

(19)



(11)

EP 4 571 186 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.06.2025 Patentblatt 2025/25

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23H 7/14^(2006.01) F23H 17/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **25168779.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23H 7/14; F23H 17/02

(22) Anmeldetag: **07.04.2025**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH LA MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Dratva, Christian**
8052 Zürich (CH)
• **LUDWIG, Laurent**
CH-8955 Oetwil an der Limmat (CH)

(30) Priorität: **09.10.2024 CH 11072024**

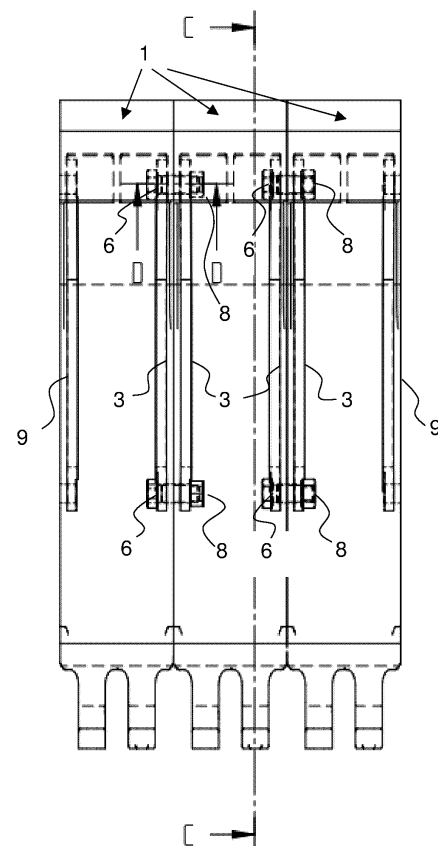
(74) Vertreter: **Felber, Josef et al**
Felber & Partner AG
Dufourstrasse 116
8008 Zürich (CH)

(71) Anmelder: **EnergieLink GmbH**
8953 Dietikon (CH)

(54) **GEGEN BRUCH VERSTÄRKTER VERBRENNUNGS-STUFENROST MIT ROSTSTUFEN AUS MITEINANDER VERSPANNTEN ROSTSTÄBEN ODER ROSTBLÖCKEN**

(57) Der gegen Bruch verstärkte Verbrennungs-Stufenrost mit Roststufen besteht aus miteinander verspannten Roststäben oder Rostblöcken (2). Diese weisen auf ihrer Unterseite längs ihrer Seiten nach unten ragende Verstärkungsrippen (9) oder Laschen auf. Durch diese Rippen (9) führen Bohrungen oder es sind Laschen mit Bohrungen vorhanden, durch welche die Spannschrauben (7) führen, sodass die Roststäbe oder Rostblöcke (2) miteinander verspannt werden können. Für die Verstärkungen gegen Bruch sind mindestens auf einer inneren Seite einer Rippe (9) oder Lasche Verstärkungs-Teile (3) aus Metallblech oder Guss mit beidseitigen Bohrungen an die Rippe (9) oder Lasche angelegt ist und mit derselben mittels Verschraubungen mit der Rippe (9) oder Lasche eines benachbarten Roststabes oder Rostblockes (2) verspannt. Alternativ können die Verstärkungs-Teile (3) aus Metallblech oder Guss auch an die inneren Seiten der Rippen (9) oder Laschen angeschweisst sein.

Fig. 11



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft gegen Bruch verstärkte Verbrennungs-Stufenroste, namentlich für Kehricht-Verbrennungsroste, deren Stufen aus Roststäben oder Rostblöcken bestehen, zuweilen auch aus durchgehenden Rostplatten. Die Verstärkungen sollen das Brechen oder Kollabieren und somit das teilweise oder vollständige Absacken von Roststufen infolge Bruchs ihrer Roststäbe oder Rostblöcke verhindern.

[0002] Roststäbe, Rostblöcke oder Rostplatten werden in Schub-Verbrennungsrosten verbaut, welche stationäre und bewegliche Roststufen aufweisen, um das Brenngut darauf zu befördern und zu schüren. Die einzelnen Roststufen bestehen aus einer Reihe von nebeneinander angeordneten Roststäben oder Rostblöcken, oder aus durchgehenden Rostplatten, die treppenförmig aufeinander aufliegen, ähnlich einer Reihe von Ziegeln eines Ziegeldaches, wobei die Neigung auch umgekehrt zu jener eines Ziegeldaches ausgeführt sein kann. Diese Verbrennungsroste können so eingebaut sein, dass das Brennbett im Wesentlichen horizontal liegt, oder aber geneigt, wobei Neigungen bis um die 20 Winkelgrade oder mehr üblich sind. Die Roststäbe oder Rostblöcke sind aus hochtemperaturfähigem Guss hergestellt und in Abhängigkeit vom Heizwert des Verbrennungsgutes luft- oder wassergekühlt, wobei wassergekühlte Roste bei höheren Heizwerten zur Anwendung kommen. oder die Roststufen bestehen aus Rostplatten, die aus Stahlblechen hergestellt sind, wobei diese Rostplatten wassergekühlt sind. Im Fall von Rostplatten können diese brettförmige Hohlkörper bilden, die sich über die Breite der ganzen Rostbahn erstrecken, das heisst die Gesamtheit einer Roststufe zwischen den Seitenwänden eines Rostes bilden. Durch die Hohlräume der Rostplatten kann Wasser als Kühlmedium geleitet werden, während die Roststäbe oder Rostblöcke für luftgekühlte Roste zum Einsatz kommen und von unten mit Primärluft angeblasen werden, was auch zu deren Kühlung dient. Jede zweite Roststufe ist beweglich ausgeführt und kann somit einen Schür- oder Transporthub in der Förderrichtung des Rostes ausführen.

[0003] Die Belastungen eines Roststabes oder Rostblockes sind im Normalbetrieb sowohl in Bezug auf die Flächenlast durch den Müll und auch in Bezug auf die Zug- und Druckkräfte beim Bewegen der Roststufen gering. Wenn die Roststäbe oder Rostblöcke korrekt auf die Anwendung dimensioniert werden, überstehen sie selbst im gebrochenen Zustand den Zeitraum bis zum nächsten geplanten Service. Bei besonderen Belastungen, die immer häufiger auftreten, besteht aber bei einem Stufenrost mit Stufen aus solchen Roststäben oder Rostblöcken zuweilen das folgende Problem: Es wird eine Häufung an Explosionseignissen in KVA's festgestellt, was meist auf achtlos in den Kehricht geworfenen, nicht ganz leeren Gas-Patronen oder Gas-Flaschen zurückzuführen ist. Das ist seit ca. 2020 in mehreren Anlagen in Frankreich, Belgien, den Niederlanden und in

