



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.07.2015 Patentblatt 2015/29

(51) Int Cl.:
B25D 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14177829.0**

(22) Anmeldetag: **21.07.2014**

(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

(72) Erfinder: **Saupp, Roland**
72534 Hayingen (DE)

(74) Vertreter: **Markfort, Iris-Anne Lucie**
Lorenz & Kollegen
Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB
Alte Ulmer Straße 2
89522 Heidenheim (DE)

(30) Priorität: **13.01.2014 DE 102014200393**

(71) Anmelder: **Metabowerke GmbH**
72622 Nürtingen (DE)

(54) **Schlagwerkseinheit**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schlagwerkseinheit (10), insbesondere für eine Handwerkzeugmaschine, umfassend eine Antriebseinheit (12) sowie eine Schlägereinheit, wobei die Antriebseinheit (12) wenigstens einen angetriebenen Erregerkolben (20) umfasst und die Schlägereinheit wenigstens einen Schlagkolben (40) umfasst. Der Erregerkolben (20) und der Schlagkolben (40) sind coaxial in einem zylinderförmigen Gehäuse (30) der Schlagwerkseinheit (10) hin- und herbewegbar aufgenommen, wobei zwischen dem Erregerkolben (20) und dem Schlagkolben (40) ein erstes Luftpolster (46) ausgebildet ist, das zum Antrieb des Schlagkolbens (40) mittels des Erregerkolbens (20) dient, und wobei axial vor dem Schlagkolben (40) ein zweites Luftpolster (48) ausgebildet ist, das in fluidischer Verbindung mit einer außerhalb des Gehäuses angeordneten Luftkammer (50) steht. Die Luftkammer (50) weist ein variables Volumen auf, das unabhängig von der Bewegung des Erregerkolbens (20) verändert werden kann, um einen Überdruck des zweiten Luftpolsters (48) zu erhöhen oder einen Unterdruck am zweiten Luftpolster (48) einzustellen.

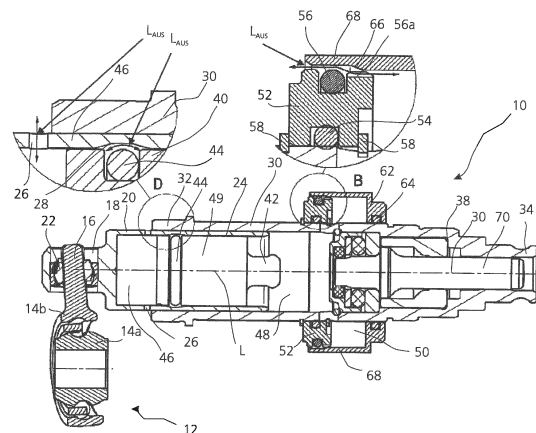


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schlagwerkseinheit für einen Bohr- und/oder Meißelhammer.

[0002] Bekannte Schlagwerkseinheiten umfassen in der Regel einen Schlagkolben, der innerhalb eines zylinderförmigen Gehäuses axial zwischen zwei Stellungen hin- und herbewegbar ist, gegebenenfalls einen Döpper, der von dem Schlagkolben angetrieben wird, sowie einen Erregerkolben bzw. Antriebskolben zum Antrieb des Schlagkolbens. Der Erregerkolben kann, wie in manchen bekannten Lösungen, als Hohlkolben ausgeführt sein, der den Schlagkolben über ein Luftpolster antreibt. Ferner kann der Erregerkolben selbst von einem Taumellagerantrieb oder einem Kurbelantrieb angetrieben sein. Der Erregerkolben wird über seinen Antrieb zu einer periodischen Bewegung längs der Schlagachse innerhalb der Schlaggetriebeeinheit gezwungen und überträgt entsprechend diese periodische Bewegung auf den Schlagkolben. Je nach Gestaltung des Antriebs ist die Bewegung des Erregerkolbens sinusförmig bzw. näherungsweise sinusförmig. Die Bewegung des Schlagkolbens zwischen seinen beiden Stellungen wird als Schlaghub bezeichnet.

