere die Membranwände werden üblicherweise stückweise vorgefertigt und an der Baustelle zusammengefügt. Auch bei der Wartung von Dampferzeugerkesseln werden teilweise Stücke der Membranwand ausgeschnitten und durch neue ersetzt. Es kommt daher sowohl beim Bau

als auch bei der Wartung von Dampferzeugerkesseln regelmäßig vor, dass schwere Lasten in der Größenordnung von mehr als 50 kg bis hin zu mehreren Tonnen, mit Kränen transportiert werden. Aus Gründen des Arbeitsschutzes darf daher nicht unterhalb der Kräne gearbeitet werden, wenn diese schwere Lasten transportieren. Hieraus ergeben sich erzwungene Arbeitspausen in den Bereichen unterhalb der transportierten Lasten, was insgesamt die Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung und der Wartung der Dampferzeugerkessel verringert.

[0004] Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit anzugeben, wie auch beim Transport von schweren Lasten in denjenigen Bereichen der Baustelle, über denen diese schweren Lasten transportiert werden, weitergearbeitet werden kann. Oberstes Gebot muss dabei selbstverständlich der Arbeitsschutz sein, so dass ausgeschlossen sein muss, dass Personen durch herabfallenden Lasten zu Schaden kommen. Grundsätzlich ist es daher die Aufgabe der Erfindung, die Wirtschaftlichkeit des Baus und der Wartung von Dampferzeugerkesseln zu erhöhen.

[0005] Diese Aufgabe wird von einem Dampferzeugerkessel, einem Kraftwerk oder einer Müllverbrennungsanlage sowie einem Verfahren gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0006] Konkret gelingt die Lösung bei einem eingangs genannten Dampferzeugerkessel dadurch, dass der Dampferzeugerkessel eine demontierbare Fallschutzeinrichtung aufweist, die ein Sicherheitsnetz zum Auffangen von schweren herabfallenden Lasten im Dampferzeugerkessel umfasst, wobei das Sicherheitsnetz von wenigstens einer Fallbremse gehalten wird, die dazu ausgebildet ist, den Fall von im Sicherheitsnetz landenden Lasten abzubremsen. Im Bereich unter der Fallschutzeinrichtung kann dann sogar im Extremfall auch auf die geschlossenen Bühnen verzichtet werden. Die erfindungsgemäße Fallschutzeinrichtung fängt also schwere Lasten, die von oben herabfallen, auf und verhindert deren weiteren Absturz. Personenschäden und auch Schäden an der Baustelle werden dadurch vermieden. Schwere Lasten bezeichnen vorliegend Lasten mit einem Gewicht von mehr als 50 kg, die sich dadurch auszeichnen, dass sie nicht mehr von den üblicherweise verwendeten geschlossenen Bühnen im Baustellenbereich des Dampferzeugerkessels aufgefangen werden können. Schwere Lasten gemäß der vorliegenden Anmeldung können bis zu mehrere Tonnen schwer sein. Bisher herrschte die Meinung, dass derartige schwere Lasten nicht sicher auffangbar sind, zumindest nicht mit einer Vorrichtung, die die weiteren Anforderungen bei einer Baustelle für einen Dampferzeugerkessel erfüllt. Beispielsweise muss insbesondere der Innenraum des Dampferzeugerkessels, der durch die Membranwand gebildet wird, für viele Montagearbeiten und nicht zuletzt im Betrieb frei sein, so dass eine feste Installation einer Fallschutzeinrichtung in diesem Bereich nicht infrage kommt. Sollte allerdings beispielsweise ein einfaches

Stahlnetz zum Auffangen der schweren Lasten eingesetzt werden, welches im Innenraum des Dampferzeugerkessels aufgespannt werden würde, so müssten die entsprechenden Stahlnetze beziehungsweise deren Stahlseile einen Durchmesser von weit über 12 mm aufweisen, was einerseits die Flexibilität des Netzes derart eingeschränkt würde, dass die Montage und die Demontage so zeitaufwendig wäre, dass die Wirtschaftlichkeit der Zeitersparnis durch die mögliche Parallelisierung von Arbeiten aufgehoben würde. Andererseits ist ein solches Netz sehr aufwändig im Auf- und Abbau, so dass auch von daher üblicherweise bisher Abstand von einer solchen Maßnahme genommen worden ist. Mit anderen Worten wäre es selbstverständlich technisch möglich gewesen, im Inneren von Dampferzeugerkesseln auf Baustellen Vorrichtungen einzubauen, um schwere Lasten aufzufangen. Derartige Vorrichtungen waren allerdings bislang aufwendiger und teurer, als ein Pausieren der Arbeiten unter den transportierten schweren Lasten in Kauf zu nehmen.

[0007] Die grundlegende Erkenntnis der vorliegenden Erfindung liegt nun darin, dass es entgegen der bisherigen Meinung doch möglich ist, ein bislang nicht als wirtschaftlich angesehenes Sicherheitsnetz im Innenraum des Dampferzeugerkessels einzusetzen, solange dieses Sicherheitsnetz zusätzlich von wenigstens einer Fallbremse gehalten wird, deren Funktion es ist, die Fallbewegung von herabfallenden schweren Lasten, die auf das Sicherheitsnetz treffen, zu bremsen. Durch den Einsatz dieser Fallbremsen ist es möglich, das Sicherheitsnetz weniger massiv und derart auszubilden, dass es flexibel genug ist, um schnell und einfach aufgebaut und wieder abgebaut zu werden. Die Erfindung ermöglicht es also erstmals, vor dem Transport schwerer Lasten eine für den vorliegenden Anwendungsfall geeignete demontierbare Fallschutzeinrichtung aufzubauen, die nach dem Abschluss des Transportes der schweren Lasten wieder abgebaut werden kann, um so den Innenraum des Dampferzeugerkessels für weitere Montagearbeiten freizugeben. Gleichzeitig ist die Montage und die Demontage der erfindungsgemäßen Fallschutzeinrichtung so schnell und einfach möglich, dass sich trotz der zusätzlichen Arbeiten mit der Fallschutzeinrichtung die Wirtschaftlichkeit der Baustelle durch die ermöglichte Parallelisierung von Arbeiten erhöht, insbesondere im Bereich unter der transportierten schweren Last. Die erfindungsgemäße Fallschutzeinrichtung wird insbesondere nur während der Transporte von schweren Lasten installiert, also vor den Transporten angebracht und nach den Transporten entfernt, d.h. in beispielsweise Wartungsphasen, in denen überhaupt schwere Lasten im Innenraum des Dampferzeugerkessels in höheren Bereichen bewegt werden müssen. Gleichzeitig reicht das Zusammenwirken des Sicherheitsnetzes und der Fallbremse dazu aus, die schweren Lasten zuversichtlich aufzufangen, so dass Personenschäden ausgeschlossen sind.

[0008] Sowohl das Sicherheitsnetz als auch die Fallbremse werden auf den jeweiligen Anwendungsfall an-

gepasst. Insbesondere wird die Transporthöhe und das Gewicht der schweren Last, beides im Vorhinein bekannte Größen, zur Ermittlung der jeweilig notwendigen Ausbildung des Sicherheitsnetzes und der Fallbremse herangezogen. Das Sicherheitsnetz und die Fallbremse müssen so ausgelegt sein, dass das Fallgewicht der Last bei einem Versagen der Anschlagmittel, beispielsweise am Kran, mit absoluter Sicherheit abgebremst, aufgefangen und der weitere Fall verhindert wird. Das Sicherheitsnetz besteht beispielsweise aus einem Stahlgeflecht mit einem vorher festgelegten beziehungsweise berechneten Querschnitt. Der Querschnitt der Stahlseile des Sicherheitsnetzes muss zum einen groß genug sein, um die schwere Last unter Mithilfe der Fallbremse auffangen zu können, zum anderen sollte der Querschnitt möglichst gering sein, damit die Stahlseile und auch das Sicherheitsnetz eine möglichst große Flexibilität aufweist, wodurch die erfindungsgemäße, schnelle Montage und Demontage der Fallschutzeinrichtung ermöglicht wird. Es ist daher bevorzugt, dass das Sicherheitsnetz Stahlseile umfasst, deren Durchmesser maximal 12 mm, bevorzugt maximal 10 mm, besonders bevorzugt maximal 8 mm und ganz besonders bevorzugt maximal 6 mm beträgt. Die tatsächliche Dimensionierung wird für jeden Anwendungsfall berechnet. Die einzelnen Stahlseile sind beispielsweise durch Quetsch- und/oder Schraubverbindungen zu einem Netz verbunden.

[0009] Bevorzugt sind mehrere Fallbremsen, insbesondere an einander gegenüberliegenden Randbereichen des Sicherheitsnetzes angreifende Fallbremsen, vorgesehen, um ein gleichmäßig über das Sicherheitsnetz verteiltes Abfangen der fallenden schweren Last zu ermöglichen.

[0010] Die Fallbremsen sind derart am Sicherheitsnetz angeordnet beziehungsweise tragen das Sicherheitsnetz derart, dass, wenn das Sicherheitsnetz von einer auftreffenden Last nach unten durchgebeugt wird, Zugkräfte auf die Fallbremse einwirken. Die Fallbremse bezeichnet erfindungsgemäß beispielsweise ein seil- oder bandförmiges Element, das sich elastisch und/oder plastisch unter dem Einfluss dieser Zugkräfte verformt, insbesondere verlängert, wobei Energie aus den Zugkräften, die beispielsweise durch den Fall der Last auf das Sicherheitsnetz hervorgerufen werden, aufgenommen und/oder vernichtet wird. Auf diese Weise wird der Fall der Lasten abgebremst, so dass das Sicherheitsnetz an sich nur noch eine geringere Last aushalten muss. Beispielsweise müsste das Sicherheitsnetz ohne den Einsatz einer Fallbremse bei einem Absturz einer Last von einer halben Tonne Gewicht aus 10 m Höhe typischerweise eine Last von ca. 50 t übernehmen. Durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Zugbremse wird diese Last am Sicherheitsnetz auf maximal 10 t reduziert. Geeignete Fallbremsen sind von der prinzipiellen Funktionsweise beispielsweise aus dem Personenschutz bekannt und werden unter anderem in den Druckschriften DE 202 017 103 795 U1 und WO 2000 044 445 A1 beschrieben. Selbstverständlich müssen diese für den er-

findungsgemäßen Einsatz größer dimensioniert werden. Bevorzugt ist es, dass die Fallbremse einen Bandfalldämpfer, beispielsweise aus Nylon, als Zugbremse umfasst. Beispielsweise umfasst die Fallbremse in Schlaufen vernähte Nylonbänder, die unter Zug aufreißen, wenn eine bestimmte Zugkraft überschritten wird. Durch diese irreversible Verformung der Fallbremse wird Fallenergie absorbiert. Insbesondere wird der Impuls der herabstürzenden Last stufenweise abgebremst, wodurch sich wesentliche Vorteile bei der Dimensionierung des Sicherheitsnetzes und der Befestigungspunkte des Sicherheitsnetzes und der Fallbremse ergeben.