Deutschland beobachtet worden. Durch die zusätzliche, unvorhergesehene dynamische Belastung kann eine Roststufe einbrechen, indem die Roststäbe oder Rostblöcke im vorderen Bereich brechen. Der Bruch erfolgt dabei jeweils an der darunterliegenden Stufe, da der Explosionsdruck auf der oberen Roststufe über eine grössere Fläche aufgenommen und konzentriert über den Fuss mit einem Stoss in die darunter liegende Roststufe abgeleitet wird. In der Folge sackt ungefähr das vordere Drittel des dortigen Roststabs oder Rostblocks nach unten ab. Dies führt häufig zu Blockaden der Rostmechanik für den Antrieb der beweglichen Roststufen und zu Folgeschäden, die sogar zu einem Unterbruch im Anlagenbetrieb führen können. Im Normalbetrieb kann es auch zu Überlasten kommen, wenn sich Anbackungen an den Wänden und Decken lösen und auf den Rost herunterfallen. Je länger eine Roststufe in der Anlage in Betrieb war, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit eines Versagens, da durch die Relativbewegungen zwischen den Roststufen Abrieb auf der Lauffläche entsteht, was zu einer Schwächung der Roststufe führt. Der Bruch der Roststäbe oder Rostblöcke, aus welchen die Roststufe aufgebaut ist, erfolgt vor allem aufgrund der sehr schnellen Krafteinwirkung mit hohem Kraftstoss, was einem Kerbschlagtest ähnelt. Das Material hat in der kurzen Zeit keine Möglichkeit, sich plastisch zu verformen, und bricht über den gesamten Querschnitt des Roststabs oder Rostblocks.

[0004] Infolge solcher vermehrt auftretender Ereignisse neigen die Hersteller dazu, die Roststäbe und Rostblöcke massiver und somit schwerer zu bauen, also mit dickeren Wandstärken auszuführen, um eine Havarie zu vermeiden und insbesondere ein Kollabieren einzelner Roststäbe oder Rostblöcke zu verhindern. Ein schwererer Rost bedingt dann aber auch eine entsprechend stärker ausgelegte Unterkonstruktion und einen leistungsfähigeren Antrieb der beweglichen Roststufen, mit anderen Worten - es werden erhebliche Folgekosten ausgelöst. Weiter führt eine geringfügige Materialverstärkung meist nur zu erhöhten Herstell- und Installationskosten, eliminiert jedoch nicht den Bruch durch die Explosionseinwirkungen.

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, hierfür Abhilfe zu schaffen und einen gegen Bruch verstärkten Verbrennungs-Stufenrost zu schaffen, der belastungsfähiger ist und sicherer betrieben werden kann. Mit solchen Rosten lässt sich dann das Brechen oder Kollabieren und somit Absacken seiner Roststäben oder Rostblöcke wirksam verhindern, entweder durch eine Nachrüstung bestehender Verbrennungsroste oder durch Neuherstellung von Verbrennungsrosten mit einer solchen Bruchsicherung.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst von einem gegen Bruch verstärkten Verbrennungs-Stufenrost mit Roststufen aus miteinander verspannten Roststäben oder Rostblöcken, welche auf ihrer Unterseite längs ihrer Seiten nach unten ragende Verstärkungsrippen oder Laschen aufweisen und mittels dieser Rippen oder durch

diese Laschen führenden Verbindungsschrauben und -muttern miteinander verspannt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens auf einer inneren Seite einer Rippe oder Lasche ein Verstärkungs-Teil aus Metallblech oder Guss mit beidenends Bohrungen an die Rippe oder Lasche angelegt ist und mit derselben mittels Verschraubungen mit der Rippe oder Lasche eines benachbarten Roststabes oder Rostblockes verspannt ist oder das Verstärkungs-Teil an die innere Seite der Rippe oder Lasche über die ganze Länge oder nur gepunktet angeschweisst ist.

[0007] Aufgrund der Trennung der Funktionen auf mehrere Bauteile können unterschiedliche Materialien verwendet und kombiniert werden. Somit wird der bruchanfällige Stab mittels eines gewalzten und weniger bruchanfälligeren Metalls, das heisst vorzugsweise mit Stahl, kombiniert. Dadurch kann trotz geringerer Wandstärke der Bruchsicherung überproportional höhere Sicherheit gegen Versagen erreicht werden bei viel geringeren Kosten. Man könnte auch einen Hochtemperaturguss mit verbesserten Schockbrucheigenschaften verwenden. Dies würde allerdings zu überproportionalen Kostensteigerungen führen. Weiter hat ein Gussgefüge immer, aufgrund der Gussstruktur, unvorteilhaftere Materialeigenschaften in Bezug auf Bruch im Vergleich zu einer geschmiedeten/gewalzten feinkörnigen Metallstruktur.

[0008] Dank solchermassen aufgespannter oder aufgeschweisster Verstärkungs-Teile aus Metallblech oder Guss lassen sich die miteinander verschraubten Roststäbe oder Rostblöcke herkömmlicher Bauart wesentlich verstärken, sodass die Tragfähigkeit und die Standzeit eines damit neu angefertigten oder nachgerüsteten Stufenrostes wesentlich gesteigert werden kann. Die Verstärkung ist derart wirksam, dass die Roststäbe oder Rostblöcke für neu anzufertigende Stufenroste sogar leichter ausgelegt werden können und damit Kosten eingespart werden können. Ein letztlich dank dieser verspannten Stahlbleche leichter Stufenrost vermag höhere Lasten zu tragen als ein herkömmlicher sonst baugleicher Verbrennungsrost. Durch diese Kombination aus leichten, miteinander verschraubten Roststäben oder Rostblöcken, die mit Verstärkungs-Teilen aus Metallblech oder Guss verspannt sind, oder die aufgeschweisste Verstärkungs-Teile aus Metallblech oder Guss aufweisen, lässt sich für bestimmte Rosttypen der Ansatz vermeiden, dass wegen der gestiegenen Belastungen derselben immer dickwandigere und damit schwerere Roststäben oder Rostblöcken verbaut werden. Solche herkömmlichen OEM-Stufenroste, deren Roststufen aus miteinander verspannten Roststäben oder Rostblöcken aufgebaut sind, lassen sich auch einfach nachrüsten und mit zusätzlichen solchen Verstärkungs-Teil aus Metallblech oder Guss wesentlich verstärken.

[0009] Ein wesentlicher Vorteil dieser Lösung ist darin zu sehen, dass eine Reihe aus solchen Roststäben oder Rostblöcken dadurch wesentlich leichter ausgeführt wer-

den kann, und damit weniger Belastung auf den Unterbau übertragen wird als mit Lösungen, die rein über die stärkere Ausführung der Gussteile, das heisst der Roststäbe oder Rostblöcke stabiler gemacht werden.

[0010] Diese Lösung bietet dem Betreiber einer Müllverbrennungsanlage auch Vorteile für die Instandhaltung, die im Detail nachfolgend dargelegt werden. Dazu wird der gegen Bruch verstärkte Verbrennungs-Stufenrost mit Roststufen aus miteinander verspannten Roststäben oder Rostblöcken anhand der Figuren näher beschrieben und seine Besonderheiten werden diskutiert.