[0003] Derartige Schlagwerkseinheiten offenbaren beispielsweise die Dokumente EP 2 213 422 A1 und DE 198 51 888 C1 übliche pneumatische Schlagwerke, bei denen der Erregerkolben über einen Taumelantrieb angetrieben ist. Eine vergleichbare Anordnung, bei der der Antriebskolben mittels eines Luftschlagwerks angetrieben wird, das seinerseits über einen Kurbeltrieb und einen damit verbundenen Hohlzylinder angetrieben ist, ist aus dem Dokument US 1,191,948 bekannt.

[0004] Bei größeren Bohr- oder Schlaghämmern mit oder ohne Meißelfunktion ist es wünschenswert, eine Schlagwerkseinheit zur Schlagerzeugung vorzusehen, die eine möglichst hohe Schlagleistung gewährleisten kann. Zur Steigerung der Effizienz der Schlagwerkseinheit sind unterschiedliche Lösungen aus dem Stand der Technik bekannt.

[0005] So offenbart beispielsweise die deutsche Offenlegungsschrift DE 198 43 644 A1 ein Luftfederschlagwerk, bei dem weitere Luftpolster zur Effizienzsteigerung vorgesehen sind.

[0006] Die Schlagwerkseinheit umfasst einen Antriebskolben, der innerhalb eines Schlagwerkrohrs axial hin- und hertreibbar ist, sowie einen koaxial zu dem Antriebskolben in dem Schlagwerkrohr geführten axial beweglichen Schlagkolben. Vor einer Antriebsfläche des Antriebskolbens und hinter einer Rückfläche des Schlagkolbens ist eine von dem Schlagwerkrohr umschlossene erste Kammer angeordnet, die ein erstes Luftpolster bildet. Hinter der Antriebsfläche des Antriebskolbens ist ferner eine zweite Kammer für ein zweites Luftpolster ausgebildet. Schließlich ist eine vor der Rückfläche des Schlagkolbens ausgebildete dritte Kammer vorgesehen, die mit der zweiten Kammer über einen Verbindungskanal in kommunizierender Verbindung steht. Bei einer Vor-

wärtsbewegung des Antriebskolbens wird über das sich in der ersten Kammer ausbildende Luftpolster die Schlagenergie in den Schlagkolben übertragen. Bei einer Rückbewegung des Antriebskolbens baut sich in der hinter dem Antriebskolben gelegenen zweiten Kammer ein Luftdruck auf, der über den Verbindungskanal zu der vor dem Schlagkolben gelegenen dritten Kammer geführt wird. Dadurch wird bei einer Rückbewegung des Antriebskolbens die Rückbewegung des Schlagkolbens unabhängig von der Schlagwirkung des Antriebskolbens in der ersten Kammer zuverlässig unterstützt. Auf diese Weise wird der Schlagkolben möglichst weit nach hinten rückgeführt, wodurch bei erneuter Vorwärtsbewegung des Antriebskolbens ein weiterer kraftvoller Schlag ausgeführt werden kann.

[0007] Alle drei Kammern sind innerhalb des Schlagwerkrohrs aufgenommen. Nachteilig bei dieser Lösung aus dem Stand der Technik ist jedoch, dass die Wirkung eines in der dritten Kammer ausgebildeten Überdrucks erst dadurch in Gang gesetzt wird, dass der Antriebskolben in seine Rückwärtsbewegung übergeht und Luft aus der zweiten Kammer über den Verbindungskanal in die dritte Kammer drückt. Betrachtet man die Vor- und Rückwärtsbewegung des Antriebskolbens als sinusförmige Bewegung über 360°, so wird der Überdruck in der dritten Kammer erst mit einem Phasenversatz von etwa 180° aktiviert.

