



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
11.12.2024 Patentblatt 2024/50

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
B25D 11/06 (2006.01) B08B 7/02 (2006.01)
B08B 9/087 (2006.01)

(21)

Anmeldenummer: 24180580.3

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B25D 11/06; B08B 7/02; B08B 9/087;
B25D 2250/141; B25D 2250/371

(22)

Anmeldetag: 06.06.2024

(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 MA MD TN

(71)

Anmelder: NETTER GMBH
55252 Mainz-Kastel (DE)

(72)

Erfinder: Reis, Thomas
55252 Mainz-Kastel (DE)

(74)

Vertreter: WSL Patentanwälte Partnerschaft mbB
Kaiser-Friedrich-Ring 98
65185 Wiesbaden (DE)

(30)

Priorität: 09.06.2023 DE 102023115134

(54)

KLOPFER MIT LINEARANTRIEB

(57)

Die Erfindung betrifft einen Klopfer (10) und ein Verfahren zum Betreiben eines Klopfers (10). Der Klopfer weist ein Gehäuse (12), ein entlang einer Achse (a) in dem Gehäuse (12) linear beweglichen Schlagkolben (26) und ein entlang der Achse in eine Vorspannrichtung vorspannbares Federelement (30) auf, das sich einerseits gegen das Gehäuse (12) und andererseits gegen den Schlagkolben (26) abstützt. Der Klopfer weist außerdem ein mit dem Schlagkolben (26) kraftschlüssig oder formschlüssig verbindbares, in dem Gehäuse (12) linear bewegliches Kopplungselement (28) und einen das Kopplungselement (28) entlang der Achse (a) antreibenden Linearantrieb auf, wobei das Kopplungselement (28) eingerichtet ist, den Schlagkolben (26) bei Überschreiten einer Vorspannschwelle freizugeben.

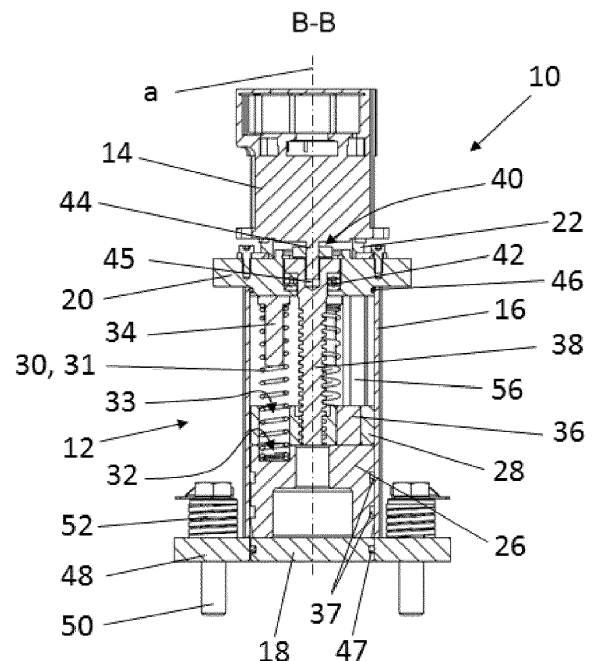


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Klopfer mit einem Gehäuse, einem entlang einer Achse in dem Gehäuse linear beweglichen Schlagkolben und einem entlang der Achse in eine Vorspannrichtung vorspannbaren Federelement, das sich einerseits gegen das Gehäuse und andererseits gegen den Schlagkolben abstützt. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Klopfers.

[0002] Solche Klopfer sind seit langer Zeit als pneumatische Klopfer bekannt, welche beispielsweise zum Abklopfen an einer Behälterwand anhaftender Stoffe oder Substanzen genutzt werden. Das Gehäuse eines solchen pneumatischen Klopfers bildet einen Pneumatikzylinder, in dem der Schlagkolben druckdicht auf- und abläuft. Die Druckluft wird darin so gesteuert, dass zunächst der auf dem Federelement gegenüberliegenden Unterseite des Schlagkolbens befindlichen Druckraum beaufschlagt, der Schlagkolben dadurch aufwärts bewegt und das Federelement in die Vorspannrichtung komprimiert wird. Bei Erreichen einer definierten Position schaltet ein Ventil, sodass ein Druckausgleich zwischen dem Druckraum auf der Kolbenunterseite und dem Federraum auf der Kolbenoberseite stattfindet. Die in dem Federelement gespeicherte Energie wird daraufhin freigesetzt und das Federelement beschleunigt den Schlagkolben abwärts, bis dieser auf eine Bodenplatte des Gehäuses aufschlägt.

[0003] Solche Klopfer haben den Nachteil, dass Druckluft oder ein anderes gas- oder dampfförmiges Medium vonnöten ist. Dieses steht aber nicht allorten zur Verfügung. Zum Betreiben des Klopfers muss dann oftmals extra ein Kompressor bereitgestellt werden. Ähnliches gilt für die Zuleitung des Mediums zum Kompressor.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Klopfer bereitzustellen, welcher flexibler und mit der gleichen Effizienz wie die bekannten druckluftbetriebenen Klopfer betrieben werden kann.

[0005] Die Aufgabe wird bei einem Klopfer der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass dieser ferner ein mit dem Schlagkolben kraftschlüssig oder formschlüssig verbindbares, in dem Gehäuse linear bewegliches Kopplungselement und einen das Kopplungselement entlang der Achse antreibenden Linearantrieb aufweist, wobei das Kopplungselement eingerichtet ist, den Schlagkolben bei Überschreiten einer Vorspannschwelle freizugeben.

[0006] Als "Vorspannschwelle" wird hierin ein Zustand maximaler Vorspannung bezeichnet, von dem an die in dem Federelement gespeicherte Energie freigesetzt, d. h. in Bewegungsenergie des Kolbens umgewandelt wird. Die Ausführung der erfindungsgemäßen Lehre setzt nicht zwingend voraus, dass diese Vorspannschwelle als physikalischer Schwellenwert erfasst oder bekannt ist. Das "Überschreiten der Vorspannschwelle" kann sowohl durch tatsächliches Überschreiten einer bestimmten Kraft aber auch durch Passieren einer vorbestimmten

axialen Position realisiert sein, mit der aufgrund der definierten Komprimierung des Federelements auch eine definierte Vorspannkraft korreliert.