[0011] Das Sicherheitsnetz wird bevorzugt an statisch nachgerechneten Punkten im Dampferzeugerkessel oder auch außerhalb des Dampferzeugerkessels, je nach Geometrie, angeschlagen. Die Anzahl der Befestigungspunkte ist dabei so gewählt, dass die berechnete Falllast in die Befestigungspunkte abgeleitet wird. Bevorzugt ist es, dass das Sicherheitsnetz an zwei gegenüberliegenden Seiten an der Membranwand und/oder einer Tragstruktur der Membranwand, insbesondere einem Stahlgerüst, befestigt ist. Beispielsweise ist das Sicherheitsnetz rechteckig, wobei zwei im Wesentlichen zueinander parallele Seiten an der Membranwand und/oder der Tragstruktur der Membranwand befestigt sind. Die beiden weiteren, ebenfalls gegenüberliegenden Seiten des Sicherheitsnetzes, können dagegen frei bleiben. Auf diese Weise kann sich das Sicherheitsnetz beim Auftreffen einer Last auf das Sicherheitsnetz im Bereich der freien Seiten zu einem gewissen Grad nach unten durchwölben und so die herabfallende Last abbremsen und auffangen. Es ist aber auch möglich, das Sicherheitsnetz an allen vier Seiten an der Membranwand und/oder einer Tragstruktur der Membranwand, insbesondere über jeweils eine Fallbremse, zu befestigen. Die Membranwand umfasst dabei die Rohre und die die Rohre verbindenden Stege beziehungsweise Flossen. Die Tragstruktur der Membranwand ist typischerweise ein außerhalb des Innenraums angeordnetes Stahlkonstrukt, insbesondere aus Stahlträgern, an dem auch die Membranwand befestigt ist.

[0012] Die Fallbremse ist ganz allgemein zwischen dem Sicherheitsnetz und der Membranwand und/oder der Tragstruktur der Membranwand angeordnet beziehungsweise eingespannt. Sie stellt somit das Verbindungselement des Sicherheitsnetzes zur Membranwand und/oder zur Tragstruktur der Membranwand dar. Insbesondere ist die Fallbremse dabei bereits derart vollständig straff angeordnet, sodass sie sich, wenn Zugkräfte an ihr Anliegen, nicht erst vollständig straffen muss, bevor ihre Bremsfunktion ausgelöst wird. Grundsätzlich kann die Fallbremse an jedem Punkt des Sicherheitsnetzes angeordnet sein. Es ist allerdings bevorzugt, wenn die Fallbremse mit ihrem einen Ende im Randbereich des Sicherheitsnetzes im Wesentlichen in der Mitte der gegenüberliegenden Seiten und mit ihrem anderen Ende an der Membranwand und/oder der Tragstruktur der Membranwand befestigt ist. Die Fallbremse ist mit ande-

ren Worten in demjenigen Bereich am Sicherheitsnetz befestigt, der den freien, nicht an der Membranwand und/oder der Tragstruktur befestigten Seiten der Membranwand entspricht. Die Fallbremse greift also dort am Sicherheitsnetz an, wo das Sicherheitsnetz sich nach unten durchbiegen beziehungsweise durchwölben kann. Genau diese Bewegung des Sicherheitsnetzes, durch eine auf das Sicherheitsnetz fallenden Last ausgelöst, soll von der Fallbremse gebremst und schließlich angehalten werden, wodurch die Fallbremse die Belastung des Sicherheitsnetzes deutlich reduziert. Eine Anbindung der Fallbremse am Rand des Sicherheitsnetzes, und nicht etwa in dessen Mitte, hat den Vorteil, dass sich dadurch die Mitte des Sicherheitsnetzes stärker nach unten wölbt als die Randbereiche, wodurch die Last sicher in der Mitte des Sicherheitsnetzes gefangen wird. Ein Verkappen des Sicherheitsnetzes, wodurch die aufzufangende Last eventuell am Sicherheitsnetz vorbei weiter nach unten stürzen könnte, wird dadurch vermieden.

[0013] Es reicht grundsätzlich aus, wenn das Sicherheitsnetz fest an der Membranwand und/oder der Tragstruktur der Membranwand befestigt ist. Dies bedeutet, dass zur Befestigung des Sicherheitsnetzes selbst an der Membranwand und/oder der Tragstruktur keine Elemente verwendet werden müssen, die selbst als Fallbremse ausgelegt sind. Die Fallbremse kann also nur zusätzlich zu dieser Befestigung angeordnet. In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung ist es allerdings vorgesehen, dass das Sicherheitsnetz ausschließlich über Fallbremsen an der Membranwand und/oder der Tragstruktur der Membranwand befestigt ist. In diesem Fall ist also beispielsweise ebenfalls die Befestigung des Sicherheitsnetzes an den zwei gegenüberliegenden Seiten über Fallbremsen realisiert, die zwischen diesen gegenüberliegenden Seiten und der Membranwand und/oder der Tragstruktur angeordnet werden. Wird das Sicherheitsnetz auf diese Weise direkt über Fallbremsen mit der Membranwand und/oder der Tragstruktur verbunden, so kann auf die zusätzlichen Fallbremsen verzichtet werden. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind allerdings zusätzlich zu der Befestigung des Sicherheitsnetzes über Fallbremsen noch weitere Fallbremsen vorgesehen, die von den Randbereichen der Mitte bzw. von einer Mitte eines Seitenrandes des Sicherheitsnetzes zur Membranwand und/oder der Tragstruktur gespannt werden. Auf diese Weise wird die Zugkraft durch die herabstürzenden Last auf eine hohe Zahl von Fallbremsen verteilt, deren Auslegung jeweils für sich entsprechend schwächer und damit günstiger sein kann. Wichtig ist nur, dass insgesamt die Anzahl der Fallbremsen und deren Auslegung für die herabstürzende Last ausreichend ist.

[0014] Wie eingangs bereits erwähnt, ist die Sicherheit der Personen auf der Baustelle das oberste Gebot für die Erfindung. Es soll auf keinen Fall die Arbeitsschwindigkeit auf Kosten einer Gefährdung von Menschen erhöht werden. Aus diesem Grund ist es bevorzugt, dass die Fallbremse sowohl eine Zugbremse zum

Abbremsen des Falls von im Sicherheitsnetz landenden Lasten als auch eine Zugsicherung aufweist, wobei die Zugsicherung dazu ausgebildet ist, den Fall von im Sicherheitsnetz landenden Lasten im Wesentlichen abrupt zu stoppen, wenn die Bremskapazität der Zugbremse erreicht beziehungsweise überschritten wird. Die Zugsicherung dient als insbesondere dazu, dass verhindert wird, dass die Fallbremse reißt. Da die zu transportierenden Lasten und deren jeweilige potentielle Fallhöhe bereits bei der Planung der Arbeiten bekannt sind, kann die erfindungsgemäße demontierbare Fallschutzeinrichtung derart ausgelegt werden, dass die Stärke des Sicherheitsnetzes und der Fallbremse auf jeden Fall ausreicht, um die herabstürzenden Lasten sicher aufzufangen. Um die erfindungsgemäße Absicherung noch perfekter zu machen, kann allerdings die Zugsicherung vorgesehen sein, die nur dann zum Einsatz kommt, wenn tatsächlich die Bremskapazität der Zugbremse, also beispielsweise des Bandfalldämpfers, nicht ausreicht, um die Last vollständig zu stoppen. Die Zugsicherung ist beispielsweise ein seil-, ketten- oder bandförmiges Element aus einem unflexiblen beziehungsweise starren Material, welches sich auch unter Einwirkung von hohen Zugkräften im Wesentlichen nicht elastisch oder plastisch verformt. Bevorzugt ist die Zugsicherung zusammen mit der Zugbremse angeordnet, also an denselben Befestigungspunkten an der Membranwand und/oder der Tragstruktur der Membranwand und dem Sicherheitsnetz angebracht, wie die Zugbremse. Wie bereits erläutert wurde, verlängert sich die Zugbremse bei der Absorption von Energie aus dem Sturz der Lasten. Die Zugbremse weist daher eine Anfangslänge auf, in der die Zugbremse noch über die volle Bremskapazität verfügt. Darüber hinaus weist die Zugbremse eine Endlänge auf, in die die Zugbremse ausgedehnt beziehungsweise irreversibel verformt werden kann, und die größer ist als die Anfangslänge. Erreicht die Zugbremse ihre Endlänge, so ist die gesamte Bremskapazität aufgebraucht und die Zugbremse kann sich im Wesentlichen nicht weiter verlängern. Es ist daher bevorzugt, dass die Zugsicherung eine Länge aufweist, die der Endlänge der Zugbremse entspricht oder nur geringfügig größer ist. Beim Einbau der Fallschutzeinrichtung ist die Zugsicherung daher um die Differenz zwischen Endlänge und Anfangslänge der Zugbremse länger als die Zugbremse und hängt daher durch. Insbesondere ist die Zugsicherung derart ausgelegt, dass sie die gesamte herabstürzende Last sicher aufnehmen und die entstehenden Kräfte in ihre Befestigung ableiten kann. Wird die Zugbremse beim Abbremsen einer herabstürzenden Last bis zu ihrer Endlänge ausgezogen, so strafft sich die Zugsicherung. Zieht die herabstürzende Last bei einem Erreichen der Endlänge der Zugbremse weiter nach unten, so greift die Zugsicherung und stoppt die Bewegung der Last und des Sicherheitsnetzes abrupt ab. Die Zugsicherung ist dabei lediglich als zusätzliche Sicherheit vorgesehen, die eigentlich gar nicht zum Einsatz kommen sollte. Sollte trotz wohl überlegtem Design des Sicherheitsnetzes und der

Zugbremse allerdings deren Kapazität überschritten werden, so sorgt die Zugsicherung dafür, dass selbst in diesem Sonderfall eine Gefährdung von Personen ausgeschlossen ist.