[0008] Die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2007 062 246 A1 offenbart ferner eine Schlagwerkseinheit, bei der ein zwischen dem Erregerkolben und dem Schlagkolben angeordneter Kompressionsraum (erste Luftkammer) über eine Steueröffnung aus dem Maschinenraum mit Druck beaufschlagt werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, den Druck im Kompressionsraum zu erhöhen bzw. darin einen Unterdruck aufzubauen, um so die Effizienz des Schlagkolbens und damit der Schlagwerkseinheit zu verbessern. Der Überdruck bzw. Unterdruck wird gemäß der aus dem Stand der Technik bekannten Lösung mittels einer Pumpe im Maschinenraum bereitgestellt, die eine Bauraumvergrößerung der Handwerkzeugmaschine zur Folge hat.

[0009] Das deutsche Gebrauchsmuster DE 87 08 167 U1 offenbart schließlich ein rückstoßunabhängiges Bohrhammerschlagwerk mit einem Antriebskolben, der koaxial mit einem Schlagkolben innerhalb eines rohrförmigen Gehäuses axial hin- und herbewegbar ist. Eine erste Luftkammer wird durch das Gehäuse und eine Rückfläche des Antriebskolbens begrenzt, eine zweite Luftkammer befindet sich innerhalb des Gehäuses zwischen der Vorderfläche des Antriebskolbens und einer Rückfläche des Schlagkolbens und eine dritte Luftkammer ist schließlich durch eine Vorderfläche des Antriebskolbens und das Gehäuse begrenzt. Die dritte und die erste Luftkammer stehen über Luftleitungen und einem dazwischen angeordneten Zylinder mit einem darin befindlichen Verdichterkolben in Verbindung miteinander. Der Verdichterkolben ist in seiner Bewegung mit der Bewegung des Antriebskolbens verbunden, wobei diese

sich genau gegenläufig zueinander, d.h. genau um 180° versetzt bewegen. Durch eine innerhalb des Zylinders axial verlaufende Hin- und Herbewegung des Verdichterkolbens wird in der ersten Kammer ein Unterdruck und in der dritten Kammer ein Überdruck bzw. in der ersten Kammer ein Überdruck und in der dritten Kammer ein Unterdruck erzeugt.

[0010] Nachteilig bei dieser Ausführungsform ist zudem, dass der zusätzliche Zylinder mit dem darin aufgenommenen Verdichterkolben parallel zu dem Gehäuse mit Antriebskolben und Schlagkolben angeordnet sein muss, um über die gleiche Taumelscheibe angetrieben werden zu können. Dementsprechend hat der gesamte Aufbau eine Vergrößerung des benötigten Bauraums der Schlagwerkseinheit zur Folge, der nur dadurch begegnet werden kann, dass sowohl der Verdichterkolben als auch Antriebs- und Schlagkolben einen vergleichsweise geringen Durchmesser aufweisen.

[0011] Demgegenüber besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Schlagwerkseinheit bereitzustellen, deren Effizienz auf einfache Weise gesteigert werden kann, ohne die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile mit sich zu bringen. Diese Aufgabe wird durch die Erfindung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0012] Demgemäß betrifft die folgende Erfindung eine Schlagwerkseinheit umfassend eine Antriebseinheit sowie eine Schlägereinheit. Die Antriebseinheit umfasst wenigstens einen angetriebenen Erregerkolben und die Schlägereinheit umfasst wenigstens einen Schlagkolben, wobei der Erregerkolben und der Schlagkolben koaxial in einem zylinderförmigen Gehäuse der Schlagwerkseinheit hin und her bewegbar aufgenommen sind. Zwischen dem Erregerkolben und dem Schlagkolben ist ferner ein erstes Luftpolster ausgebildet, das zum Antrieb des Schlagkolbens mittels des Erregerkolbens dient, wobei axial vor dem Schlagkolben ein zweites Luftpolster ausgebildet ist, das in fluidischer Verbindung mit einer außerhalb des Gehäuses angeordneten Luftkammer steht. Die Luftkammer weist ein variables Volumen auf, das unabhängig von der Bewegung des Erregerkolbens verändert werden kann, um einen Überdruck des zweiten Luftpolsters zu erhöhen oder einen Unterdruck am zweiten Luftpolster einzustellen.