[0007] Neu an dem erfindungsgemäßen Klopfer ist das Kopplungselement, welches dazu eingerichtet ist, mit dem Schlagkolben eine kraftschlüssige oder formschlüssige, bei Überschreiten der Vorspannschwelle automatisch lösbare Verbindung einzugehen. Aufgrund des Kraft- oder Formschlusses nimmt das Kopplungselement den Schlagkolben in dem Gehäuse bei seiner linearen Bewegung in Vorspannrichtung mit, wobei das Federelement vorgespannt wird. Wird die definierte Vorspannschwelle überschritten, wird der Kraft- oder Formschluss überwunden bzw. aufgehoben und das Kopplungselement gibt den Schlagkolben frei, woraufhin dieser von dem Federelement in gewohnter Weise beschleunigt wird und eine Schlagbewegung ausführt.

[0008] Gemäß einem ersten vorteilhaften Wirkprinzip der Erfindung sind das Federelement einerseits und der zwischen dem Schlagkolben und dem Kopplungselement bestehende Kraftschluss andererseits so dimensioniert, dass die Vorspannung des Federelements bei Überschreiten der Vorspannschwelle den Kraftschluss übersteigt. Von dem Moment an, in dem Kräftegleichgewicht zwischen der durch das komprimierte Federelement aufgebrachten Federkraft einerseits und der maximalen Haltekraft zwischen Schlagkolben und Kopplungselement erreicht ist und das Kopplungselement weiter in Vorspannrichtung bewegt wird, wird der Schlagkolben von dem Kopplungselement abgelöst und mittels des Federelements beschleunigt, bis der Schlagkolben in an sich bekannter Weise beispielsweise auf eine Schlagplatte des Gehäuses auftrifft.

[0009] Bevorzugt sind das Kopplungselement und der Schlagkolben hierbei mittels magnetischer Haltekraft miteinander verbindbar. Dies kann entweder dadurch realisiert werden, dass das Kopplungselement einen Permanentmagneten umfasst und dass der Schlagkolben magnetisierbar ist oder umgekehrt, der Schlagkolben einen Permanentmagneten umfasst und das Kopplungselement magnetisierbar ist. Erstere Konstellation ist dabei bevorzugt, um den Permanentmagneten beim Schlag, d.h. beim Auftreffen des Schlagkolbens auf die Schlagplatte, keiner starken Erschütterung auszusetzen.

[0010] Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen Kraftschlusses umfasst das Kopplungselement wenigstens einen Elektromagneten, wobei der Schlagkolben wiederum magnetisierbar ist. Auch diese Ausführungsform kann so ausgebildet sein, dass sie das erste vorteilhafte Wirkprinzip erfüllt, indem die maximale Haltekraft des Elektromagneten einerseits und das Federelement andererseits so dimensioniert sind, dass die Vorspannung des Federelements bei Überschreiten der maximalen Haltekraft (Vorspannschwelle) den Schlagkolben von dem Kopplungselement ablöst und entgegen der Schlagplatte beschleunigt.

[0011] Der Einsatz eines Elektromagneten bietet fer-

ner oder zusätzlich aber auch die Möglichkeit, den Elektromagneten stärker zu dimensionieren und bei Überschreiten der Vorspannschwelle abzuschalten und so den Schlagkolben auszulösen. Auf diese Weise kann die Vorspannschwelle und damit auch der Schlagimpuls steuerungstechnisch auf einfache Weise eingestellt bzw. gewählt werden. Im Fall dieses zweiten vorteilhaften Wirkprinzips der Erfindung weist der Klopfer vorzugsweise eine Sensoreinheit auf, welche eingerichtet ist, ein Überschreiten der Vorspannschwelle zu erfassen und ein Schaltsignal zum Abschalten des Elektromagneten zu triggern. Das Überschreiten der Vorspannschwelle kann beispielsweise erfasst werden, indem die Sensoreinheit an einer vorbestimmten axialen Position in dem Gehäuse das Passieren des Kopplungselements oder des Kolbens überwacht. Alternativ kann die Sensoreinheit die in dem Federelement gespeicherte oder zum Bewegen des Kopplungselements und des Kolbens benötigte Kraft überwachen, indem es beispielsweise die Leistungsaufnahme des Linearantriebs misst.

[0012] Ein drittes vorteilhaftes Wirkprinzip der Erfindung sieht eine Ausführungsform vor, bei der die Kopplung zwischen Kopplungselement und Schlagkolben nicht durch Kraftschluss, sondern durch Formschluss realisiert ist. Zum Erzeugen des Formschlusses ist bevorzugt eine Ausklinkvorrichtung vorgesehen, welche das Kopplungselement und den Schlagkolben lösbar verbindet. Ferner ist bevorzugt ein Betätigungselement vorgesehen, welches eingerichtet ist, die Ausklinkvorrichtung bei Überschreiten der Vorspannschwelle zu betätigen und dadurch den Formschluss aufzuheben. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die an dem Kopplungselement angeordnete Ausklinkvorrichtung eine Klinke umfasst, welche mit dem Schlagkolben in Eingriff steht und diesen bei der Bewegung in die Vorspannungsrichtung mitnimmt und welche positionsgesteuert, d.h. in einer bestimmten axialen Position, mittels des Betätigungselements, beispielsweise in Form einer Nocke, außer Eingriff gebracht wird und dabei den Schlagkolben freigibt, welcher dann wiederum durch das Federelement auf die Schlagplatte zu beschleunigt wird.

[0013] Der Linearantrieb umfasst vorzugsweise einen Elektromotor. Im Gegensatz zu den eingangs erwähnten pneumatischen Klopfern benötigt der erfindungsgemäße Klopfer dann eine elektrische Motorsteuerung und eine elektrische Energieversorgung und ist nicht auf Druckluft als Betriebsmittel angewiesen. Die Verfügbarkeit elektrischer Energie stellt in den meisten Situationen kein Problem dar, weshalb der Einsatz im Vergleich zu pneumatisch angetriebenen Klopfern flexibler und kostengünstiger ist. Die Motorsteuerung ist vorzugsweise ein separates, vor den Erschütterungen durch die Schlagbewegung geschütztes Element des Klopfers. Ein weiterer Vorteil eines solchen mittels Elektroantrieb angetriebenen Klopfers ist ein erheblich höherer Wirkungsgrad gegenüber einem pneumatischen Klopfer, der stets ein vorgeschaltetes Aggregat zur Druckerzeugung benötigt.