[0011] Es zeigt:

Figur 1: Einen Roststab mit an seinem vorderen Ende einer Abbruchstelle, wo seine Nase abbruch, und hinten seine Ausbuchtung, mit welcher er auf einem Stahlrohr aufliegt und an diesem passgenau einhängbar ist;

Figur 2: drei Roststufen von vorne gesehen, wobei die unterste Roststufe teilweise eingebrochene Roststäbe aufweist und in der Folge über einen Abschnitt A abgesackt ist;

Figur 3: eine verschraubte Verbindungsstelle zwischen zwei Roststäben oder Rostblöcken von unten gesehen;

Figur 4: zwei symmetrisch zueinander liegende Verstärkungs-Teile aus Metallblech oder Guss in Einbaulage von oben gesehen;

Figur 5: Die zwei symmetrisch zueinander liegenden Verstärkungs-Teile aus Metallblech oder Guss aus Figur 4 von der Seite her gesehen;

Figur 6: Ein einzelnes Verstärkungs-Teil aus Metallblech oder Guss mit den zugehörigen Schraubenköpfen der eingesetzten Spannschrauben von der Seite her gesehen;

Figur 7: Die einzelnen Verstärkungs-Teile aus Metallblech oder Guss von oben gesehen, mit eingesetzten Spannschrauben;

Figur 8: den vorderen Teil eines Rostblocks von unten gesehen, mit auf beiden Seiten eingesetzten Spannschrauben;

Figur 9: einen Rostblock von unten gesehen, mit einem darin eingezeichneten Verstärkungs-Teilen aus Metallblech oder Guss vor dem Anschmiegen und Verspannen und rechts neben dem Rostblock zwei lose Verstärkungs-Teile aus Metallblech oder Guss;

Figur 10: einen Rostblock von unten gesehen, mit

- zwei darin eingezeichneten Verstärkungs-
Teilen vor dem Anschmiegen und Verspan-
nen;
- Figur 11: drei Roststäbe, die miteinander mittels ein-
geklemmter Verstärkungs-Teile miteinan-
der verspannt sind, von unten gesehen;
- Figur 12: Einen Roststab um 90° auf die Seite ge-
kippt, also in einer Draufsicht auf seine Sei-
te gezeigt, in einem Schnitt längs der Linie
C-C in Figur 11, mit darauf angelegtem Ver-
stärkungs-Teil;
- Figur 13: Einen Roststufen-Abschnitt aus drei mitei-
nander mittels eingeklemmter Verstär-
kungs-Teile verspannter Rostblöcke;
- Figur 14: Einen Rostblock um 90° auf die Seite ge-
kippt, also in einer Draufsicht auf seine Sei-
te gezeigt, in einem Schnitt längs der Linie
B-B in Figur 13, mit darauf angelegtem Ver-
stärkungs-Teil;
- Figur 15: Drei Roststufen von unten gesehen, wobei
diese Roststufen je aus einer Mehrzahl von
zusammengespannten Rostblöcken aufge-
baut sind, und an den Verspannungen Ver-
stärkungs-Teile eingespannt sind.

[0012] Zunächst ist in der Figur 1 ein Roststab 1 ge-
zeigt, dessen vorderster Teil V weggebrochen ist. Hinten
erkennt man eine Ausbuchtung 11, mit welcher er auf
einem quer zu seiner Längsrichtung hin und her beweg-
baren Stahlrohr aufliegt und an diesem passgenau ein-
hängbar ist, sodass er für eine bewegliche Roststufe eine
Schürbewegung ausführen kann.

[0013] Die Figur 2 zeigt einen Ausschnitt von drei auf-
einander aufliegenden Roststufen 4, 4', 4" aus solchen
Roststäben 1, mit teilweise eingebrochenen Roststäben
1 und in der Folge abgesacktem Abschnitt A. Wie man
hier erkennt, ist diese Havarie beträchtlich. Der Verbren-
nungsrost kann nicht mehr richtig funktionieren und muss
stillgelegt werden, und mindestens die Roststäbe dieses
schadhaften Abschnittes A müssen komplett ersetzt wer-
den.

[0014] Die Figur 3 zeigt eine verschraubte Verbin-
dungsstelle zwischen zwei Roststäben oder Rostblö-
cken von unten gesehen. Da die Rostblöcke, bedingt
durch die Herstellung als Gussteile, an den zu verspann-
enden Flächen Formschrägen bzw. Anzüge aufweisen,
sind die zu verspannenden Flächen nicht parallel. Dies
ist für eine Verschraubung prinzipbedingt von Nachteil,
da eine Verschraubung nicht paralleler Flächen zu
Punktlasten und Biegespannungen führt. Hinzu kommt
im vorliegenden Anwendungsfall eine potentiell zykli-
sche Temperaturbelastung, die zum Versagen einer de-
rartigen Verschraubung betragen kann. Der nachfolgen-

de Ausschnitt im Detail A-A mit vergrößerter Darstellung
zeigt, wie im Sicherheitsblech der dem Anzug im Guss
entsprechende Winkel eingearbeitet wurde, um zwei
parallele Schraubenauflegeflächen zu erreichen, ohne
eine Nachbearbeitung des Gussblocks zu benötigen.
Man hat dann Rostblöcke mit Verschraubungen und
Bruchsicherung, mit einem integrierten Auflegewinkel
sowie einer Verdrehsicherung für den Schraubenkopf.
Wie man in Figur 3 erkennt, sind die Auflageflächen satt
aneinander anliegend und mit einer Verbindungsschrau-
be und Unterlagsscheiben, welche zugleich auch die
Bruchsicherung und Winkelausgleich sind, miteinander
verspannt. Für die Sicherheit hinsichtlich des Lösen der
Schraubenverbindung bei Lastwechseln und/oder Tem-
peraturschwankungen gibt es mehrere Ansatzpunkte.
Die sicherste Art der Verschraubung ist eine Dehn-
schraube. Das bedeutet, dass der Schaft der Schraube
mit 70% des maximalen Anzugsdrehmoments genügend
Federweg erzeugt, um alle variierenden Lasten aufneh-
men zu können. Bei der bisherigen Lösung mit eingef-
rästen Taschen im Guss für die Schraubenauflegen ist
der Schraubenschaft dick und kurz, was nicht vorteilhaft
ist. Durch das Weglassen der Taschenfräsungen und die
Aufdickung aufgrund des Bruchsicherungsblechs auf
beiden Seiten ergibt sich eine robuste Verschraubung
für die Einsatzbedingungen, die verhindert, dass sich
Schmutz durch Lockerung der Verschraubung zwischen
den Rostblöcken ansammeln kann.

[0015] Die Figur 4 zeigt zwei symmetrisch zueinander
liegende Verstärkungs-Teile 3 aus Metallblech oder
Guss in Einbaulage von oben gesehen, und in Figur 5
sind diese zwei symmetrisch zueinander liegenden Ver-
stärkungs-Teile 3 aus Figur 4 von der Seite her gesehen
dargestellt. Sie werden ausgelasert, gebrannt oder ge-
stanzt für beide Seiten. In beiden Endbereichen des
Verstärkungs-Teils 3 sind Bohrungen 10 eingebracht
und angrenzend an dieselben ist auf einer Seite je eine
Fläche mit dem Anzugswinkel des Gusses 5 angefräst.

[0016] Die Figur 6 zeigt ein einzelnes Verstärkungs-
Teil 3 mit zugehörigen Sechskant-Schraubenköpfen 6
der eingesetzten Spannschrauben von der Seite her
gesehen, und die Figur 7 zeigt ein einzelnes Verstär-
kungs-Teil 3 von oben gesehen, mit eingesetzten Spann-
schrauben 7 mit ihren Sechskant-Schraubenköpfen 6.