[0013] Mittels eines solchen Überdrucks bzw. Unterdrucks am zweiten Luftpolster kann die von dem Erregerkolben in den Schlagkolben eingeleitete Bewegung des Schlagkolbens zusätzlich unterstützt werden. So kann beispielsweise ein Unterdruck am zweiten Luftpolster den Schlagkolben zusätzlich nach vorne, d. h. in Richtung zu dem Werkzeug beschleunigen, während ein Überdruck die Rückführung des Schlagkolbens oder eine Dämpfung des Schlags des Schlagkolbens bewirken kann.

[0014] Auf diese Weise wird eine Schlagwerkseinheit bereitgestellt, die zum Erzeugen einer höheren Schlagenergie zum Bearbeiten eines Werkstücks bereitstellt, ohne dabei den Bauraum oder das Gewicht der Werkzeugma-

schine nennenswert zu erhöhen. Zudem ist die Rückführung des Schlagkolbens der Schlagwerkseinheit nicht ausschließlich von dem Rückstoß des Schlagkolbens und somit stark von dem verwendeten Werkzeug und dem zu bearbeiteten Material des Werkstücks abhängig. Stattdessen kann der Schlagkolben durch Aufbringen eines Überdrucks effizient zurückgeführt werden und steht wieder für einen vollen Schlaghub zur Verfügung. Hierdurch wird die Werkzeugmaschine unempfindlicher gegenüber den Außeneinflüssen von dem verwendeten Werkzeug, dem Bearbeitungsmaterial des Werkstücks und dem Anpressdruck.

[0015] Dadurch, dass das Volumen der Luftkammer unabhängig von der Bewegung des Erregerkolbens verändert werden kann, ist es möglich, im Unterschied zum Stand der Technik den Überdruck oder Unterdruck nicht nur in einem exakten Gegenlauf zu der Bewegung des Schlagkolbens einzuleiten, sondern bereits etwas früher, wodurch die Laufruhe der Schlagwerkseinheit und damit der zugehörigen Handwerkzeugmaschine gegenüber bekannten Lösungen verbessert werden kann. Spannungsspitzen können durch einen gleichmäßigeren Beschleunigungsverlauf reduziert werden, was sich zusätzlich positiv auf die Vibrationsemission und die Standzeit der Bauteile auswirkt. Je nach Anwendungsbereich kann dabei der Zeitversatz bzw. Phasenversatz (bezogen auf die periodische, nahezu sinusförmig verlaufende Bewegung des Schlagkolbens) frei wählbar sein. In manchen Anwendungsfällen ist es beispielsweise sinnvoll, bereits nach nur einem halben Schlaghub des Schlagkolbens den zur Beschleunigung des Schlagkolbens verwendeten Unterdruck am zweiten Luftpolster in einen Überdruck zu verwandeln, um sicherzustellen, dass am Ende des Schlaghubs der Schlagkolben durch das zweite Luftpolster in seiner Bewegung abgedämpft werden kann.