[0014] Besonders bevorzugt umfasst der Linearan-

trieb einen Schrittmotor. Dieser erlaubt ohne die Verwendung zusätzlicher Sensorik eine genaue Positionsbestimmung des Antriebs und damit auch des Kopplungselements und des Schlagkolbens schon während der Bewegung. Alternativ zu einem Schrittmotor kann auch ein Spindelpositionssensor zusammen mit jedwedem Motor zum Einsatz kommen.

[0015] Der Linearantrieb ist vorzugsweise durch eine achsparallel und besonders bevorzugt koaxial zur Zentrumsachse des Schlagkolbens angeordnete Gewindespindel realisiert, welche zusammen mit dem Kopplungselement ein Schraubgetriebe bildet. Das Kopplungselement kann in diesem Fall auch als Spindelmutter bezeichnet werden, welche auf der Spindel aufgefädelt und selbst an einer Drehung gehindert ist und dadurch bei einer Drehung der Spindel in eine lineare Bewegung entlang der Achse angetrieben werden kann.

[0016] Weiterhin bevorzugt weist das Gehäuse eine sich in Richtung der Achse erstreckende Umfangswand, eine Bodenplatte und ein Oberteil auf, wobei die Umfangswand, die Bodenplatte und das Oberteil einen Innenraum definieren, in dem der Bodenplatte zugewandt der Schlagkolben, in der Mitte das Kopplungselement und dem Oberteil zugewandt das Federelement angeordnet sind, wobei sich das Federelement von dem Oberteil durch Ausnehmungen, Durchbrüche oder Bohrungen in dem Kopplungselement bis zum Schlagkolben erstreckt und wobei die Vorspannungsrichtung auf das Oberteil zuweist. Diese Anordnung kann ähnlich zu den bekannten pneumatischen Klopfern zylinderförmig ausgestaltet sein, wobei der Schlagkolben im Gegensatz zu den pneumatisch angetriebenen Kolben nicht notwendigerweise gegenüber der Umfangswand abgedichtet sein muss, weil der Innenraum und der Schlagkolben nicht Teil eines pneumatischen Antriebs sind, sondern die Bewegung mittels des Linearantriebs über das Kopplungselement vermittelt wird. Die Bodenplatte bildet vorzugsweise die Schlagplatte, in welchen Fällen die beiden Begriffe synonym verwendet werden.

[0017] Bei dieser Ausgestaltung ist der Elektromotor vorzugsweise außerhalb des Innenraums auf dem Oberteil angeordnet, wobei das Oberteil eine Drehdurchführung aufweist. Die Drehbewegung wird durch die Drehdurchführung auf den Linearantrieb, welcher bevorzugt die erwähnte Gewindespindel umfasst, übertragen.

[0018] Besonders bevorzugt ist die Gewindespindel durch die Drehdurchführung in den Innenraum geführt und gegen das Oberteil mittels eines Axiallagers abgestützt. Die Momentübertragung von der Drehwelle des Elektromotors auf die Gewindespindel findet folglich außerhalb des Gehäuses statt. Der Elektromotor kann deshalb ohne Öffnen des Klopfergehäuses montiert oder ausgetauscht werden.

[0019] Insbesondere hat sich als bevorzugt herausgestellt, dass zwischen dem Elektromotor und dem Oberteil ein Dämpfungselement angeordnet ist. Dies sorgt dafür, dass die Lagerelemente und die elektrischen Komponenten des Elektromotors, wie beispielsweise Wicklun-

gen, vor übermäßigen Erschütterungen geschützt sind und sich dadurch die Lebensdauer des Motors erhöht.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform ist am Gehäuse ein Anschlagelement angeordnet, welches den Schlagkolben bei Erreichen der Vorspannschwelle berührt. Insbesondere kann das Anschlagelement als ein sich vom Oberteil entgegen der Vorspannrichtung dem Schlagkolben entgegen erstreckendes Element oder ein von der Umfangswand radial einwärts gerichteter Vorsprung gebildet werden.

[0021] Im Fall dieses vierten vorteilhaften Wirkprinzips wird die Vorspannschwelle nicht durch ein Kräftegleichgewicht zwischen der Federkraft einerseits und dem Kraftschluss zwischen Kopplungselement und Schlagkolben andererseits bestimmt, sondern durch die Position, in der der gegen das Gehäuseoberteil angehobene Schlagkolben an das Anschlagelement anstößt. Die maximale Haltekraft kann die Federkraft bei Erreichen der Vorspannschwelle insbesondere übersteigen. Das Anschlagelement definiert mit anderen Worten die Vorspannschwelle. Hierdurch ist die maximale Hubbewegung des Kolbens immer eindeutig definiert. Der Federweg und die gespeicherte Federenergie bei Berührung zwischen dem Schlagkolben und dem Anschlagelement ist nicht von etwaigen material- oder fertigungsbedingten Schwankungen der Magnethaltekraft abhängig, sondern stets durch die Endlage des Kolbens bestimmt, in der er das Anschlagelement berührt. Wird das Kopplungselement dann weiter in Vorspannrichtung bewegt, wird der Schlagkolben wie im Fall des ersten Wirkprinzips unter Überwindung des Kraftschlusses von dem Kopplungselement abgelöst und mittels des Federelements in Richtung der Bodenplatte beschleunigt.

[0022] Das Federelement umfasst bevorzugt wenigstens eine Druckfeder. Besonders bevorzugt sind mehrere Druckfedern dreh-symmetrisch um den Linearantrieb herum angeordnet, um eine gleichmäßige Krafteinleitung zu bewirken und ein Verkanten des Kolbens und/oder des Kopplungselements in dem Gehäuse zu vermeiden. In diesem Fall ist das Anschlagelement besonders bevorzugt als Führungselement für die Druckfeder(n) ausgebildet. Ganz besonders bevorzugt ist es als Federdorn ausgebildet, welcher in die Druckfeder hineinragt. Dies ermöglicht eine sehr kompakte Bauweise bei gleichzeitig effektiver Führung der Feder. Bei Überschreiten der Vorspannschwelle ragt der Federdorn zusammen mit der oder den komprimierten Federn von dem Oberteil durch die Ausnehmungen, Durchbrüche oder Bohrungen in dem Kopplungselement hindurch bis zum Schlagkolben.