[0017] Die Figur 8 zeigt den vorderen Teil eines Rostb-
locks 2 von unten gesehen. Auf beiden Seiten bildet der
Rostblock 2 nach unten ragende Rippen 9, und auf einer
Seite sind Spannschrauben 7 in der gleichen Richtung
eingesetzt und auf der andern Seite die Muttern auf dem
Bruchsicherungsblech mit Nachbearbeitung X. Durch die
Aufdickung durch das Bruchsicherungsblech verschiebt
sich der Schraubenkopf genügend weg von der Rippen-
wand, um eine Tasche y zu fräsen ohne negativen Ein-
fluss auf die lokale Flächenpressung und dadurch er-
höhte lokale Abrieb. Durch den direkten Zugang zum
Kopf kann man die versteckten Schrauben mit normalen
Werkzeugen ergonomisch festschrauben, was in der
alten Ausführung nicht möglich war. und in Figur 9 ist

ein Rostblock von unten gesehen gezeigt, mit einem darin eingezeichneten Verstärkungs-Teil 3 vor dem Anschmiegen an die Rippe 9 und Verspannen mit der Rippe 9 und rechts des Rostblocks 2 sind zwei lose Verstärkungs-Teile 3 gegenüber der Rippe 9 dargestellt. An-

stelle von Rippen 9 können auch einzelne nach unten ragende Laschen mit je einem Loch treten, sodass dann die Verstärkungs-Teile an die inneren Seiten dieser Laschen angelegt und mit ihnen verspannt werden können. **[0018]** In der Figur 10 ist ein Rostblock 2 von unten gesehen dargestellt, der mit zwei darin eingezeichneten Verstärkungs-Teilen 3 vor dem Anschmiegen und Verspannen mit der Rippe 9. Man erkennt rechts unten an den Verstärkungs-Teilen 3 eine eingesetzte Spannschraube, eine Schraube mit genügend langem Schaft, man könnte auch eine spezielle Dehnschraube für noch mehr Sicherheit wählen. 7 mit Schraubenkopf 6 und der aufgesetzten Mutter 8 zum Verspannen. Rechts vom Bild ist dann ein weiterer Rostblock anzuschliessen, und das Verstärkungs-Teil 3 ganz rechts wird dann von rechts an dessen Rippe angeschlagen und mit dem hier dargestellten Rostblock 2 verspannt.

[0019] In Figur 11 sind drei miteinander verspannte bzw. verschraubte Roststäbe 1 von unten gesehen dargestellt, wobei sie miteinander mittels eingeklemmter Verstärkungs-Teile 3 miteinander verspannt sind. Damit wird eine wesentliche Verstärkung einer Roststufe in jeder Hinsicht erreicht, zur Aufnahme von auftretenden Drehmomenten und Torsionskräften. Ein weiterer Vorteil und eine Kostenreduktion können durch diese Verstärkungs-Stahlbleche 3 deshalb erreicht werden, weil die Unterlagsscheiben weggelassen werden können. Das Verstärkungs-Teil 3 hat die gleiche Funktion wie eine Unterlagsscheibe. Es verteilt die Druckkraft des Schraubenkopfes 6 oder der Mutter 8 auf eine grössere Fläche und schützt den schwächeren Gussuntergrund beim Anziehen vor Reibschäden. Aufgrund seiner grösseren Dicke verteilt das Verstärkungs-Teil 3 aus Metallblech oder Guss die Druckkraft noch besser, was vorteilhafter ist und grössere Drehmomente überragen kann. Diese treten beim Bruch durch das Verkannte des vorderen Teils beim vor und zurück Ziehen auf. Ausserdem schützt es den Guss vor der Drehung der Mutter 8 beim Anziehen.

[0020] Das Verstärkungs-Teil 3 bietet Potential für ergonomische Verbesserungen bei der Montage und Demontage des Rostes. Insbesondere am vorderen Teil des Rostblockes ist die Zugänglichkeit der Verschraubung sehr eingeschränkt, sodass der Einsatz von Sonderwerkzeugen erforderlich ist. Abhilfe kann hier eine aufgeschweisste Verdrehsicherung schaffen, die den Schraubenkopf 6 am Verdrehen hindert, sodass nur die Kontermutter 8 mittels eines Sonderwerkzeugs angezogen werden muss. Einerseits kann man einen Block auf das Verstärkungs-Teil 3 so aufschweissen, dass der Schraubenkopf 6 Platz findet, sich jedoch nicht mehr drehen kann. Dadurch ist ein Kontern beim Anschrauben nicht mehr nötig, und man kann sich ganz auf das Anziehen auf nur einer Seite, das heisst der Mutter 8 kon-

zentrieren. Es ist dann nur noch ein einziges gekröpftes Handwerkzeug erforderlich. Der Nachteil sind einzig die zusätzlichen Kosten für die Herstellung des Blocks und das präzise Anschweissen. Ein besserer Lösungsansatz ist es daher, die schräge Fräsung auf nur einer Seite für die Schraubenauflagen-Parallelität etwas tiefer zu fräsen. Dies führt zu einer Kante, an der sich der Schraubenkopf 6 abstützen kann, wie das in Figur 6 gezeigt ist. Bei dieser Variante wird man ein etwas dickeres Verstärkungs-Teil 3 verwenden. Auf der Mutterseite gibt es keine Kante für die Verdrehsicherung, um ungehindert die Mutter anziehen zu können. Wenn man die Verstärkungs-Teile 3 als Wegwerfteile definiert, kann man die Schrauben auch direkt punktuell auf das Verstärkungs-Teil 3 aufschweissen, wodurch eine noch einfachere zu installierende Baugruppe entsteht.

[0021] Bei höheren Stückzahlen könnte das Teil in einem wiederholbaren Herstellungsverfahren hergestellt werden. Dafür wäre im allgemeinen Guss als Material zu wählen. Entweder stellt man die Verstärkungs-Teile 3 im Sand- und Spezialsandguss-Verfahren und oder im Wachsausschmelzverfahren her. Mit dem Wachsausschmelzverfahren erreicht man alle nötigen Toleranzen im Endteil ohne eine Nachbearbeitung, und als zusätzlichen Vorteil ergibt sich ein feineres Gefüge. Aufgrund der Grösse dieser Teile können auch bruchstabile und rostbeständige Spezialstähle verwendet werden, wodurch bei den vorliegenden, relativ kleinen zu giessenden Gewichten, die Kosten im wirtschaftlich sinnvollen Rahmen bleiben. Bei einer Herstellung aus Blech für Prototypen ist man entweder auf Baustahl oder einfachen rostfreien Stahl angewiesen. Baustahl wird vermutlich eine Oberflächenbehandlung gegen die Korrosion benötigen, während rostfreier Stahl als Grundmaterial viel teurer und die Herstellung auch aufwändiger ist.