[0016] Bei einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die außerhalb des Gehäuses angeordnete Luftkammer durch wenigstens ein relativ zu dem Gehäuse der Schlagwerkseinheit feststehendes erstes Bauteil und ein relativ hierzu bewegbares zweites Bauteil begrenzt wird. Insbesondere kann das zweite Bauteil im Wesentlichen zylinderförmig ausgebildet sein. Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass zur Veränderung des Volumens der außerhalb des Volumens angeordneten Luftkammer einer Verstelleinrichtung vorgesehen ist, die das zweite Bauteil relativ zu dem ersten Bauteil zu bewegen vermag. Grundsätzlich ist es jedoch selbstverständlich auch denkbar, dass die außerhalb des Gehäuses angeordnete Luftkammer durch mehr als ein erstes feststehendes Bauteil und ein zweites relativ hierzu bewegbares Bauteil begrenzt wird. So können mehrere feststehende Bauteile und ein relativ verstellbares Bauteil ebenso vorgesehen sein, wie mehrere relativ verstellbare Bauteile und ein festes Bauteil. In letzterem Fall kann es sinnvoll sein, jedem verstellbaren Bauteil eine Verstelleinrichtung zuzuordnen oder alternativ mit einer einzigen Verstelleinrichtung alle verstellbaren Bauteile zu bewegen.

[0017] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Verstelleinrichtung eine Taumelscheibe umfasst. Alternativ oder zusätzlich kann die Verstelleinrichtung auch einen Kurbeltrieb umfassen.

[0018] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Schlagwerkseinheit vorgeschlagen, die die Merkmale des Anspruchs 7 aufweist.

[0019] Demgemäß weist die außerhalb des Gehäuses angeordnete Luftkammer ein variables Volumen auf, um einen Überdruck des zweiten Luftpolsters zu erhöhen oder einen Unterdruck am zweiten Luftpolster einzustellen, wobei das Volumen der Luftkammer mittels eines die Luftkammer begrenzenden bewegbaren Bauteils verändert werden kann, das mit dem Antriebsmittel der Schlagwerkseinheit in der Weise gekoppelt ist, dass das bewegbare Bauteil mit einem Phasenversatz von etwa 10 bis 170 Winkelgrad, bevorzugt von etwa 90 Winkelgrad, relativ zu dem Erregerkolben bewegbar ist.

[0020] Im Unterschied zu der Erfindung gemäß dem ersten Erfindungsaspekt ist somit keine Veränderung des variablen Volumens unabhängig von der Bewegung des Erregerkolbens möglich, sondern diese ist mit der Bewegung des Erregerkolbens in vordefinierter Weise gekoppelt, nämlich mit einem vorgegebenen Phasenversatz.

[0021] Es kann weiterhin bei den Erfindungen sowohl gemäß dem ersten Aspekt als auch gemäß dem zweiten Aspekt vorgesehen sein, dass die Antriebseinheit ferner eine Taumelscheibe oder einen Kurbeltrieb umfasst. Bei einer Ausbildung mit einer Taumelscheibe kann eine Weiterbildung der Erfindung gemäß dem zweiten Aspekt vorsehen, dass an der Taumelscheibe zwei Taumelfinger zur Ankopplung des Erregerkolbens und des bewegbaren Bauteils umfasst, die mit einem Winkelversatz relativ zueinander radial von der Taumelscheibe vorstehen, der dem gewünschten Phasenversatz ihrer Bewegungen entspricht.

[0022] Schließlich kann die Schlagwerkseinheit einen Döpper umfassen.

[0023] Die vorliegende Erfindung umfasst auch eine Handwerkzeugmaschine mit einer Schlagwerkseinheit, die die vorstehend beschriebenen Merkmale umfassen kann.

[0024] Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Ansprüchen sowie in der nachfolgenden Figurenbeschreibung näher beschrieben. Die Figurenbeschreibung offenbart dabei eine konkrete Ausgestaltung einer Ausführungsform der Erfindung, bei der einzelne Merkmale der Erfindung in Kombination miteinander gezeigt sind. Der Fachmann wird selbstverständlich die Merkmale losgelöst voneinander betrachten und gegebenenfalls zu weiteren sinnvollen Unterkombinationen verbinden können.