[0023] Zwischen der Umfangswand des Gehäuses und dem Kopplungselement ist vorteilhafterweise eine Verdrehsicherung vorgesehen. Diese kann dergestalt ausgebildet sein, dass an dem Kopplungselement ein Vorsprung ausgebildet ist, welcher in eine komplementäre, in axialer Richtung verlaufende Nut in der Umfangswand eingreift. Umgekehrt kann auch entlang der Umfangswand eine in axialer Richtung verlaufende, radial

einwärts gerichtete Rippe vorgesehen sein, welche in eine komplementäre Nut des Kopplungselements eingreift, wobei die Nut dann auch teilweise oder durchgehend in dem Schlagkolben fortgesetzt sein kann oder muss. Je nach den geometrischen Verhältnissen kann die Rippe nämlich zugleich auch als Anschlagelement dienen.

[0024] Weiterhin bevorzugt sind die Bodenplatte und das Oberteil gegenüber der Umfangswand abgedichtet. Hierdurch lässt sich das Eindringen von Staub und Feuchtigkeit in den Innenraum des Gehäuses vermeiden und die Standzeit des Klopfers erhöhen.

[0025] Die Aufgabe wird außerdem gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben eines Klopfers der vorstehenden beschriebenen Art, bei dem der Schlagkolben mittels des kraftschlüssig oder formschlüssig mit diesem verbundenen und entlang der Achse linear angetriebenen Kopplungselements in die Vorspannrichtung unter Vorspannung des Federelements bewegt wird, bis das Kopplungselement den Schlagkolben bei Überschreiten einer Vorspannschwelle freigibt und der Schlagkolben unter zumindest teilweisem Freisetzen der in dem Federelement gespeicherten Energie entgegen der Vorspannrichtung beschleunigt wird.

[0026] Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Seitenansicht des erfindungsgemäßen Klopfers mit Elektroantrieb;
- Figur 2 einen Längsschnitt durch den Klopfer gemäß Figur 1 entlang der Schnittebene B-B;
- Figur 3 einen Querschnitt durch den Klopfer gemäß Figur 1 entlang der Ebene A-A;
- Figur 4 einen zweiten Längsschnitt durch den Klopfer gemäß Figur 1 entlang der Ebene C-C und
- Figur 5 der Klopfer in der Ansicht der Figur 2 bei Erreichen der Vorspannschwelle.

[0027] Die Figuren 1 - 5 zeigen stets dasselbe Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Klopfers in unterschiedlichen Darstellungen. Der Klopfer 10 weist ein sich entlang einer Achse a erstreckendes Gehäuse 12 und, auf dessen Oberseite angeflanscht, einen Elektromotor 14 als Teil des Linearantriebs auf. Das Gehäuse 12 wird durch eine Umfangswand 16, eine Bodenplatte 18 und ein Oberteil 20 gebildet. Der Elektromotor 14 ist mit dem Oberteil 20 über ein dazwischenliegendes Dämpfungselement 22 verbunden.

[0028] Das Gehäuse 12 definiert einen Innenraum 24. In diesem Innenraum 24 sind von unten nach oben d.h. von der Bodenplatte 18 hin zum Oberteil 20 in folgender Reihenfolge ein Schlagkolben 26, ein Kopplungselement 28 und Federelement 30 angeordnet. Das Federelement

30 besteht konkret aus drei Druckfedern 31, welche dreh-symmetrisch um die Achse a angeordnet sind. Die Druckfedern 31 sind auf der Unterseite in jeweils einer in den Schlagkolben 26 eingeformten Tasche oder Senkbohrung 32 außen zentriert. Mit entsprechender Teilung sind in dem Kopplungselement 28 drei Durchgangsbohrungen 33 vorgesehen, durch welche die Druckfedern 30 hindurch reichen.

[0029] Auf ihrer Oberseite sind die Druckfedern 30 mittels jeweils eines Federdorns 34 innen zentriert. Jeder Zentrierdorn 34 ist mit dem Oberteil 20 verbunden, so dass sich die Druckfedern 30 jeweils zwischen dem Schlagkolben 26 und dem Oberteil 20 erstrecken. In der in den Figuren 2 und 4 dargestellten Betriebsstellung befindet sich der Schlagkolben 20 in seiner unteren Position, in der er auf der Boden- oder Schlagplatte 18 aufliegt. Die Druckfedern 31 stehen in dieser Stellung bereits unter einer Vorspannung, welche den Kolben 20 auf die Bodenplatte 18 niederhält.

[0030] In dem Kopplungselement 28 sind ebenfalls dreh-symmetrisch um die Achse a und zu den Durchgangsbohrungen 33 winkelfersetzt drei Permanentmagnete 36 mit festem Sitz eingepresst oder wahlweise eingeschraubt oder eingeklebt. Demzufolge wechseln sich in dem Kopplungselement 28 in Umfangsrichtung die Durchgangsbohrungen 33 und die Permanentmagnete 36 ab, wie in Figur 3 zu sehen ist. Die Drehsymmetrie sorgt jeweils dafür, dass sowohl die Magnetkraft, welche das Kopplungselement und den magnetisierbaren Schlagkolben 26 verbindet, als auch die Federkraft, mit welcher die drei Druckfedern 31 von oben auf den Schlagkolben 26 drücken, symmetrisch um die Achse a herum auf den Schlagkolben 26 wirken. Wenn wie hier gezeigt die Achse a mit der Zentrumsachse des Schlagkolbens, welche durch den Schwerpunkt desselben verläuft, zusammenfällt, werden Kippmomente bestmöglich vermieden und der Verschleiß der Anordnung minimiert.

[0031] Der Schlagkolben weist umfänglich zwei in Nuten eingelassene Führungs- oder Gleitringe 37 auf, welche entlang der Innenseite der Umfangswand 16 auf- und abgleiten. Diese vermindern die Reibung und den Verschleiß zwischen dem Schlagkolben 26 und der Umfangswand 16.