[0022] Eine weitere Verbesserung ermöglicht das Verstärkungs-Teil 3 durch seine Dicke. Aufgrund der Dicke und dem Weglassen der Fräsung für die Schraube im Guss verschiebt sich der Schraubenkopf um 5-25 mm pro Seite. Diese Verschiebung ermöglicht es, eine Fräsung in den Fuss des Rostblocks an der Auflage zum nächsten Rostblock zu erlauben, da die Kraft ausreichend über die Seitenwand auf die Auflagefläche verteilt wird. Somit kann man eine Tasche giessen oder fräsen, in die man mit einfachen Gabelschlüsseln eingreifen kann, um die Muttern festzuschrauben. Dadurch ist kein gekröpftes Spezialwerkzeug erforderlich. Diese Taschen können sich weiter als vorteilhaft erweisen beim Verschleiss, da Partikel, die zwischen die Auflagen gelangen, durch die Hubbewegung in die Tasche rutschen und so schneller aus dem Auflagebereich evakuiert werden.

[0023] Für den Anlagenbetreiber ist die Stillstandszeit eines Rostes ein sehr wichtiger Parameter. Mit den Verbesserungen und der Reduzierung der Teileanzahl kann pro Rostblock eine Zeitersparnis von mehreren Minuten erreicht werden, was sich bei einem grossen Rost summiert. Anlagen haben zwischen 1'000 und 4'000 Roststäbe. Durch die Reduzierung der Anzahl der Kompo-

nenten, die Eliminierung des Konterns und den besseren Zugang zu den Muttern 8 können Installationszeitreduzierungen von mehreren Stunden bis hin zu mehreren Tagen erreicht werden. Diese begründbaren Verbesserungen können sich im Angebotspreis widerspiegeln, jedoch ist für den Betreiber die Reduzierung der Stillstandskosten von weitaus grösserer Bedeutung

[0024] Die Figur 12 zeigt einen Roststab aus Figur 11 in einem Schnitt längs der Linie C-C und um 90° auf die Seite gekippt, also in einer Draufsicht auf seine Seite gezeigt, mit daran angelegtem Verstärkungs-Teil 3. Man erkennt die Anfräsungen 5 für die Schraubenköpfe 6, sodass sich diese nicht drehen können.

[0025] Die Figur 13 zeigt einen Roststufen-Abschnitt aus drei miteinander mittels eingeklemmter Verstärkungs-Teile 3 gespannten Rostblöcken 2. Genau wie die Verspannung von schmalen Roststäben 1 werden hier die äusseren Rippen 9 der Rostblöcke 2 zwischen je zwei Verstärkungs-Teil 3 gespannt.

[0026] Die Figur 14 zeigt einen solchen Rostblock in einem Schnitt längs der Linie B-B in Figur 13 und um 90° auf die Seite gekippt, also in einer Draufsicht auf seine Seite gezeigt, mit darauf angelegtem Verstärkungs-Teil 3 aus Metallblech oder Guss.

[0027] Schliesslich sind in Figur 15 drei Roststufen von unten gesehen dargestellt, wobei diese Roststufen je aus einer Mehrzahl von zusammengespanten Rostblöcken 2 aufgebaut sind, und an den Verspannungen Verstärkungs-Teile 3 aus Metallblech oder Guss eingespannt sind.

Ziffernverzeichnis

[0028]

- 1 Roststab
- 2 Rostblock
- 3 Verstärkungs-Teil aus Metallblech oder Guss
- 4 Roststufe 4, 4', 4"
- 5 Anfräsungen am Verstärkungs-Stahlblech, Anzugswinkel
- 6 Schraubenkopf der Schraube
- 7 Schraube für Verspannung des Verstärkungs-Teils
- 8 Mutter für Schraube 7
- 9 Seitliche Rippe an Roststab oder Rostblock
- 10 Bohrungen im Verstärkungs-Teil
- 11 Ausbuchtung an Roststab

Patentansprüche

1. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost mit Roststufen aus miteinander gespannten Roststäben (1) oder Rostblöcken (2), welche auf ihrer Unterseite längs ihrer Seiten nach unten ragende Verstärkungsrippen (9) oder Laschen aufweisen und mittels durch die Rippen (9) führenden Bohrungen (10) oder durch diese Laschen führenden Spann-

schrauben (7) und Muttern (8) miteinander verspannt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens auf einer inneren Seite einer Rippe (9) oder Lasche ein Verstärkungs-Teil (3) aus Metallblech oder Guss mit beidseitigen Bohrungen (10) an die Rippe (9) oder Lasche angelegt ist und mit derselben mittels Verschraubungen mit der Rippe (9) oder Lasche eines benachbarten Roststabes oder Rostblockes verspannt ist oder das Verstärkungs-Stahlblech an die innere Seite der Rippe oder Lasche über die ganze Länge oder nur gepunktet angeschweisst ist.

2. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf beiden inneren Seiten der äusseren Rippen (9) der Roststäbe (1) oder Rostblöcke (2) je ein Verstärkungs-Teil (3) mit beidseitigen Bohrungen (10) an die Rippe (9) angelegt ist und mit denselben mittels Verschraubungen mit den anliegenden Rippen (9) eines benachbarten Roststabes (1) oder Rostblockes (2) verspannt sind oder diese Verstärkungs-Teile (3) an die innere Seite der Rippen (9) oder Laschen angeschweisst sind.
3. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Verstärkungs-Teil (3) die Rippe (9), an welche es verspannt oder angeschweisst ist, nach unten überragt.
4. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Verstärkungs-Teil (3) eine deckungsgleiche Kontur (K) zur Rippe (9) aufweist, an die es verspannt oder angeschweisst ist.
5. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die für die Verspannung der Verstärkungs-Teile (3) eingesetzten Schrauben (7) und Muttern (8) unter Weglassung von sonst vorhandenen Unterlagsscheiben zwischen den Verschraubungen mit dem Verstärkungs-Teil (3) verspannt sind.
6. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auflageflächen für Schraubenkopf und Mutter auf dem ein Verstärkungs-Teil (3) so nachbearbeitet sind, dass die Nacharbeit den Giessanzug kompensiert und dadurch die Schraubenauflegenflächen parallel zueinander verschraubbar sind.
7. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Verspannung

- der Verstärkungs-Teile (3) mehr als zwei Spannschrauben (7) und Muttern (8) pro Verstärkungs-Teil (3) eingesetzt sind, welche die Rippen (9) durchqueren, zur verstärkten Aufnahme der auf die Roststufe einwirkenden Drehmomente und Torsionskräfte, und dass die Verschraubungen der Verstärkungs-Teile (3) mittels Schrauben (7) und Muttern (8) realisiert sind, wobei diese Verschraubung mit einer Verdrehsicherung für den Schraubenkopf ausgerüstet sind. 5
8. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehsicherung der Schraubenköpfe der Schrauben (7) durch eine Nachbearbeitung des Verstärkungs-Teils (3) realisiert ist, womit eine Kante im Verstärkungs-Teil (3) erzeugt ist, welche die Verdrehung des Schraubenkopfes unterbindet. 10
9. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehsicherung des Schraubenkopfes mittels eines aufgesetzten Blockes realisiert ist, der im Abstand so befestigt ist, dass der Schraubenkopf sich nicht drehen kann. 15
10. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schrauben im Fall eines Verstärkungs-Teils (3) aus Metallblech mit dem Blech verschweisst sind, sodass damit eine Verdrehsicherung des Schraubenkopfes erzeugt ist, und dass die Verstärkungs-Teile (3) wenigstens 2 mm stark ausgeführt sind und aus Stahl gefertigt sind. 20
11. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die anstelle von zwei Verschraubungen das Verstärkungs-Teil (3) an mindestens 2 Stellen angeschweisst ist. 25
12. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material des Verstärkungs-Teils (3) im Fall von Blech durch eine Umformung durch Walzen und/oder Schmieden in seiner Festigkeit erhöht ist. 30
13. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkungs-Teile (3) als montagefertige Gussteile ausgeführt sind und diese so gestaltet sind, dass ein feinkörniges Gefüge > 60 µm entsteht, und der Verbrennungs-Stufenrost trotz dieser Gussgefüge mit schockartigen Stößen belastbar ist. 35
14. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er aus rostbeständigem Material hergestellt ist und somit keine Oberflächen-Rostschutzbehandlung notwendig ist. 40
15. Gegen Bruch verstärkter Verbrennungs-Stufenrost nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schrauben und Mutterauflage so dimensioniert ist, dass die Schrauben als Dehnschraubenverbindung gelten, jedoch der Steg nach Massgabe der Belastung weniger stark ausgeführt ist. 45