[0025] Es zeigen schematisch:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Schlagwerkseinheit in einer längsgeschnittenen Ansicht mit zwei Detailansichten B und D;

Figur 2a die erfindungsgemäße Schlagwerkseinheit gemäß Figur 1 in einer ersten Position des Schlagkolbens; und

5 Figur 2b die erfindungsgemäße Schlagwerkseinheit gemäß Figur 2a in einer zweiten Position des Schlagkolbens.

[0026] Die Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Schlagwerkseinheit, die allgemein mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet ist. Eine solche Schlagwerkseinheit 10 kann in einer Handwerkzeugmaschine, beispielsweise in einem Bohrhämmer oder in einem Bohr- und Meißelhämmer vorgesehen sein. Die Schlagwerkseinheit 10 umfasst eine Antriebseinheit 12, die in der gezeigten Ausführungsform als Taumeltrieb mit einer Taumelscheibe 14b ausgebildet ist, welche in bekannter Weise über ein zentral angeordnetes Taumellager 14b in eine taumelnde Bewegung versetzt wird. Von der Taumelscheibe 14b ragt radial wenigstens ein Taumelfinger 16 vor, der seinerseits über ein in der gezeigten Ausführungsform als Kalottenlager ausgebildetes Lager 18 mit einem Erregerkolben 20 der Schlagwerkseinheit 10 verbunden ist.

25 **[0027]** Die Antriebseinheit 12 zwingt mit Hilfe des Taumelfingers 16 den Erregerkolben 20 zu einer periodischen Bewegung entlang der Schlagachse L (die zugleich die Mittellängsachse der Schlagwerkseinheit 10 bildet), wobei diese Bewegung einen nahezu sinusförmigen Verlauf aufweist.

30 **[0028]** Der Erregerkolben 20 ist seinerseits innerhalb eines zylindrisch ausgebildeten Gehäuses 30 der Schlagwerkseinheit 10 aufgenommen und darin entlang der Schlagachse L zwischen zwei Positionen hin und her bewegbar. In der dargestellten Ausführungsform wird der Erregerkolben 20 durch einen Hohlkolben gebildet, der an seinem freien Ende 22 mit dem Taumelfinger 16 gekoppelt ist. Innerhalb der zylinderförmigen Ausnehmung 24 des als Hohlzylinder ausgebildeten Erregerkolbens 20 ist eine Aufnahmekammer zur Aufnahme eines Schlagkolbens 40 ausgebildet. Weiterhin weist der Erregerkolben 20 Lüftungsbohrungen 26 auf, über die ein erstes Luftpolster 46 ent- und belüftet werden kann (vgl. Pfeil L_{AUS}).

45 **[0029]** Das zylinderförmige Gehäuse 30 der Schlagwerkseinheit 10 beherbergt neben dem Erregerkolben 20 und dem darin aufgenommenen Schlagkolben 40 in der dargestellten Ausführungsform auch einen Döpper 70, der in üblicher Weise darin entlang der Schlagachse L hin- und herbewegbar aufgenommen ist. Der Erregerkolben 20 ragt dabei an einem ersten Ende 32 des Gehäuses 30 aus diesem axial vor, während der Döpper 70 im schlagenden Antrieb des Werkzeugs an dem zweiten Ende 34 des Gehäuses 30 aus diesem herausfahren kann, um in bekannter Weise als Mittler zwischen dem Schlagkolben 40 und einem Werkzeug (nicht dargestellt) die Schlagenergie des Schlagkolbens 40 auf das Werkzeug zu übertragen vermag. Grundsätzlich ist das Vor-

sehen eines Döppers zur Umsetzung der vorliegenden Erfindung jedoch nicht zwingend notwendig. Stattdessen kann die Schlagenergie auch von dem Schlagkolben direkt auf das Werkzeug übertragen werden.

[0030] Auch das Gehäuse 30 weist Lüftungsbohrungen 36 auf, die eine fluidische Verbindung zwischen einem zweiten Luftpolster 48 und einer außerhalb des Gehäuses 30 angeordneten Luftkammer 50 ermöglichen.