[0032] Als Teil des Linearantriebs weist der Klopfer 10 achsparallel und auch zentrisch zu der Achse a eine Gewindespindel 38 auf, welche über ein komplementäres Innengewinde in dem Kopplungselement 28 mit diesem formschlüssig in Eingriff steht. Die Gewindespindel 38 und das Kopplungselement 28 bilden ein Schraubgewinde. Auf der Oberseite ist die Gewindespindel 38 durch eine Drehdurchführung 40 in dem Oberteil 20 in den Innenraum 24 geführt und gegen das Oberteil 20 mittels eines Axiallagers 42 gegen die von den Druckfedern 31 ausgeübten, auf die Gewindespindel 38 wirkenden Zugkräfte abgestützt.

[0033] Der Elektromotor 14 weist auf seiner Unterseite eine Antriebswelle 44 auf, welche in eine komplementäre Aufnahme 45 im oberen Abschnitt der Gewindespindel

38 zur Übertragung von Drehmomenten aufgenommen ist.

[0034] Sowohl das Oberteil 20 als auch die Bodenplatte 18 sind gegenüber der Umfangswand 16 des Gehäuses 12 mittels Dichtringen 46 und 47 beispielsweise staubdicht und/oder zur Vermeidung des Eindringens von Feuchtigkeit in den Innenraum 24 abgedichtet. An dieser Stelle sei angemerkt, dass sich die Umfangswand 16 an ihrem unteren Ende durch einen Flansch 48 fortsetzt, welcher im diesem Sinne der Umfangswand zuge-rechnet wird. Der Flansch 48 hat dazu noch eine weitere Funktion. Durch ihn hindurch erstrecken sich Montage-schrauben 50 mittels derer der Klopfer 10 beispielsweise an einem zu entleerenden Behälter befestigt werden kann. Zur Schonung der Schraubverbindung und des gesamten Gehäuses sind die Montageschrauben 50 jeweils mittels Federpaketen 52 gegenüber dem Flansch 48 abgestützt. Der Flansch kann beispielsweise einstückig oder stoffschlüssig an den zylindrischen Teil der Umfangswand angeformt sein. Alternativ kann der Flansch 48 auch als separates Bauteil der Umfangswand mittels einer weiteren Dichtung (nicht dargestellt) mit dem zylindrischen Teil der Umfangswand dicht verbunden sein.

[0035] Die Umfangswand 16 wird von einem Profilrohr gebildet, welches einen im wesentlichen Kreisrunden Innenumfang und auf seiner Außenseite vier radial hervorstehende und sich in axialer Richtung erstreckende Rippen 53 aufweist. Diese Rippen weisen ihrerseits in axialer Richtung verlaufende Durchgangsbohrungen 54 auf, in welche von der Ober- und Unterseite Gewinde geschnitten sind, die jeweils zur Verschraubung des Oberteils 20 und des Flansches 48 mit der Umfangswand 16 mittels Schrauben 55 dienen. Das Profilrohr der Umfangswand kann als handelsübliches Stranggussprofil kostengünstig erworben werden.

[0036] Auf der Innenseite der Umfangswand 16 sind zwei axial verlaufende Nuten 56 mit kreissegmentförmigem Profil vorgesehen, welche zur Aufnahme korrespondierender Führungsvorsprünge 58 an dem Kopplungselement 28 eingerichtet sind. Über die Verbindung zwischen Führungsvorsprüngen 58 und den Nuten 56 wird ein Formschluss zwischen dem Kopplungselement 28 und dem Gehäuse 12 erzielt, welcher das Kopplungselement 28 gegen ein Verdrehen sichert, sodass das Kopplungselement 28 nur einen Bewegungsfreiheitsgrad aufweist und sich bei Drehung der Gewindespindel 38 definiert entlang der Achse a auf und ab bewegt.

[0037] Der hier dargestellte Schlagkolben 26 weist eine zentrische Durchgangsbohrung für die Gewindespindel 38 und auf seiner Unterseite hiervon abgesetzt eine größere Senkbohrung 62 auf. Die Senkbohrung hat natürlich zum einen die gleiche Funktion wie die Durchgangsbohrung, Raum für die Spindel zu schaffen. Zugleich dient sie der Einsparung von Masse. Auf diese Weise können aus dem gleichen Werkstoff Schlagkolben gleicher axialer Bauhöhe mit unterschiedlichen Massen bereitgestellt werden, mit denen sich in demselben Gehäuse und unter Verwendung desselben Linearantriebs

und derselben Federelemente unterschiedliche Schlagimpulse erzeugen lassen.

[0038] Im Folgenden wird der Arbeitsprozess des erfindungsgemäßen Klopfers 10 beschrieben: In der in den Figuren 2 und 4 gezeigten Ausgangsstellung befindet sich der Schlagkolben 28 am unteren Ende seines Hubs in Kontakt mit der Bodenplatte oder Schlagplatte 18. Gleichzeitig befindet sich auch das Kopplungselement 28 in der unteren Position, in der es unmittelbar auf dem Schlagkolben 26 aufliegt. Der Schlagkolben ist magnetisierbar, weshalb in dieser Position ein Kraftschluss zwischen dem Kopplungselement 28 und dem Schlagkolben 26 mittels der in dem Kopplungselement 28 befindlichen Permanentmagnete 36 hergestellt ist. Das Federelement 30 bzw. die Druckfedern 31 haben in dieser sogenannten Ruhestellung ihre axial maximale Ausdehnung, wobei sie zwischen dem Federdorn 34 und dem Boden der Taschen 32 in dem Schlagkolben 26 leicht vorgespannt sind.

[0039] Auf ein Steuersignal hin versetzt der Elektromotor 14 die Gewindespindel 38 in eine Drehbewegung. Die Drehbewegung wird in eine Hubbewegung des Kopplungselements 28 zusammen mit dem Schlagkolben 26 in die Vorspannrichtung 60 übersetzt. Unter zunehmender Vorspannung des Federelements 30 wird der Kolben so weiter angehoben.