5 **[0015]** Es kann somit beispielsweise vorgesehen sein, dass die Fallbremse ergänzend zu einer Zugbremse eine Kette, beispielsweise aus Stahl, als Zugsicherung umfasst. Andere Materialien und Ausbildungen sind ebenfalls denkbar.

10 **[0016]** Auch die maximale Auslenkung des Sicherheitsnetzes nach unten bei auftreffender Last muss im Vorhinein bestimmt und an die Gegebenheiten angepasst werden. Hieraus ergeben sich dann ebenfalls die Anfangs- und die Endlänge der Zugbremse sowie
15 die Länge der Zugsicherung. Bevorzugt ist es, wenn die Fallbremse eine vertikale Bremsstrecke von maximal 2,5 m, bevorzugt maximal 2,00 m, besonders bevorzugt maximal 1,5 m und ganz besonders bevorzugt maximal 1,25 m aufweist. Die vertikale Bremsstrecke bezeichnet insbesondere den vertikalen Abstand zwischen den Positionen des tiefsten Punktes des Sicherheitsnetzes vor und nach dem Auftreffen einer stürzenden Last. Der tiefste Punkt des Sicherheitsnetzes muss vor dem Auffangen einer herabstürzenden Last nicht an derselben Stelle in
20 der Horizontalebene liegen wie nach dem Auffangen der Last. Die vertikale Bremsstrecke bezeichnet daher den Abstand zweier gedachter Horizontalebenen, wobei die eine Horizontalebene durch den tiefsten Punkt des Sicherheitsnetzes vor dem Auffangen der Last und die andere durch den tiefsten Punkt des Sicherheitsnetzes nach dem Auffangen der Last verläuft. Wird das Sicherheitsnetz und die Fallbremse derart ausgelegt, dass die vertikale Bremsstrecke sich in den angegebenen Bereichen bewegt, so wird die herabstürzende Last besonders
25 sicher aufgefangen. Hierfür ist es beispielsweise vorteilhaft, wenn die Zugbremse derart ausgebildet ist, dass die lineare Verlängerung der Zugbremse zwischen der Anfangslänge und der Endlänge maximal 2 m, bevorzugt maximal 1,75 m, besonders bevorzugt maximal 1,5 m und ganz besonders bevorzugt maximal 1,25 m oder 1,0 m, ist.

[0017] Grundsätzlich kann das Sicherheitsnetz auf verschiedene Arten an der Membranwand und/oder der Tragstruktur der Membranwand befestigt werden. Zu beachten ist hierbei allerdings zum einen, dass die Wasser beziehungsweise Dampf führenden Rohre der Membranwand nicht beschädigt und auch nicht zu stark durch das Auffangen einer herabfallenden Last beansprucht werden sollten, um dadurch entstehende Schäden zu vermeiden. Werden also für die Befestigung des Sicherheitsnetzes beispielsweise Durchgänge durch die Membranwand benötigt, so werden diese bevorzugt in den die Rohre verbindenden Stegen angeordnet sein. In diesem Bereich können zur Installation des Sicherheitsnetzes verhältnismäßig einfach Löcher eingebracht werden, die nach der Demontage der Fallschutzeinrichtung einfach wieder verschlossen werden, so dass die Membranwand wieder dicht ist. Konkret kann es zur Befesti-

gung des Sicherheitsnetzes vorgesehen sein, dass das Sicherheitsnetz an einem Befestigungsseil befestigt ist, das von der Innenseite des Dampferzeugerkessels durch die Membranwand nach außen geführt ist, und das auf der Außenseite der Membranwand mittels einer Kausch und einer durch die Kausch gesteckten, bevorzugt balkenförmigen, Sperre gesichert ist. Für den Durchtritt des Befestigungsseils durch die Membranwand sind wie beschrieben Löcher in den Stegen vorgesehen. Insbesondere wird das Befestigungsseil mit beiden Enden von innen kommend durch die Membranwand hindurchgesteckt, so dass sich auf der Innenseite der Membranwand eine Lasche bildet. An dieser Lasche wird das Sicherheitsnetz befestigt, beispielsweise über geeignete Schäkkel. Die nach außen überstehenden Enden des Befestigungsseiles werden jeweils mit einer Kausch verpresst. Durch beide Kauschen wird dann eine Sperre hindurchgesteckt, die die Kauschen und das Befestigungsseil formschlüssig in Richtung zur Membranwand hin beziehungsweise zum Innenraum des Dampferzeugerkessels hin sperrt. Die Sperre kann beispielsweise ein Stahlrohr sein. Bei dieser Ausführungsform sind also für einen Befestigungspunkt mit einem Befestigungsseil zwei Kauschen vorgesehen, durch die die Sperre gesteckt wird. Das Befestigungsseil umgreift wenigstens ein Rohr der Membranwand, bevorzugt allerdings wenigstens zwei, insbesondere drei oder noch mehr, Rohre. Je mehr Rohre vom Befestigungsseil umgriffen werden, auf desto mehr Rohre wird die potenziell von einer herabstürzenden Last im Sicherheitsnetz ausgelöste Zugkraft aufgeteilt und abgeleitet. Auch die Sperre liegt von außen bevorzugt an einer Vielzahl von Rohren der Membranwand an, beispielsweise an mindestens zwei, bevorzugt an mindestens vier, besonders bevorzugt an mindestens sechs, ganz besonders bevorzugt an mindestens acht. Auch dies führt zu einer besonders guten Kraftableitung und verhindert Schäden an der Membranwand. Für die Befestigung der Fallbremse an der Membranwand und/oder der Tragstruktur der Membranwand gilt das für das Sicherheitsnetz beschriebene entsprechend ebenfalls. Dies gilt sowohl für vorstehende als auch für nachstehende Teile der Beschreibung.

[0018] Um die Ableitung der wirkenden Kräfte vom Sicherheitsnetz auf die Membranwand beziehungsweise die Tragstruktur der Membranwand möglichst gut zu verteilen, ist es bevorzugt, dass das Sicherheitsnetz an mehreren Befestigungspunkten befestigt ist. Dies gilt insbesondere für beide Seiten, an denen das Sicherheitsnetz befestigt ist. So ist es insbesondere vorgesehen, dass das Sicherheitsnetz auf jeder Seite wenigstens zwei, bevorzugt wenigstens drei, besonders bevorzugt wenigstens vier und ganz besonders bevorzugt wenigstens fünf Befestigungspunkte, insbesondere mit jeweils einem Befestigungsseil wie vorstehend beschrieben, aufweist. Die Kraftableitung wird weiter dadurch verteilt, dass ein und dieselbe Sperre durch mehrere Kauschen gesteckt ist. So liegt die Sperre beispielsweise an einer Vielzahl von Rohren an, die alle einen Beitrag zur Ablei-

tung der Kräfte liefern. Daher ist es bevorzugt, dass das Sicherheitsnetz durch wenigstens zwei Befestigungsseile mit Kauschen befestigt ist, und dass die Sperre durch beide Kauschen, insbesondere durch alle an einer Seite des Sicherheitsnetzes angeordnete Kauschen, gesteckt ist. Diese Ausführungsform zeichnet sich nicht nur durch eine besonders vorteilhafte Kraftableitung aus, sondern ist ebenfalls besonders einfach und schnell anzubringen.

[0019] Die eingangs genannte Aufgabe wird ebenfalls durch ein Kraftwerk, insbesondere ein fossiles Kraftwerk, oder eine Müllverbrennungsanlage mit einem vorstehend beschriebenen Dampferzeugerkessel gelöst. Sämtliche vorstehend beschriebenen Merkmale, Vorteile und Wirkungen des erfindungsgemäßen Dampferzeugerkessels gelten ebenfalls im übertragenen Sinne für das erfindungsgemäße Kraftwerk oder die erfindungsgemäße Müllverbrennungsanlage. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird daher auf die vorstehenden Ausführungen Bezug genommen.

[0020] Darüber hinaus gelingt die Lösung der eingangs genannten Aufgabe ebenfalls durch ein Verfahren zum Absichern von Wartungsarbeiten an einem Dampferzeugerkessel, wie nachstehend beschrieben. Auch zum erfindungsgemäßen Verfahren wird auf die vorstehenden Ausführungen zum Dampferzeugerkessel Bezug genommen. Auch für das Verfahren gelten sämtliche vorstehend beschriebenen Merkmale, Vorteile und Wirkungen des erfindungsgemäßen Dampferzeugerkessels im übertragenen Sinne. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Schritte: Einbauen einer demontierbaren Fallschutzeinrichtung durch das Aufspannen eines Sicherheitsnetzes zum Auffangen von schweren herabfallenden Lasten im Dampferzeugerkessel in einem wenigstens teilweise von einer Membranwand umgebenen Innenraum unterhalb einer Wartungsstelle an der Membranwand des Dampferzeugerkessels; Anordnen wenigstens einer Fallbremse zwischen dem Sicherheitsnetz und der Membranwand und/oder einer Tragstruktur der Membranwand, wobei die Fallbremse dazu ausgebildet ist, den Fall von im Sicherheitsnetz landenden Lasten abzubremsen; und Abbauen der demontierbaren Fallschutzeinrichtung nach der Durchführung der Wartungsarbeiten zur Freigabe des Innenraums des Dampferzeugerkessels. Der Begriff "Wartungsarbeiten" umfasst vorliegend auch nur den einfachen Transport einer schweren Last. Auch das erfindungsgemäße Verfahren beruht auf dem Grundgedanken, dass durch die Nutzung einer Fallbremse ein ausreichend flexibles Sicherheitsnetz eingesetzt werden kann, welches zum einen in wirtschaftlicher Weise schnell auf- und wieder abgebaut werden kann, und welches gleichzeitig unter Mithilfe der Fallbremse ausreichend stark ist, um die schweren herabfallenden Lasten mit absoluter Sicherheit aufhalten zu können.