Fig. 1

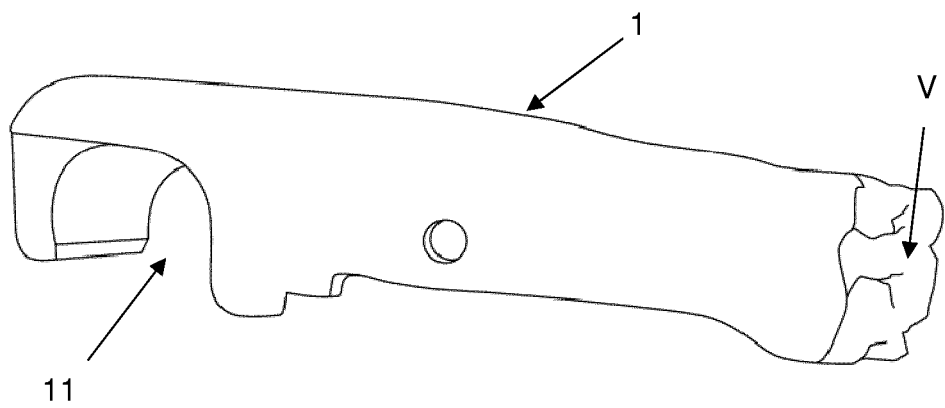


Fig. 2

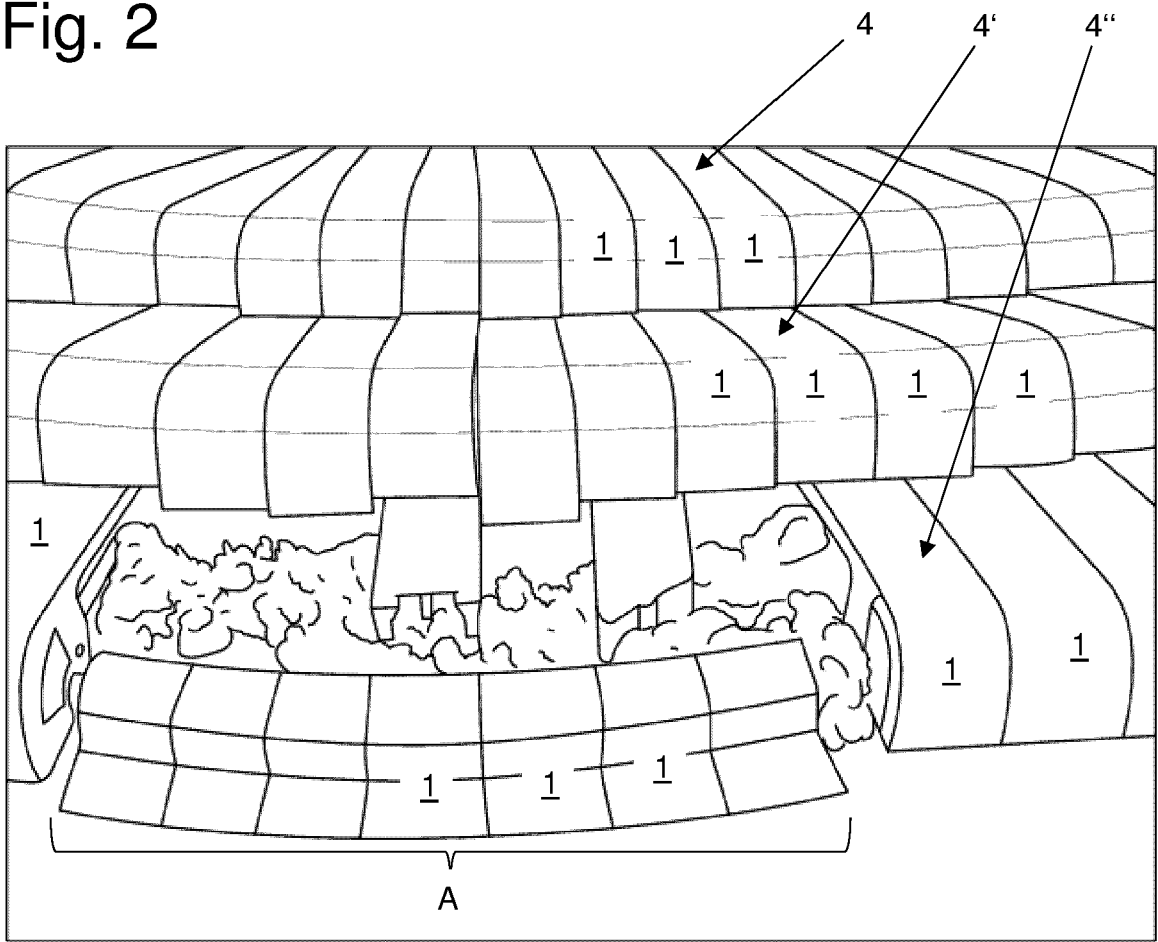


Fig. 3

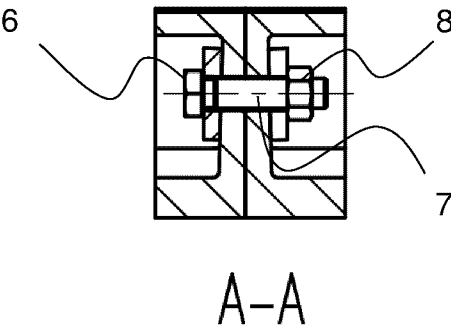


Fig. 4



Fig. 5

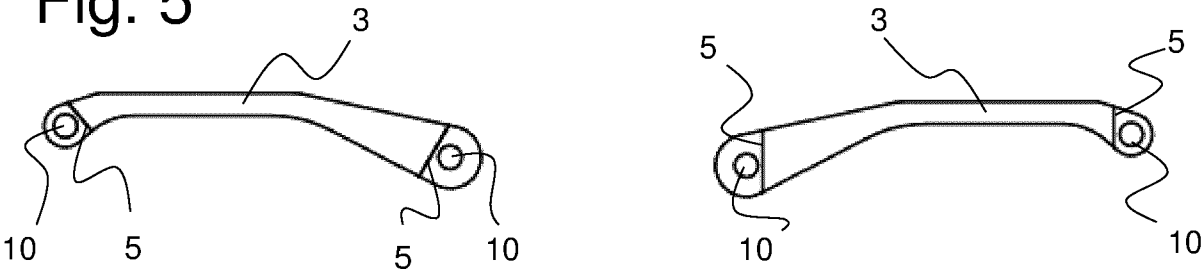


Fig. 6