[0040] In Figur 5 hat der Schlagkolben 26 seine obere Endstellung erreicht. In dieser Stellung liegen die Federdorne 34 mit ihrer unteren Endfläche 35 auf dem Boden der Senkbohrungen 32 in dem Schlagkolben 26 auf und bilden ein Anschlagelement, das diesen an einer weiteren Aufwärtsbewegung hindert. Wenn aufgrund einer fortgesetzten Drehbewegung der Gewindespindel 38 der Linearantrieb das Kopplungselement 28 weiter anhebt, beginnt ab hier das Überschreiten der Vorspannschwelle. Hierdurch entfernt sich nämlich das Kopplungselement 28 in axialer Richtung von dem Schlagkolben 26, wodurch sich die Magnethaltekraft verringert, bis diese die Vorspannung des Federelements 30 bzw. der Druckfedern 31 unterschreitet. Sodann beschleunigen die Druckfedern 31 den Schlagkolben 26 nach unten, der daraufhin auf der Bodenplatte 18 aufschlägt.

[0041] Nach Erreichen einer voreingestellten oberen Endposition des Kopplungselements 28 kehrt die Drehrichtung des Elektromotors 14 um und das Kopplungselement wird auf der Gewindespindel 38 wieder abwärts transportiert, die Rückhohlbewegung beginnt. Diese Abwärtsbewegung endet, wenn das Kopplungselement 28 wieder die in Figur 4 gezeigte Ausgangsstellung erreicht hat. Dann ist die Rückhohlbewegung beendet und ein neuer Zyklus kann beginnen.

[0042] Eine Steuerung (nicht dargestellt) des Elektromotors 14 kann vielfältig programmiert werden. Beispielsweise kann der Klopfer 10 auf diese Weise eingerichtet werden, dass er eine Dauerklopfbewegung ausführt, das heißt, dass der beschriebene Zyklus bis zum nächsten Steuersignal ohne Unterbrechung wiederholt wird, oder eine bestimmte Anzahl von Wiederholungen

oder Einzelklopfbewegungen ausführt.

[0043] Vorliegend ist nur ein Ausführungsbeispiel mit einem der zuvor beschriebenen Wirkprinzipien gezeigt. Wie vorstehend erwähnt, umfasst die Erfindung auch solche Klopfer, welche anstelle eines Kraftschlusses eine formschlüssige Kopplung zwischen dem Kopplungselement und dem Schlagkolben vorsehen.

[0044] Alternativ können anstelle der Permanentmagnete 36 auch ein oder mehrere Elektromagnete vorgesehen sein.

[0045] In einer nochmals alternativen Ausführungsform kann darauf verzichtet werden, dass die Federdorne 34 den oberen Anschlag für den Schlagkolben 26 bilden, beispielsweise dann, wenn die Haltekraft der Magnete und die Federkonstante des Federelements so bemessen sind, dass auf dem Weg in die obere Endposition des Kopplungselements ein Kräftegleichgewicht erreicht wird, bei dem die Federkraft die Haltekraft übersteigt und so die Vorspannschwelle überschritten wird.

Bezugszeichenliste

[0046]

10	Klopfer
12	Gehäuse
14	Elektromotor
16	Umfangswand
18	Bodenplatte, Schlagplatte
20	Oberteil
22	Dämpfungselement
24	Innenraum
26	Schlagkolben
28	Kopplungselement
30	Federelement
31	Druckfeder
32	Senkbohrung, Tasche
33	Durchgangsbohrung
34	Federdorn
35	Endfläche
36	Permanentmagnet
37	Führungsring, Gleitring
38	Gewindespindel
40	Drehdurchführung
42	Axiallager
44	Antriebswelle
45	Aufnahme
46	Dichtring
47	Dichtring
48	Flansch
50	Montageschrauben
52	Federpaket
53	Rippe
54	Durchgangsbohrung
55	Schraube
56	Nut
58	Führungsvorsprung
60	Vorspannrichtung

62 Senkbohrung
a Achse

Patentansprüche

1. Klopfer (10) mit einem Gehäuse (12), einem entlang einer Achse (a) in dem Gehäuse (12) linear beweglichen Schlagkolben (26) und einem entlang der Achse in eine Vorspannrichtung (60) vorspannbaren Federelement (30), das sich einerseits gegen das Gehäuse (12) und andererseits gegen den Schlagkolben (26) abstützt, **gekennzeichnet durch** ein mit dem Schlagkolben (26) kraftschlüssig oder formschlüssig verbindbares, in dem Gehäuse (12) linear bewegliches Kopplungselement (28) und einen das Kopplungselement (28) entlang der Achse (a) antreibenden Linearantrieb, wobei das Kopplungselement (28) eingerichtet ist, den Schlagkolben (26) bei Überschreiten einer Vorspannschwelle freizugeben.
2. Klopfer (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (30) und der Kraftschluss zwischen Kopplungselement (28) und Schlagkolben (26) so dimensioniert sind, dass die Vorspannung des Federelements (30) bei Überschreiten der Vorspannschwelle den Kraftschluss übersteigt.
3. Klopfer (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopplungselement (28) und der Schlagkolben (26) mittels magnetischer Haltekraft miteinander verbindbar sind.
4. Klopfer (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopplungselement (28) wenigstens einen Permanentmagneten (36) umfasst und dass der Schlagkolben (26) magnetisierbar ist, oder **dass** das Kopplungselement (28) wenigstens einen Elektromagneten umfasst und dass der Schlagkolben (26) magnetisierbar ist.
5. Klopfer (10) nach Anspruch 4, **gekennzeichnet durch** eine Sensoreinheit, welche eingerichtet ist, ein Überschreiten der Vorspannschwelle zu erfassen und ein Schaltsignal zum Abschalten des Elektromagneten zu triggern.
6. Klopfer (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Formschluss mittels einer Ausklinkvorrichtung erzielt wird.
7. Klopfer (10) nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** ein Betätigungselement, welches eingerichtet ist, die Ausklinkvorrichtung bei Überschreiten der Vorspannschwelle zu betätigen und **dadurch** den Formschluss aufzuheben.
8. Klopfer (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Linearantrieb einen Elektromotor (14) und insbesondere einen Schrittmotor umfasst.
9. Klopfer (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Linearantrieb eine achsparallel angeordnete Gewindespindel (38) umfasst, die zusammen mit dem Kopplungselement (28) ein Schraubgetriebe bilden.
10. Klopfer (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (12) eine sich in Richtung der Achse (a) erstreckende Umfangswand (16), eine Bodenplatte (18) und ein Oberteil (20) aufweist, wobei die Umfangswand (16), die Bodenplatte (18) und das Oberteil (20) einen Innenraum (24) definieren, in dem der Bodenplatte (18) zugewandt der Schlagkolben (26), in der Mitte das Kopplungselement (28) und dem Oberteil zugewandt das Federelement (30) angeordnet sind, wobei sich das Federelement (30) von dem Oberteil (20) durch Ausnehmungen, Durchbrüche oder Bohrungen (33) in dem Kopplungselement (28) bis zum Schlagkolben (26) erstreckt, und wobei die Vorspannrichtung (60) auf das Oberteil (20) zu weist.
11. Klopfer (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Gehäuse (12) ein Anschlagelement angeordnet ist, welches den Schlagkolben (26) bei Erreichen der Vorspannschwelle berührt.
12. Klopfer (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (30) wenigstens eine Druckfeder (31) umfasst.
13. Klopfer (10) nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Umfangswand (16) und dem Kopplungselement (28) eine Verdrehsicherung vorgesehen ist.
14. Klopfer (10) nach einem der Ansprüche 12 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bodenplatte (18) und das Oberteil (20) gegenüber der Umfangswand (16) abgedichtet sind.