[0021] Ein weiterer, bevorzugter Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das Ausstatten der Fallbremse mit sowohl einer Zugbremse zum Abbremsen des Falls von im Sicherheitsnetz landenden Lasten als

auch einer Zugsicherung zum Stoppen des Falls von im Sicherheitsnetz landenden Lasten, wenn die Bremskapazität der Zugbremse überschritten wird. Da die Sicherheit der Arbeiter vorgeht, wird auch im erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt diese zusätzliche Sicherungsmaßnahme durchgeführt.

[0022] Zur Befestigung der demontierbaren Fallschutzeinrichtung, also insbesondere des Sicherheitsnetzes und/oder der Fallbremse, kann weiterhin das Einbringen von wenigstens einem Loch in die Membranwand, insbesondere in die die Rohre verbindenden Stege, vorgesehen sein. Es folgt bevorzugt das Hindurchführen eines Befestigungsseiles durch das wenigstens eine Loch und insbesondere das Befestigen des Befestigungsseiles an der Membranwand mittels einer Sperre, insbesondere eine durch wenigstens eine Kausch des Befestigungsseiles hindurch gesteckte Sperre und/oder das Befestigen des Befestigungsseiles an der Tragstruktur der Membranwand. Falls es während den Wartungsarbeiten am Dampferzeugerkessel tatsächlich zum Absturz einer schweren Last kommt, umfasst das Verfahren bevorzugt ebenfalls das Abbremsen des Falls einer auf dem Sicherheitsnetz landenden Last durch die Zugbremse, sowie im Fall eines Erreichens beziehungsweise Überschreitens der Bremskapazität der Zugbremse insbesondere ein Stoppen des Falls einer auf dem Sicherheitsnetz landenden Last durch die Zugsicherung. Nach dem Abschluss der Wartungsarbeiten und dem Abbauen der demontierbaren Fallschutzeinrichtung folgt insbesondere ein Verschließen des wenigstens einen Lochs im Steg der Membranwand.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Figur 1: eine Übersicht über den Dampferzeugerkessel eines Großdampferzeugers;

Figur 2: einen Ausschnitt eines Dampferzeugerkessels mit demontierbarer Fallschutzeinrichtung;

Figur 3: eine Draufsicht auf einen Querschnitt durch den Dampferzeugerkessel gemäß Figur 2;

Figur 4: die Befestigung des Sicherheitsnetzes an einer Membranwand des Dampferzeugerkessels;

Figur 5: eine alternative Befestigung des Sicherheitsnetzes an der Membranwand des Dampferzeugerkessels; und

Figur 6: ein Ablaufdiagramm des Verfahrens.

[0024] Gleiche beziehungsweise gleich wirkende Bauteile sind mit den gleichen Bezugszeichen beziffert. Sich wiederholende Bauteile sind nicht in jeder Figur geson-

dert bezeichnet.

[0025] Figur 1 zeigt einen Dampferzeugerkessel 1 mit einer Membranwand 5. Der Dampferzeugerkessel 1 weist unterschiedliche Bereiche auf. Beispielsweise umfasst er einen Verdampfer 2, in dem die Rohre der Membranwand 5 typischerweise schräg angeordnet sind und überwiegend Wasser oder ein Gemisch aus Wasser und Dampf führen. Darüber hinaus weist die Membranwand 5 ebenfalls einen Überhitzer 3 auf, in dem die Rohre typischerweise vertikal angeordnet sind und nur noch Dampf führen. Am unteren Ende des Dampferzeugerkessels 1 befindet sich ein Austrag 4, in dessen Bereich ebenfalls die Feuerung stattfindet. Der Austrag 4 ist üblicherweise trichterförmig gestaltet, um herabsinkende Feststoffe, beispielsweise Überreste aus der Verbrennung, zu sammeln. Typischerweise wird im unteren Bereich der Membranwand 5 vorgeheiztes Wasser in die Rohre geleitet, das sich auf dem Weg nach oben immer weiter erhitzt und irgendwann in Dampf übergeht, der dann überhitzt wird. Dieser überhitzte Dampf wird anschließend zur Stromproduktion, beispielsweise in einer Turbine (nicht dargestellt), eingesetzt. Sowohl beim Bau als auch bei der Wartung derartiger Dampferzeugerkessel 1 können in sämtlichen Bereichen auf jeder Höhe Arbeiten durchgeführt werden.

[0026] Figur 2 zeigt einen Abschnitt des Dampferzeugerkessels 1 mit in dessen Innenraum zur Absicherung von derartigen Arbeiten angeordneter demontierbarer Fallschutzeinrichtung, beispielsweise im Bereich des Überhitzers 3. Die demontierbare Fallschutzeinrichtung umfasst ein Sicherheitsnetz 6, das eine rechteckige Form hat und entlang einer Seite des Innenraums des Dampferzeugerkessels 1 aufgespannt ist. Insbesondere ist das Sicherheitsnetz 6 unter einem Bereich des Dampferzeugerkessels 1 angeordnet, in dem schwere Lasten, beispielsweise mittels eines Kranes, transportiert werden. Unter dem Sicherheitsnetz 6 sind ebenfalls Arbeiten zu erledigen, weshalb sich hier ebenfalls Personen aufhalten, die gegen ein unkontrolliertes Herabstürzen der schweren Last geschützt werden müssen. Hierfür ist das Sicherheitsnetz 6 an zwei gegenüberliegenden Seiten, insbesondere den kurzen Seiten, über Netzbefestigungen 9 mit der Membranwand 5 des Dampferzeugerkessels 1 verbunden und an dieser befestigt. Diese werden nachstehend noch näher beschrieben. Wichtig ist, dass das Sicherheitsnetz 6 nur an den beiden gegenüberliegenden Seiten an der Membranwand 5 befestigt ist, so dass die beiden anderen, insbesondere die beiden langen Seiten, des Sicherheitsnetzes 6 frei sind. Auf diese Weise kann sich das Sicherheitsnetz 6 zu einem gewissen Grad nach unten durchbiegen beziehungsweise durchwölben, wenn eine Last von oben auf das Sicherheitsnetz 6 fällt. Dies ist in Figur 2 durch die nach unten durchgewölbte, gestrichelte Position des Sicherheitsnetzes 6 angedeutet. Diejenige Strecke, die sich das Sicherheitsnetz 6 vertikal nach unten durchwölbt wird ebenfalls als vertikale Bremsstrecke L bezeichnet.

[0027] Damit eine herabstürzende Last zuverlässig

vom Sicherheitsnetz 6 aufgefangen werden kann, wird das Sicherheitsnetz 6 im gezeigten Ausführungsbeispiel von insgesamt vier Fallbremsen 7 gehalten. Die Fallbremsen 7 sind in demjenigen Bereich des Sicherheitsnetzes 6, der sich am weitesten vertikal nach unten durchwölben kann, über Bremsbefestigungen 11 am Sicherheitsnetz 6 befestigt. Darüber hinaus sind die Fallbremsen 7 am Rand des Sicherheitsnetzes 6 angebracht, und zwar jeweils zwei Fallbremsen 7 auf den gegenüberliegenden Seiten des Sicherheitsnetzes 6. Von den Bremsbefestigungen 11 in der Mitte des Sicherheitsnetzes 6 aus sind die Fallbremsen 7 nach oben geführt und mit ihrem oberen Ende über Bremsanschläge 10 an der Membranwand 5 befestigt. Die beiden auf derselben Seite des Sicherheitsnetzes 6 befestigten Fallbremsen 7 werden dabei an unterschiedlichen, insbesondere gegenüberliegenden Seiten des Dampferzeugerkessels 1 an der Membranwand 5 befestigt. Zwei der auf gegenüberliegenden Seiten des Sicherheitsnetzes 6 befestigten Fallbremsen 7 sind dabei an jeweils derselben Seite des Dampferzeugerkessels 1 befestigt und werden im Wesentlichen parallel zueinander zwischen der Membranwand 5 und dem Sicherheitsnetz 6 gespannt. Die Bremsanschläge 10 der beiden an derselben Membranwand 5 beziehungsweise an derselben Seite des Dampferzeugerkessels 1 befestigten Fallbremsen 7 sind daher im Wesentlichen so weit voneinander beabstandet, wie die gegenüberliegenden Bremsbefestigungen 11 am Sicherheitsnetz 6. Der Abstand entspricht daher im Wesentlichen der Schmalseite des Sicherheitsnetzes 6.