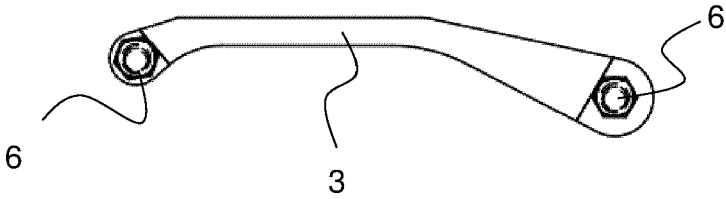


Fig. 7

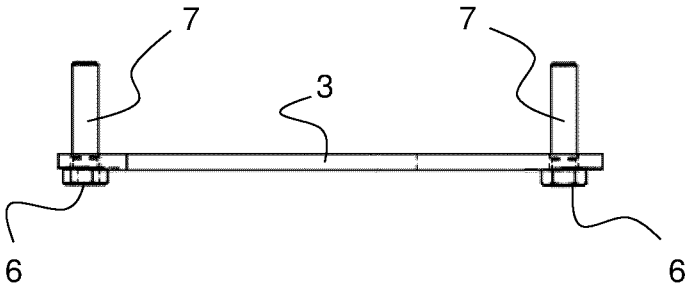


Fig. 8

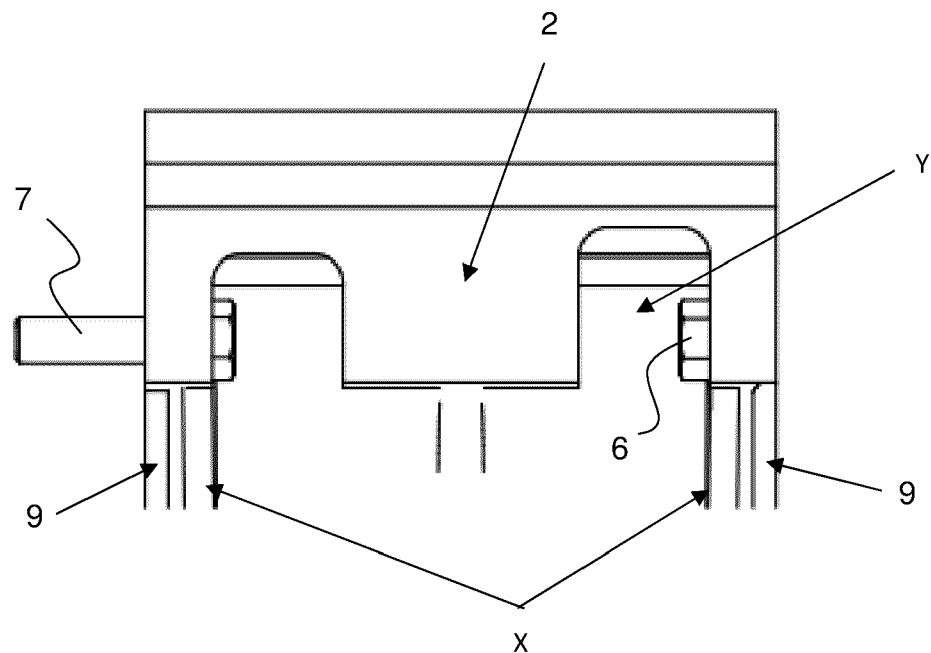


Fig. 9

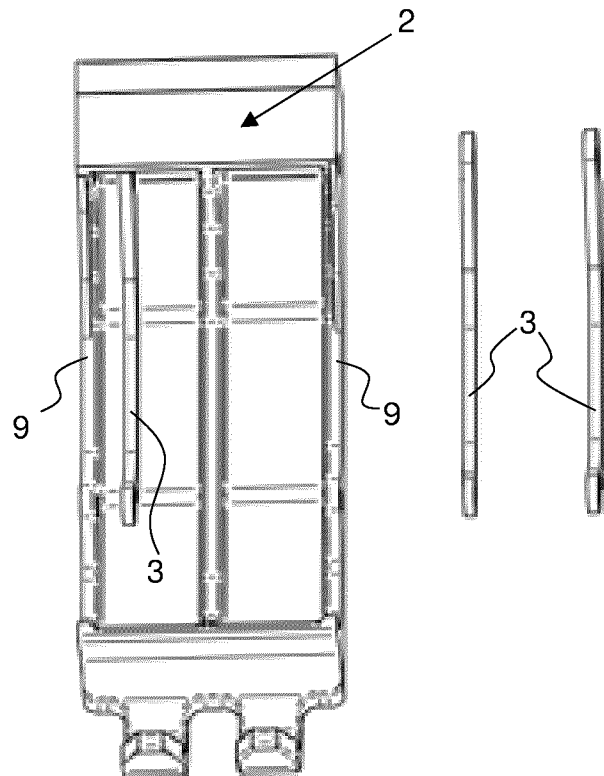


Fig. 10

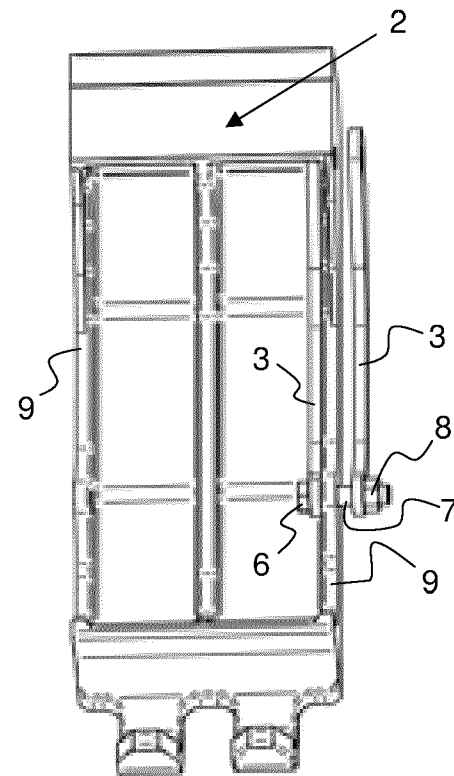