[0031] Schließlich ist an dem Gehäuse 30 in bekannter Weise eine Schulter 38 vorgesehen, die die axiale Bewegung des Döppers 70 in Richtung zu dem Werkzeug begrenzt.

[0032] Der Schlagkolben 40 weist einen Schlagkopf 42 auf, der axial in Richtung zu dem Döpper 70 vorsteht, sowie einen Dichtring 44, der dazu dient, das erste Luftpolster 46 von dem zweiten Luftpolster 48 luftdicht zu trennen, wobei eine an dem Erregerkolben 20 ausgebildete Ausnehmung 28 in einer vordefinierten Stellung des Schlagkolbens 40 einen Luftaustausch L_{AUS} relativ zu dem Erregerkolben 20 ermöglicht. Die Ausnehmung kann dabei umlaufend gestaltet sein, wie bei der in der Detailansicht D gezeigten Ausführungsform. Alternativ können auch eine oder mehrere in Umfangsrichtung begrenzte Ausnehmungen vorgesehen sein.

[0033] Wie bereits vorstehend angedeutet, steht das zweite Luftpolster 48, welches durch die Gehäuseinnenwand des Gehäuses 30, den Schlagkolben 40 und den Döpper 70 begrenzt ist, in fluidischer Verbindung mit einer außerhalb des Gehäuses 30 angeordneten Luftkammer 50. Diese wird ihrerseits durch zwei Bauteile begrenzt, nämlich einen gehäusefesten Starrkolben 52 sowie einen relativ zu dem Gehäuse 30 bewegbaren Zylinder 60. Der Starrkolben 52 umfasst, wie in der Detailansicht B deutlich zu erkennen ist, zwei ringförmige Dichtungen 54, 56, die eine luftdichte Abdichtung der Luftkammer 50 ermöglichen. Ferner ist der Starrkolben 52 über Sicherungselemente 58, beispielsweise in der Form von Seegerringen oder dergleichen, gehäusefest an dem Gehäuse 30 angebracht.

[0034] Der Zylinder 60 indes ist zu dem Gehäuse 30 relativ bewegbar ausgebildet und gleitet mit seinem Zylinderdeckel 62 über die Gehäuseaußenfläche des Gehäuses 30 sowie mit seinem Gehäusemantel 68 über den Außenumfang des Starrkolbens 52. An dem Zylinderdeckel 62 ist ebenfalls ein ringförmiges Dichtungselement 64 vorgesehen, das eine Abdichtung der Luftkammer 50 ermöglicht. An dem Innenumfang des Zylindermantels 68 des Zylinders 60 ist ferner eine ringförmige Ausnehmung 66 vorgesehen, die in einer vorgegebenen Relativstellung des Starrkolbens 52 relativ zu dem Zylinder 60 einen Luftaustausch L_{AUS} mit der Umgebung ermöglicht. Je nach Gestaltung dieser Vertiefung 66 kann das Volumen der Luftkammer 50 verändert werden, indem der Zylinder 60 relativ zu dem Starrkolben 52 bewegt wird. Dabei bestimmt die Länger der Ausnehmung 66 die Hublänge der Hubbewegung des Zylinders 60 relativ zu dem Starrkolben 52. Eine entsprechende korrespondierende Ausnehmung 56a an der Außenumfangs-

fläche des Starrkolbens 52 dient ebenfalls zur Erleichterung des Luftaustauschs L_{AUS} mit der Umgebung.