[0028] Die Fallbremsen 7 umfassen jeweils eine Zugbremse 20 und eine Zugsicherung 8. Die Zugbremse 20 ist beispielsweise ein Bandfalldämpfer und dazu ausgebildet, den Fall einer Last stufenweise ruckartig oder kontinuierlich abzubremsen. Insbesondere bremst die Zugbremse 20 den Fall der Last ab, während die Last bereits auf dem Sicherheitsnetz 6 gelandet ist und dieses nach unten durchdrückt. Die Bremsfunktion der Zugbremse 20 setzt also dann ein, wenn die Last auf dem Sicherheitsnetz 6 gelandet ist. Um dies sicherzustellen, ist die Zugbremse 20 zwischen dem Bremsenschlag 10 und der Bremsbefestigung 11 straff gespannt. Beispielsweise ist die Zugbremse 20 im Wesentlichen in einem Winkel von 45° ausgehend von der Bremsbefestigung 11 hinauf zum Bremsenschlag 10 gespannt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Zugbremsen 20 beispielsweise in Schlaufen mit sich selbst vernähte Nylonbänder. Unter Zugbelastung reißen die Schlaufen auf, wobei Energie absorbiert wird. Durch das Aufreißen der Schlaufen verlängern sich die Zugbremsen 20. Die Zugsicherung 8 dagegen ist aus einem inelastischen, zugfesten beziehungsweise starren Material ausgebildet, beispielsweise einer Stahlgliederkette. Sie ist dafür vorgesehen, die Abwärtsbewegung des Sicherheitsnetzes 6 und der auf dieses stürzenden Last nach einer vorher festgelegten maximalen vertikalen Bremsstrecke L abrupt zu stoppen. Grundsätzlich wird angestrebt, das Si-

cherheitsnetz 6 und die Zugbremse 20 derart auszulegen, dass bei den zu erwartenden Lasten die Zugsicherung 8 nicht notwendig ist, da bereits die Bremswirkung der Zugbremse 20 ausreicht, um den Sturz der Last vollständig abzubremsen, sodass diese in Ruhe auf dem Sicherheitsnetz 6 zum Liegen kommt. Sollte dies allerdings aus unvorhergesehenen Gründen nicht gelingen, so sichert die Zugsicherung 8 die Fallschutzeinrichtung gegen ein Versagen ab. Zwar wird durch das ruckartige Abbremsen der herabstürzenden Last eine stärkere Belastung der Bremsanschläge 10 hervorgerufen, die im schlimmsten Fall zu einer Beschädigung der Membranwand 5 oder der Tragstruktur der Membranwand 5 führt. Im Hinblick darauf, dass ansonsten allerdings Personenschäden entstehen könnten, wird dieses Risiko selbstverständlich in Kauf genommen.

[0029] Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch einen Dampferzeugerkessel 1 mit einer Draufsicht auf die im Inneren angeordnete demontierbare Fallschutzeinrichtung. Im Innenraum des Dampferzeugerkessels 1 ist ein Gerüst 12 aufgebaut, das den Hauptteil des Innenraumes einnimmt. An drei Seiten, in der Figur 3 unten, links und oben reicht das Gerüst 12 nicht bis an die Membranwand 5 heran. In diesen Bereichen ist jeweils ein Sicherheitsnetz 6 aufgespannt. Um die drei Sicherheitsnetze 6 zu unterscheiden sind die jeweils zu den einzelnen Sicherheitsnetzen 6 gehörenden Elemente in Figur 3 mit a, b und c bezeichnet. Wie ebenfalls gezeigt überlappen die Sicherheitsnetze 6 teilweise. Insbesondere überlappen die Sicherheitsnetze 6a und 6c jeweils einseitig mit dem Sicherheitsnetz 6b, während das Sicherheitsnetz 6b auf beiden Seiten von den jeweils anderen Sicherheitsnetzen 6a, 6c überlappt wird. Jedes der Sicherheitsnetze 6 ist auf den gegenüberliegenden schmalen Seiten mit jeweils vier Netzbefestigungen 9a, 9b, 9c an der Membranwand 5 beziehungsweise der Tragstruktur 25 der Membranwand 5 befestigt. Als Beispiel ist hier lediglich für das Sicherheitsnetz 6b am in der Figur 3 oberen Ende eine Befestigung an der Tragstruktur 25 gezeigt. Die Tragstruktur 25 selbst ist ebenfalls nur ausschnittsweise gezeigt. Grundsätzlich kann allerdings, je nach Anwendungsfall und vorheriger statischer Berechnung, jede Netzbefestigung 9 grundsätzlich entweder an der Membranwand 5 oder an der Tragstruktur 25 der Membranwand 5 befestigt werden. Figur 3 zeigt ebenfalls die Position der jeweiligen Bremsbefestigungen 11a, 11b, 11c, die sich im Wesentlichen in der Mitte der langen Seite und am Rand der kurzen Seite der Sicherheitsnetze 6a, 6b, 6c befinden. In diesem Bereich sind die Bremsbefestigungen 11 am weitesten von der Netzbefestigung 9 entfernt angeordnet. Hier kann sich das jeweilige Sicherheitsnetz 6 am weitesten nach unten wölben, so dass diese Bewegung an dieser Position auch am besten abgebremst werden kann. Darüber hinaus sind in Figur 3 ebenfalls die Bremsanschläge 10a, 10b, 10c der Fallbremsen 7 dargestellt. Hierbei gilt es allerdings zu beachten, dass die Bremsanschläge 10a, 10b, 10c sich vertikal über den Sicherheitsnetzen 6 befinden, also

von der Papierebene aus in Richtung des Betrachters zu den Sicherheitsnetzen 6 versetzt sind. Ebenfalls beispielhaft sind die Bremsenanschlüsse 10c für die Fallbremse 7 des Sicherheitsnetzes 6c an der Tragstruktur 25 befestigt. Wiederum kann je nach Anwendungsfall für jeden einzelnen Bremsenanschlag 10 entschieden werden, ob dieser an der Membranwand 5 oder an der Tragstruktur 25 der Membranwand 5 angeordnet wird.

[0030] In den Figuren 4 und 5 sind Ausführungsformen der Netzbefestigung 9 dargestellt. Aus diesen Figuren geht ebenfalls der Aufbau der Membranwand 5 aus Rohren 13 und die Rohre 13 verbindenden Stegen 14 beziehungsweise Flossen hervor. Die Netzbefestigung 9 umfasst ein Befestigungsseil 15, beispielsweise ein Stahlseil, welches von der Innenseite des Dampferzeugerkessels 1 durch Löcher 27 in den Stegen 14 durch die Membranwand 5 nach außen hindurchgesteckt wird. Auf der Außenseite der Membranwand 5 wird das Befestigungsseil in Schlaufen 16 gelegt und mit Kauschen 17 verpresst, die eine Verstärkung der Schlaufen 16 bewirken. Durch die Schlaufen 16 und die Kauschen 17 wird eine Sperre 18 geschoben, die im gezeigten Ausführungsbeispiel als Rohr, beispielsweise Stahlrohr, ausgeführt ist. Die Sperre 18 wird durch beide Schlaufen 16 beziehungsweise Kauschen 17 der Netzbefestigung 9 hindurchgesteckt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel umgreift das Befestigungsseil 15 zwei Rohre 13 der Membranwand 5. Gleichzeitig überspannt die Sperre 18 ebenfalls eine Vielzahl an Rohren 13, im gezeigten Ausführungsbeispiel mindestens sechs Rohre 13. Auf diese Weise werden am Befestigungsseil 15 anliegende Zugkräfte auf viele Rohre 13 in einem großen Bereich der Membranwand 5 verteilt, so dass die Kräfte schadlos abgeleitet werden. In der beschriebenen Weise bildet das Befestigungsseil 15 auf der Innenseite des Dampferzeugerkessels 1 eine Lasche, an der das Sicherheitsnetz 6 befestigbar ist. Beispielsweise kann, wie in Figur 4 gezeigt, das Sicherheitsnetz 6 über einen geeigneten Schäkkel 19, der ebenfalls gemäß den voraussichtlich anliegenden Kräften ausgebildet ist, am Befestigungsseil 15 befestigt sein. Diese Art der Befestigung ist zwar beweglich, aber im Wesentlichen starr beziehungsweise inelastisch. Zugkräfte werden daher vom Sicherheitsnetz 6 über den Schäkkel 19 unmittelbar auf das Befestigungsseil 15 übertragen. Eine Alternative ist in Figur 5 dargestellt, in der die Netzbefestigung 9 ebenfalls eine Fallbremse 7 zwischen dem Befestigungsseil 15 und dem Sicherheitsnetz 6 umfasst. Auch diese Fallbremse 7 umfasst eine Zugbremse 20 und eine Zugsicherung 8, wie vorstehend beschrieben. Die Zugbremse 20 und die Zugsicherung 8 sind beispielsweise ebenfalls über geeignete Schäkkel 19 mit dem Befestigungsseil 15 einerseits und dem Sicherheitsnetz 6 andererseits verbunden. Sind die Netzbefestigungen 9 jeweils für sich bereits mit einer Fallbremse 7 ausgerüstet, so kann auf die Fallbremsen 7, die gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel in der Mitte des Sicherheitsnetzes 6 befestigt sind, verzichtet werden. Alternativ können, bei aus-

schließlicher Verwendung von Netzbefestigungen 9 ohne Fallbremsen 7 gemäß Figur 4 nur die vorstehend beschriebenen in der Mitte des Sicherheitsnetzes 6 befestigten Fallbremsen 7 eingesetzt werden. Eine weitere Alternative besteht darin, sowohl Fallbremsen 7 in der Mitte des Sicherheitsnetzes 6 als auch an den Netzbefestigungen 9 anzuordnen. Welche dieser Alternativen gewählt wird, kann anhand der Gegebenheiten vor Ort und der aufzufangenden Lasten beziehungsweise deren potentieller Fallhöhen bestimmt werden.