15. Verfahren zum Betreiben eines Klopfers (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Schlagkolben (26) mittels des kraftschlüssig oder formschlüssig mit diesem verbundenen und entlang der Achse (a) linear angetriebenen Kopplungselements (28) in die Vorspannrichtung (60) unter Vorspannung des Federelements (30) bewegt wird, bis das Kopplungselement (28) den Schlagkolben (26) bei Überschreiten einer Vorspannschwelle freigibt und der Schlagkolben (26) unter zumindest teilweisem Freisetzen der in dem Federelement (30) gespeicherten Energie entgegen der Vorspannrichtung (60) beschleunigt wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

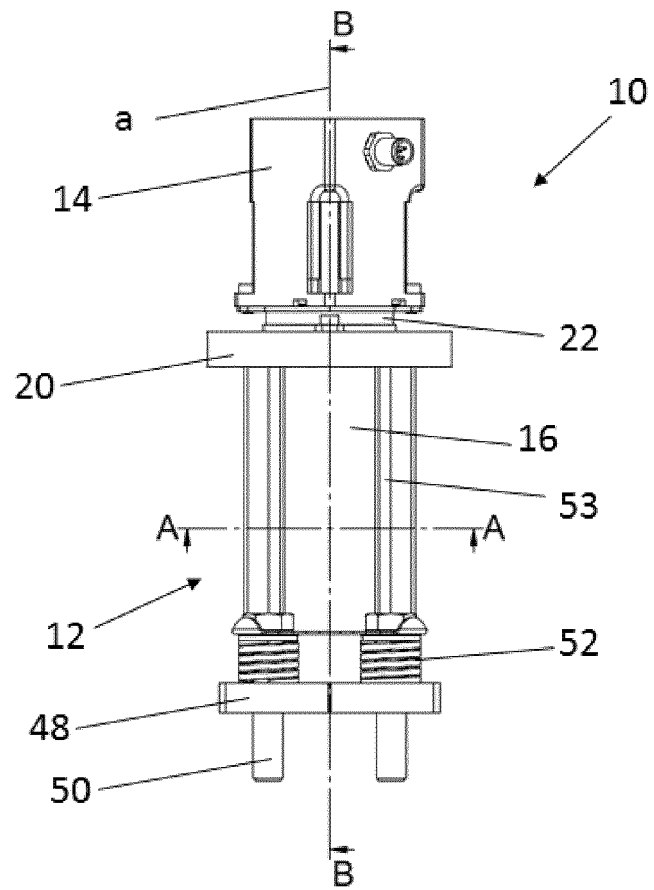


Fig. 1

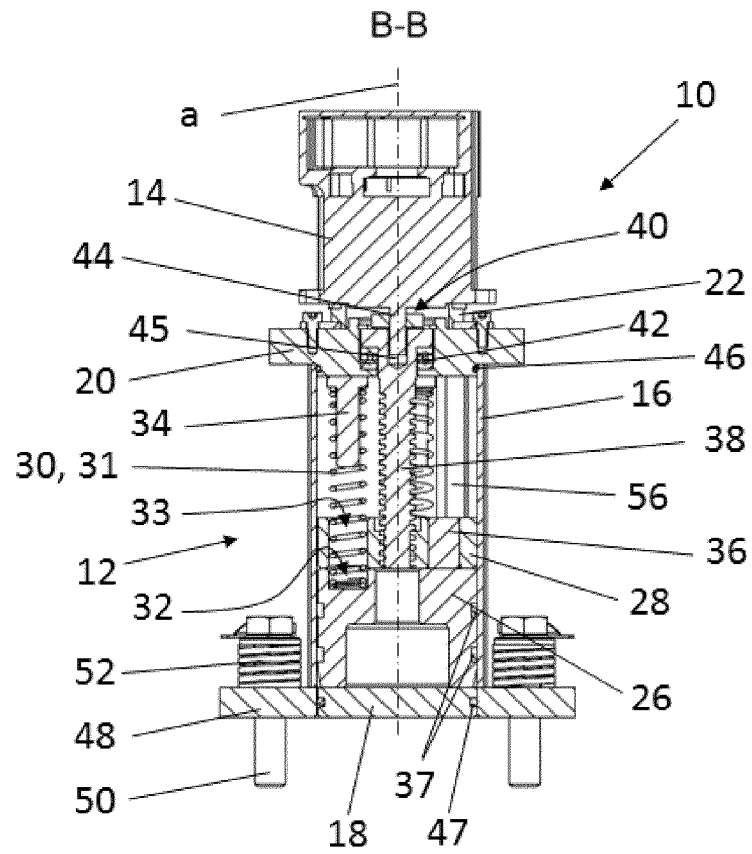


Fig. 2

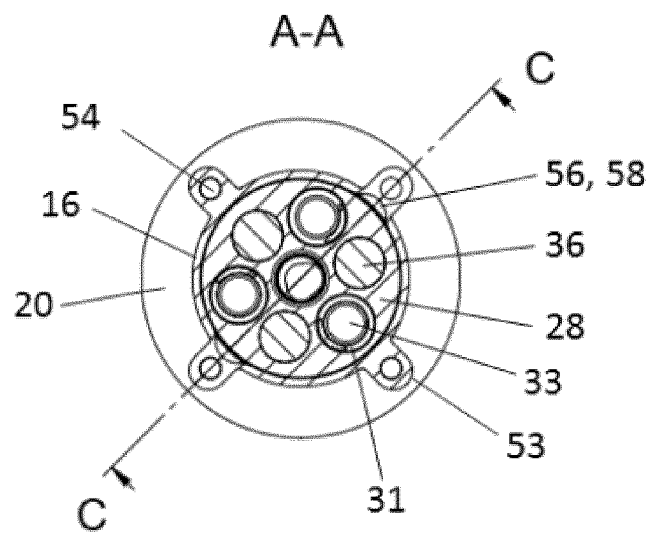


Fig. 3

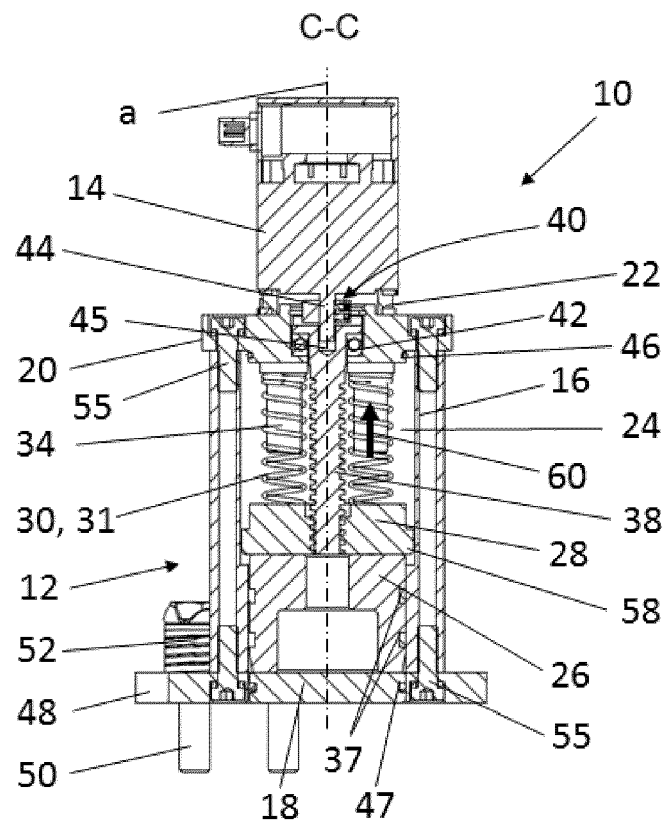


Fig. 4

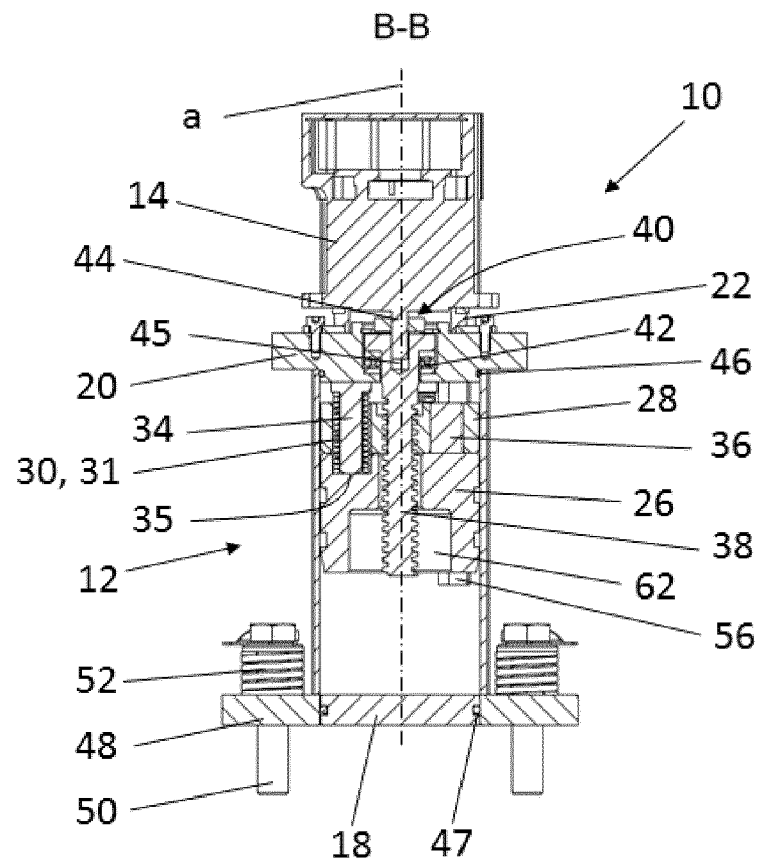


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 18 0580

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 528 237 C (DEUTSCHE WERKE KIEL AG; ALEXANDER BEHM DR H C) 7. Juli 1931 (1931-07-07) * Seite 1; Abbildung 1 * -----	1,2,6-8, 10-15	INV. B25D11/06 B08B7/02 B08B9/087
X	DE 195 45 287 A1 (SPEKTRA SCHWINGUNGSTECHNIK UND [DE]) 12. Juni 1997 (1997-06-12) * Spalte 6, Zeilen 4-29; Abbildungen 1, 2 *	1,2,6-9, 12-15	
Y	-----	3-5	
Y	DE 37 20 901 A1 (LOUIS CARTON S A ATEL [BE]; SCHMALBACH LUBECA [DE]) 5. Januar 1989 (1989-01-05) * Spalte 13, Zeilen 5-19; Abbildungen 8a, 8b, 8c * -----	3-5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B25D B08B B65D B06B H02K
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		4. Oktober 2024	Lorence, Xavier
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 24 18 0580

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

04-10-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 528237 C	07-07-1931	KEINE	

15	DE 19545287 A1	12-06-1997	KEINE	

	DE 3720901 A1	05-01-1989	KEINE	

20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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