Fig. 11

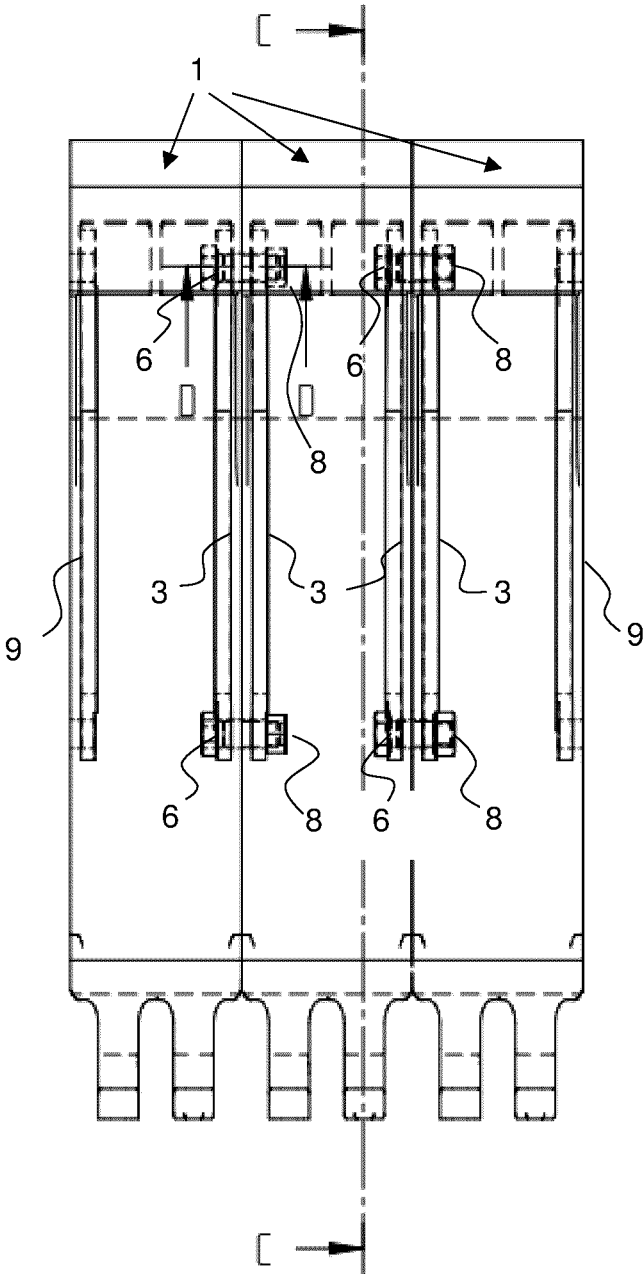


Fig. 12

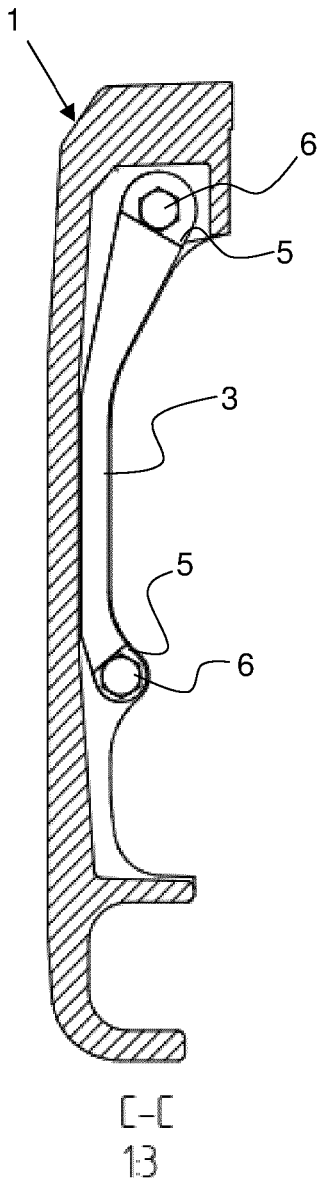


Fig. 13

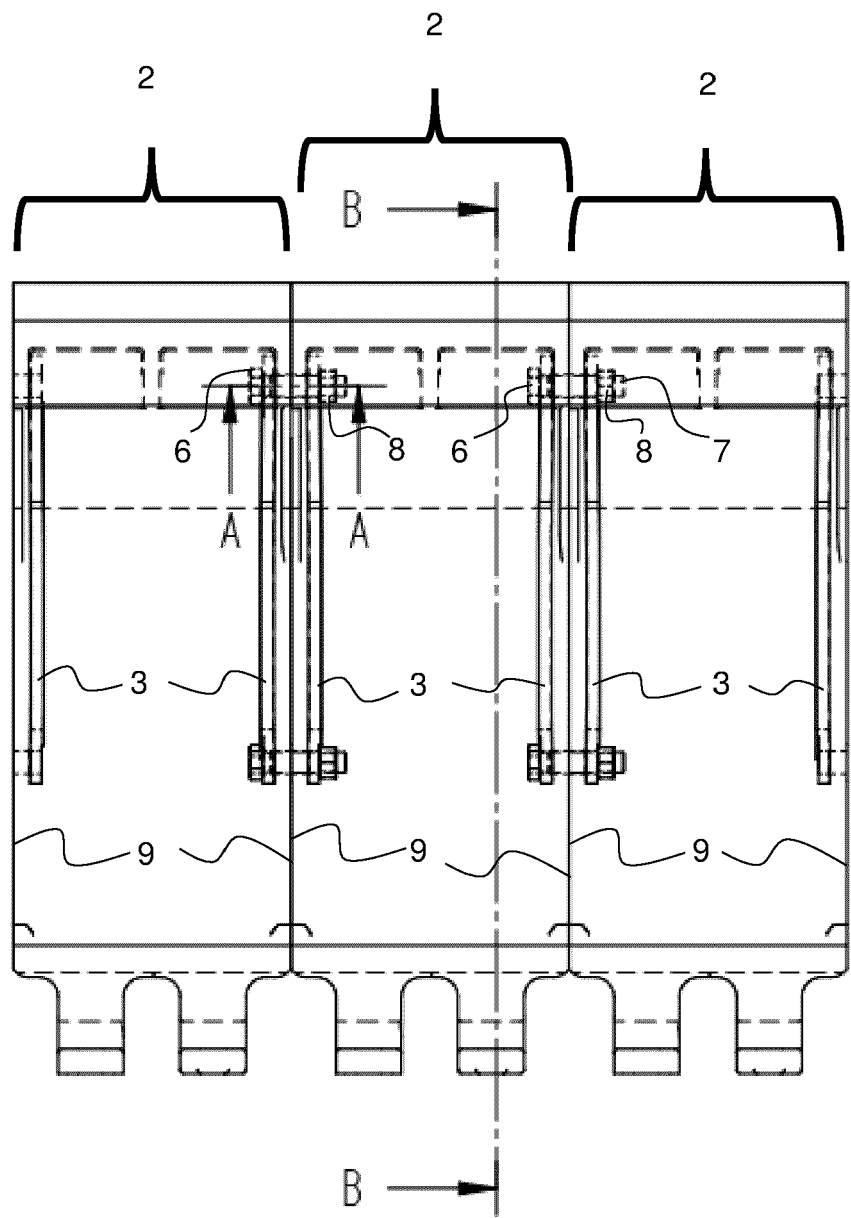


Fig. 14

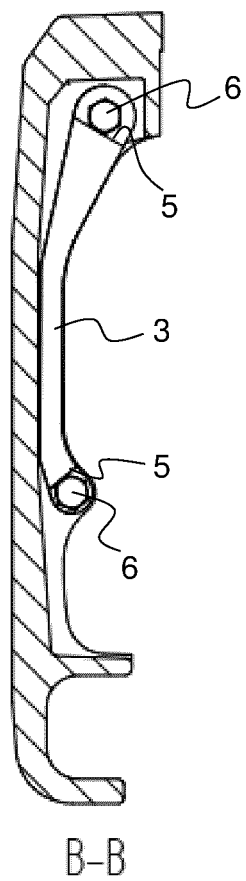


Fig. 15