[0031] Figur 6 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens 21 zum Absichern von Wartungsarbeiten an einem Dampferzeugerkessel 1. Das Verfahren umfasst grundsätzlich das Einbauen 22 einer demontierbaren Fallschutzeinrichtung zum Auffangen von schweren herabfallenden Lasten im Dampferzeugerkessel. Um hierbei für einen schnellen Ein- und Ausbau geeignete, flexible Sicherheitsnetze 6 einsetzen zu können, umfasst das Verfahren 21 ebenfalls das Anordnen 24 wenigstens einer Fallbremse 7 zwischen dem Sicherheitsnetz 6 und der Membranwand 5 und/oder einer Tragstruktur 25 der Membranwand 5. Nachdem der Transport der schweren Lasten abgeschlossen ist, soll der Innenraum des Dampferzeugerkessels 1 entweder zum Betrieb oder für die Durchführung weiterer Wartungsarbeiten wieder freigegeben werden. Daher umfasst das erfindungsgemäße Verfahren 21 ebenfalls das Abbauen der demontierbaren Fallschutzeinrichtung nach der Durchführung der Wartungsarbeiten beziehungsweise des Transportes der schweren Lasten. Um die Sicherheit bei den Wartungsarbeiten und insbesondere beim Transport schwerer Lasten noch weiter zu erhöhen, ist bevorzugt ebenfalls ein Ausstatten 23 der Fallbremse 7 mit sowohl einer Zugbremse 20 als auch einer Zugsicherung 8 vorgesehen. Zur Befestigung des Sicherheitsnetzes 6 und/oder der Fallbremsen 7 kann ein Einbringen 28 von wenigstens einem Loch 27 in die Membranwand 5 vorgesehen sein. Durch dieses Loch 27 kann dann ein Hindurchführen 30 eines Befestigungsseiles 15 erfolgen. Das Befestigen 31 des Befestigungsseiles 15 erfolgt dann an der Membranwand 5 und/oder an der Tragstruktur 25 der Membranwand 5. Während des Abbaus 26 der Fallschutzeinrichtung wird ebenfalls ein Verschließen 29 des wenigstens einen Loches 27 durchgeführt, um eine einwandfreie Funktion der Membranwand 5 wiederherzustellen. Im üblichen Betriebsablauf stürzen keine schweren Lasten ab. Sollte es allerdings dennoch einmal dazu kommen, so umfasst das Verfahren 21 ebenfalls das Abbremsen 32 einer auf das Sicherheitsnetz 6 stürzenden Last durch die Zugbremse 20. Diese ist im Normalfall dazu ausgelegt, die Last komplett abzufangen, so dass diese auf dem Sicherheitsnetz 6 in Ruhe zum Liegen kommt. Für den Fall, dass die Zugbremse 20 beziehungsweise deren Bremskapazität nicht zum kompletten Abstoppen des Falles der herabstürzenden Last ausreicht, umfasst das Verfahren 21 ebenfalls das abrupte Stoppen 33 der Last durch den Einsatz der Zugsicherung 8. Diese greift immer dann ein, wenn die Bremskapazität

der Zugbremse 20 ausgereizt oder überschritten wird. Auch in diesem, nicht vorgesehenen Fall, ist also ein unkontrolliertes Herabstürzen der schweren Last ausgeschlossen.

Patentansprüche

1. Dampferzeugerkessel (1) eines Großdampferzeugers, insbesondere eines Kraftwerks oder einer Müllverbrennungsanlage, mit einer einen Innenraum wenigstens teilweise umgebenden Membranwand (5),
dadurch gekennzeichnet,
dass er eine demontierbare Fallschutzeinrichtung aufweist, die ein Sicherheitsnetz (6) zum Auffangen von schweren herabfallenden Lasten im Dampferzeugerkessel (1) umfasst, wobei das Sicherheitsnetz (6) von wenigstens einer Fallbremse (7) gehalten wird, die dazu ausgebildet ist, den Fall von im Sicherheitsnetz (6) landenden Lasten abzubrem-
sen.
2. Dampferzeugerkessel (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sicherheitsnetz (6) Stahlseile umfasst, deren Durchmesser maximal 12 mm, bevorzugt maximal 10 mm, besonders bevorzugt maximal 8 mm und ganz besonders bevorzugt maximal 6 mm beträgt.
3. Dampferzeugerkessel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fallbremse (7) einen Bandfalldämpfer, beispielsweise aus Nylon, als Zugbremse (20) umfasst.
4. Dampferzeugerkessel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sicherheitsnetz (6) an zwei gegenüberliegenden Seiten an der Membranwand (5) und/oder einer Tragstruktur der Membranwand (5) befestigt ist.
5. Dampferzeugerkessel (1) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fallbremse (7) mit ihrem einen Ende im Randbereich des Sicherheitsnetzes (6) im Wesentlichen in der Mitte der gegenüberliegenden Seiten und mit ihrem anderen Ende an der Membranwand (5) und/oder der Tragstruktur der Membranwand (5) befestigt ist.
6. Dampferzeugerkessel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sicherheitsnetz (6) ausschließlich über

Fallbremsen (7) an der Membranwand (5) und/oder der Tragstruktur der Membranwand (5) befestigt ist.

- 5 7. Dampferzeugerkessel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fallbremse (7) sowohl eine Zugbremse (20) zum Abbremsen des Falls von im Sicherheitsnetz (6) landenden Lasten als auch eine Zugsicherung (8) aufweist, wobei die Zugsicherung (8) dazu ausgebildet ist, den Fall von im Sicherheitsnetz (6) landenden Lasten zu stoppen, wenn die Bremskapazität der Zugbremse (20) überschritten wird.
- 10 8. Dampferzeugerkessel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fallbremse (7) eine Kette, beispielsweise aus Stahl, als Zugsicherung (8) umfasst.
- 15 9. Dampferzeugerkessel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fallbremse (7) eine vertikale Bremsstrecke (L) von maximal 2,5 m, bevorzugt maximal 2,00 m, besonders bevorzugt maximal 1,5 m und ganz besonders bevorzugt maximal 1,25 m aufweist.
- 20 10. Dampferzeugerkessel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sicherheitsnetz (6) an einem Befestigungsseil (15) befestigt ist, das von der Innenseite des Dampferzeugerkessels (1) durch die Membranwand (5) nach außen geführt ist, und das auf der Außenseite mittels einer Kausch (17) und einer durch die Kausch (17) gesteckten Sperre (18) gesichert ist.
- 25 11. Dampferzeugerkessel (1) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sicherheitsnetz (6) durch wenigstens zwei Befestigungsseile (15) mit Kauschen (17) befestigt ist, und dass die Sperre (18) durch beide Kauschen (17), insbesondere durch alle an einer Seite des Sicherheitsnetzes (6) angeordnete Kauschen (17), gesteckt ist.
- 30 12. Kraftwerk, insbesondere fossiles Kraftwerk, oder Müllverbrennungsanlage mit einem Dampferzeugerkessel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
- 35 13. Verfahren (21) zum Absichern von Wartungsarbeiten an einem Dampferzeugerkessel (1), umfassend die Schritte:
 - a) Einbauen (22) einer demontierbaren Fall-
- 40
- 45
- 50
- 55

schutzeinrichtung durch das Aufspannen eines Sicherheitsnetzes (6) zum Auffangen von schweren herabfallenden Lasten im Dampferzeugerkessel (1) in einem wenigstens teilweise von einer Membranwand (5) umgebenen Innenraum unterhalb einer Wartungsstelle an der Membranwand (5) des Dampferzeugerkessels (1),

b) Anordnen (24) wenigstens einer Fallbremse (7) zwischen dem Sicherheitsnetz (6) und der Membranwand (5) und/oder einer Tragstruktur (25) der Membranwand (5), wobei die Fallbremse (7) dazu ausgebildet ist, den Fall von im Sicherheitsnetz (6) landenden Lasten abzubrem- sen, und

c) Abbauen (26) der demontierbaren Fallschutzeinrichtung nach der Durchführung der Wartungsarbeiten zur Freigabe des Innenraumes des Dampferzeugerkessels (1).

rung der Wartungsarbeiten.

14. Verfahren (21) nach Anspruch 13,

gekennzeichnet durch,

das Ausstatten (23) der Fallbremse (7) mit sowohl einer Zugbremse (20) zum Abbremsen des Falls von im Sicherheitsnetz (6) landenden Lasten als auch einer Zugsicherung (8) zum Stoppen des Falls von im Sicherheitsnetz (6) landenden Lasten, wenn die Bremskapazität der Zugbremse (20) überschritten wird.

15. Verfahren (21) nach einem der Ansprüche 13 oder 14,

gekennzeichnet durch,

wenigstens einen der Schritte:

- Einbringen (28) von wenigstens einem Loch (27) in die Membranwand (5) zur Befestigung der demontierbaren Fallschutzeinrichtung, insbesondere des Sicherheitsnetzes (6) und/oder der Fallbremse (7),

- Hindurchführen (30) eines Befestigungsseiles (15) durch das wenigstens eine Loch (27),

- Befestigen (31) des Befestigungsseiles (15) an der Membranwand (5) mittels einer Sperre (18), insbesondere eine durch wenigstens eine Kausch (17) des Befestigungsseiles (15) hindurch gesteckte Sperre (18),

- Befestigen (31) des Befestigungsseiles (15) an der Tragstruktur (25) der Membranwand (5),

- Abbremsen (32) des Falls einer auf dem Sicherheitsnetz (6) landenden Last durch die Zugbremse (20),

- Stoppen (33) des Falls einer auf dem Sicherheitsnetz (6) landenden Last durch die Zugsicherung (8),

- Verschließen (29) des wenigstens einen Lochs (27) nach dem Abbauen (26) der demontierbaren Fallschutzeinrichtung nach der Durchfüh-

Fig. 1

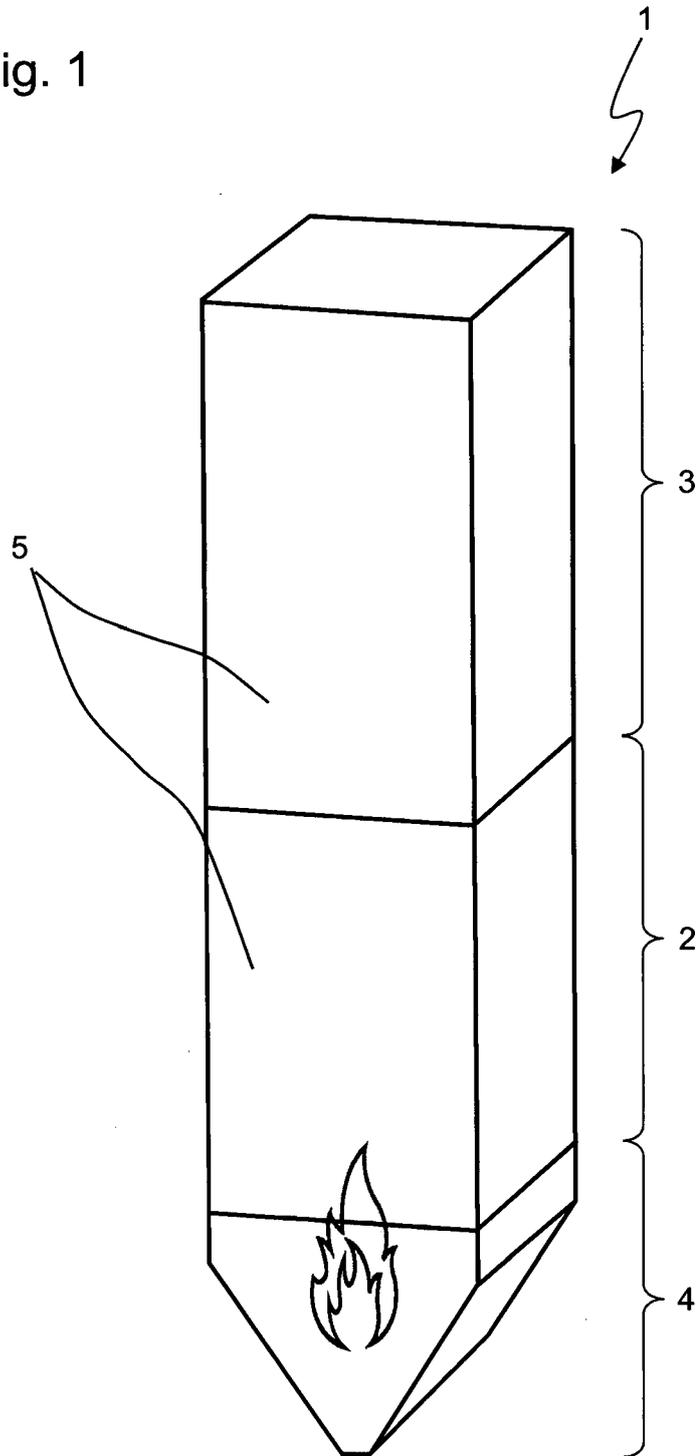


Fig. 2

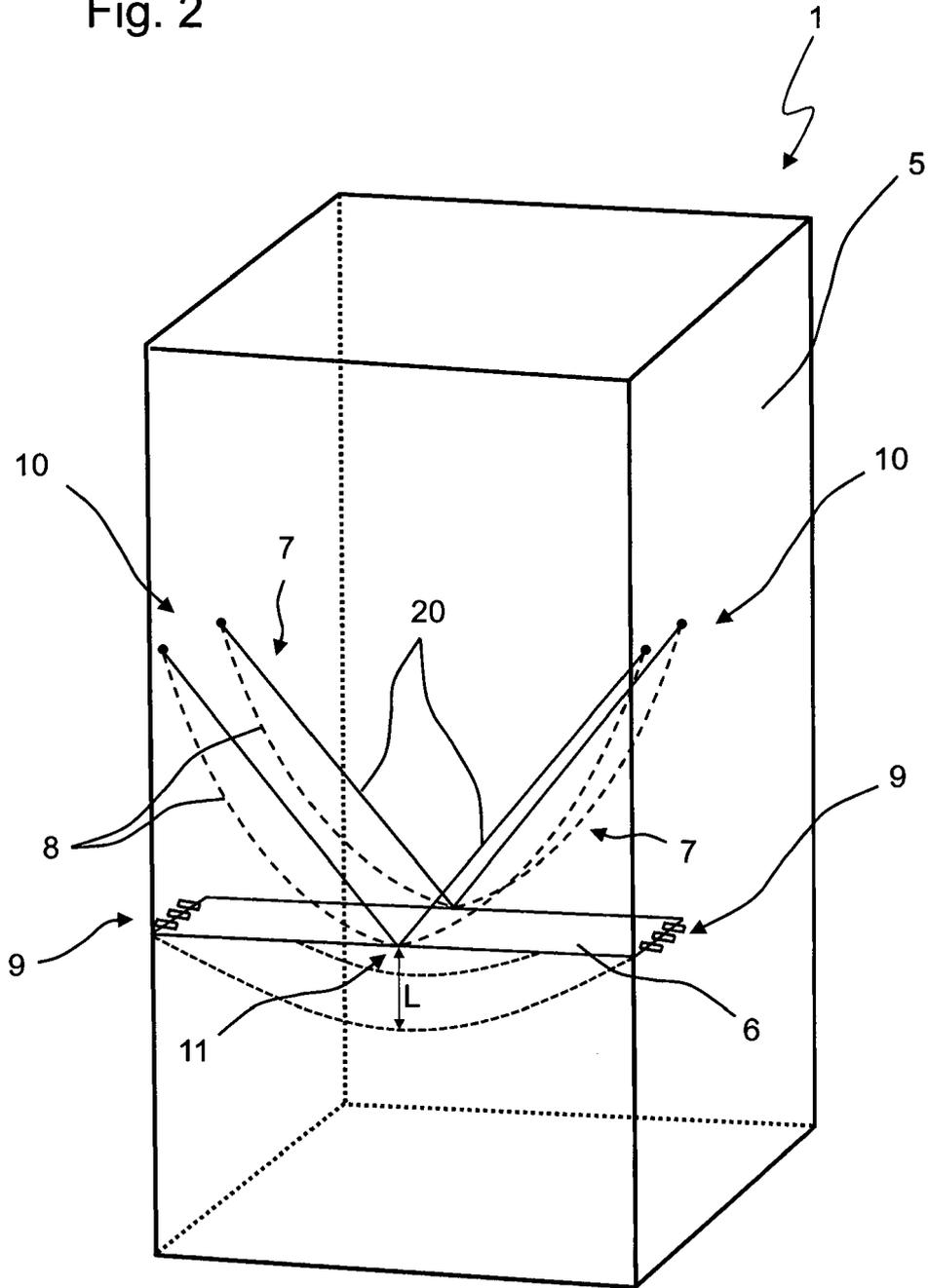


Fig. 3

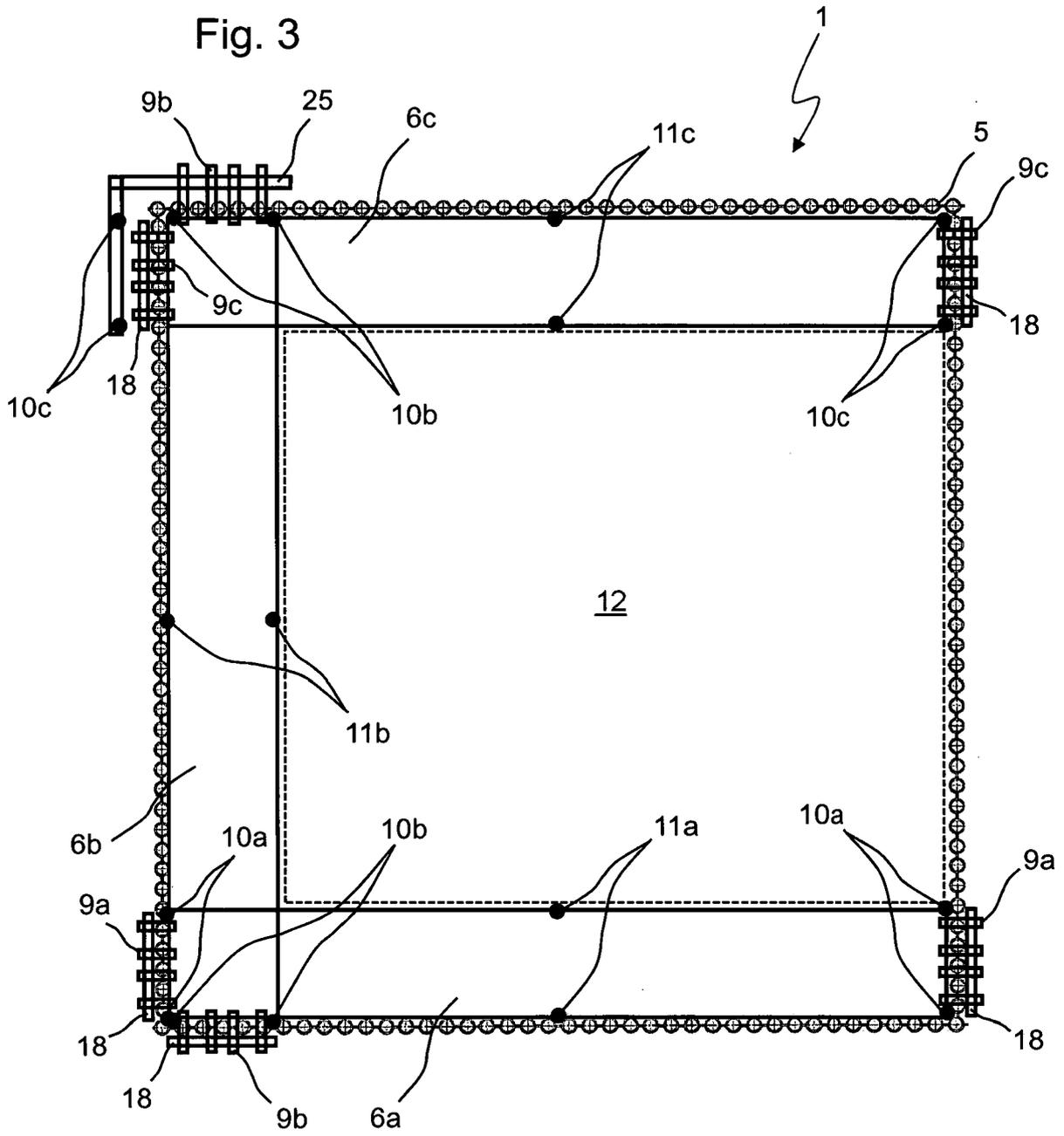


Fig. 4

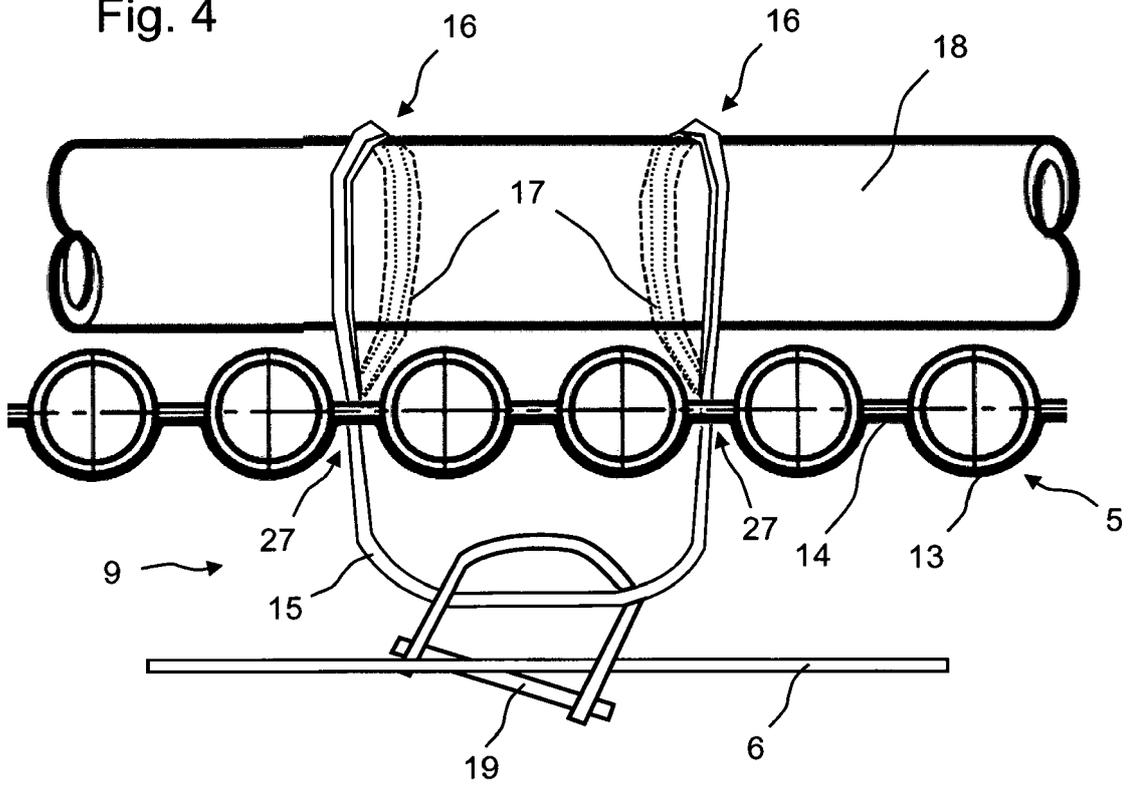


Fig. 5

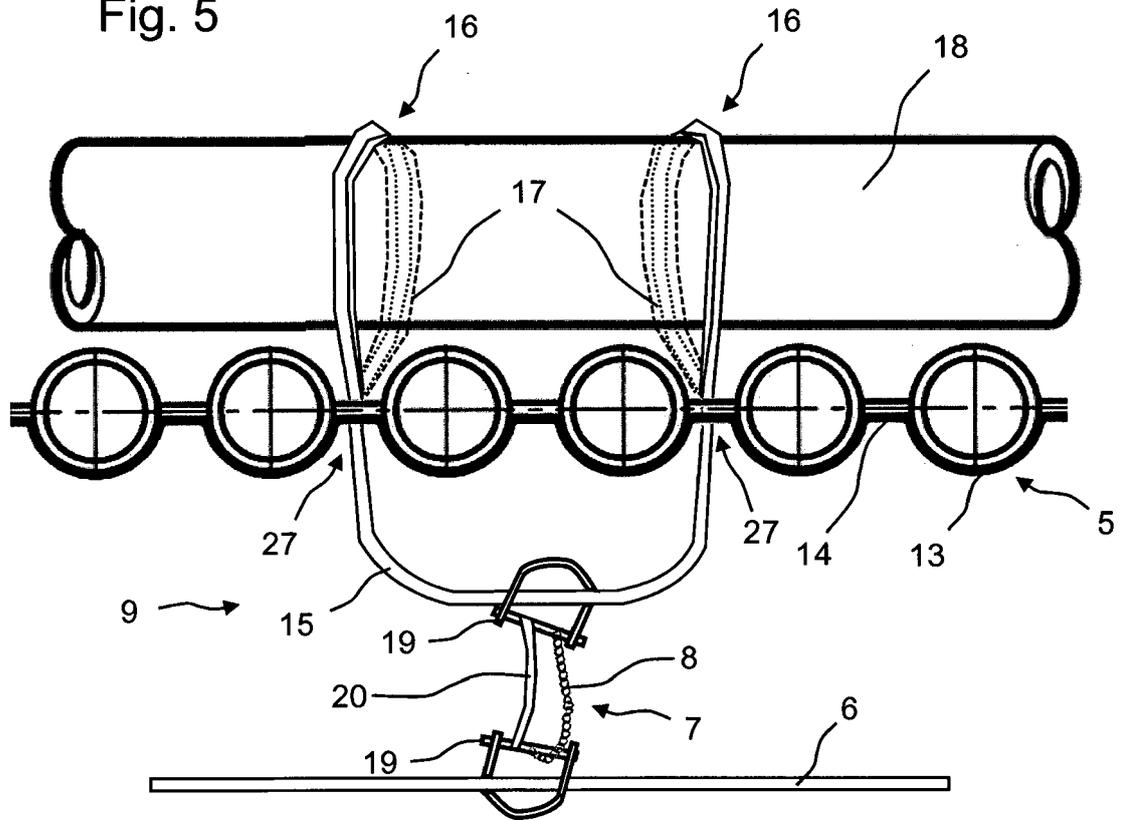
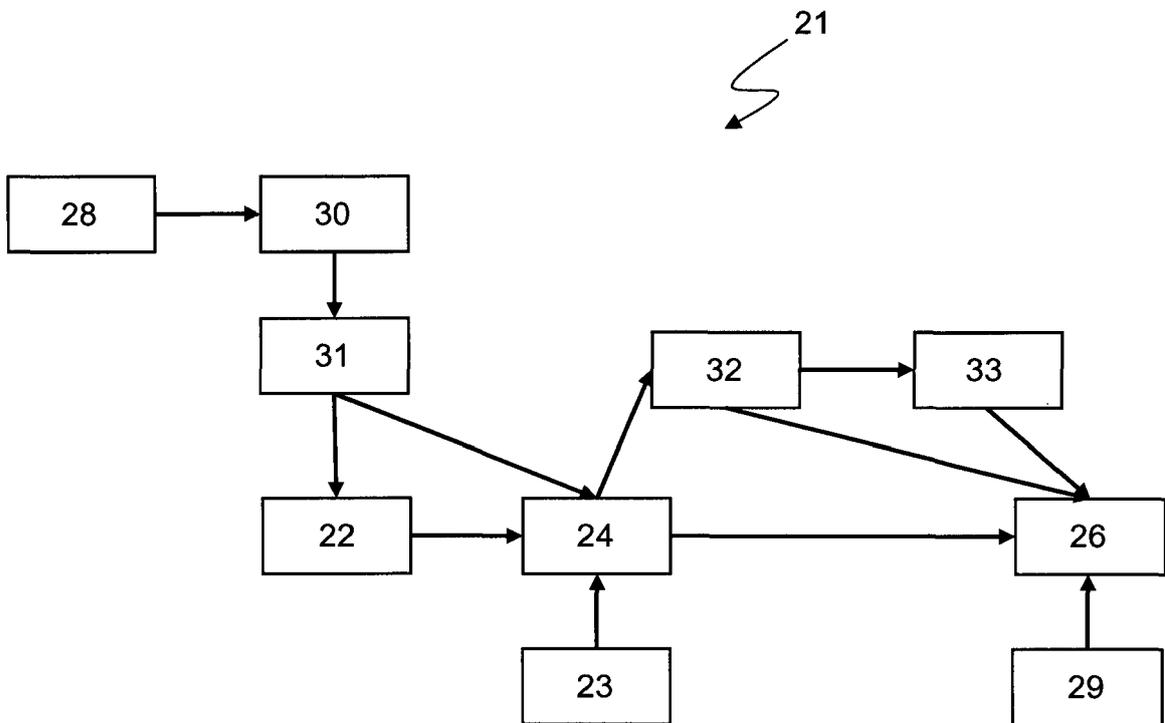


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 00 1005

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)
X	CN 104 499 723 A (CHINA MCC17 GROUP CO LTD) 8. April 2015 (2015-04-08) * das ganze Dokument * -----	1-15	INV. F22B37/24
X	CN 104 196 255 A (CHINA FIRST METALLURG GROUP CO) 10. Dezember 2014 (2014-12-10) * das ganze Dokument * -----	1-15	
A	JP H06 313501 A (HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO) 8. November 1994 (1994-11-08) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-15	
A	JP H06 323504 A (HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO) 25. November 1994 (1994-11-25) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-15	
A	JP H06 323503 A (HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO) 25. November 1994 (1994-11-25) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-15	
A	JP H11 100902 A (HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO) 13. April 1999 (1999-04-13) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F22B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlussdatum der Recherche 19. Juli 2019	Prüfer Zerf, Georges
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 Patentedokument, 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 03.82 (P04C03)

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

EP 18 00 1005

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.

19-07-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 104499723 A	08-04-2015	KEINE	
CN 104196255 A	10-12-2014	KEINE	
JP H06313501 A	08-11-1994	KEINE	
JP H06323504 A	25-11-1994	JP 2927321 B2 JP H06323504 A	28-07-1999 25-11-1994
JP H06323503 A	25-11-1994	JP 2927320 B2 JP H06323503 A	28-07-1999 25-11-1994
JP H11100902 A	13-04-1999	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 2297517 B1 [0002]
- DE 202017103795 U1 [0010]
- WO 2000044445 A1 [0010]