[0035] Nachfolgend wird kurz die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Schlagwerkseinheit 10 anhand der Figuren 2a und 2b beschrieben. Die Figur 2a zeigt die Schlagwerkseinheit 10 in einer Ausgangsstellung, bei der eine Taumbelbewegung der Antriebseinheit 12 eine axiale Bewegung B_{vor} des Erregerkolbens 20 in Richtung zu dem Döpper 70 hin verursacht. Diese Vorwärtsbewegung B_{vor} des Erregerkolbens 20 wird über das erste Luftpolster 46 auf den Schlagkolben 40 übertragen, welcher eine entsprechende Beschleunigung in Richtung zu dem Döpper 70 erfährt. In Folge der Vorwärtsbewegung B_{vor} des Schlagkolbens 40 wird das zweite Luftpolster 48 komprimiert, wobei der sich darin aufbauende Überdruck über die Lüftungsöffnungen 36 an die Luftkammer 50 abgegeben werden kann. Diese wird zusätzlich ebenfalls nach vorne, d. h. in Richtung zu dem Döpper 70, axial verlagert und somit eine Volumensvergrößerung der Luftkammer 50 ($B_{groß}$) erzeugt, um auf diese Weise einen Unterdruck und damit eine Saugwirkung auf den Schlagkolben 40 zu bewirken. Der Schlagkolben 40 wird auf diese Weise zusätzlich in Richtung zu dem Döpper 70 beschleunigt.

[0036] Nach einem vorgegebenen Schlaghub des Schlagkolbens 40 wird das Volumen der Luftkammer 50, das durch die Vorwärtsbewegung vergrößert wurde, nunmehr wieder verkleinert, indem der Zylinder 60 in Richtung zu dem Starrkolben 52 bewegt wird (B_{klein}). Hierdurch wird ein Überdruck in der Luftkammer 50 aufgebaut, der über die Lüftungsöffnungen 36 auf das zweite Luftpolster 48 übertragen wird. Der Überdruck dämpft bei Bedarf die Vorwärtsbewegung des Schlagkolbens 40 und dient insbesondere dazu, den Schlagkolben 40 zurück in seine Ausgangsstellung zu befördern. Diese Rückföhrbewegung wird zusätzlich durch die Rückföhrbewegung $B_{rück}$ des Erregerkolbens 20 und die Rückschlagenergie (bedingt durch den Rückstoß des Schlagkolbens von dem Döpper 70) unterstützt.

[0037] Die Bewegung (B_{vor} und $B_{rück}$) des Erregerkolbens 20 entspricht dabei einer periodischen Bewegung längs der Schlagachse L, welche entsprechend als periodische Bewegung auch auf den Schlagkolben 40 übertragen wird. Die Bewegung des Erregerkolbens 20 ist je nach Gestaltung der Antriebseinheit 12 sinusförmig oder in guter Näherung sinusförmig.

[0038] Die Bewegung des Zylinders 60 relativ zu dem Starrkolben 52 kann vollkommen unabhängig von der Bewegung des Erregerkolbens 20 erfolgen, indem ein separater Antrieb in Form einer Verstelleinrichtung vorgesehen ist. Alternativ kann die Verstellung des Zylinders 60 jedoch auch durch die Antriebseinheit 12 erfolgen, beispielsweise indem an der Taumelscheibe 14b ein zweiter Taumelfinger (nicht dargestellt) vorgesehen ist, der mit einem vorgegebenen Winkelversatz zu dem ersten Taumelfinger 16 ebenfalls radial von der Taumelscheibe 14b vorsteht. Der Winkelversatz entspricht dabei im Wesentlichen dem Phasenversatz, den eine ebenfalls

periodische Bewegung des Zylinders 60 angetrieben durch die Antriebseinheit 12 vollzieht. Ein solcher zweiter Taumelfinger könnte beispielsweise über ein Gestänge mit dem Zylinder 60 verbunden sein.

[0039] Durch die vorliegende Erfindung wird eine effizientere Schlagwerkseinheit bereitgestellt, welche ohne eine signifikante Bauraumvergrößerung eine bedarfsgerechte Effizienzsteigerung der Schlagkraft ermöglicht.

Patentansprüche

1. Schlagwerkseinheit (10) umfassend eine Antriebseinheit (12) sowie eine Schlägereinheit, wobei die Antriebseinheit (12) wenigstens einen angetriebenen Erregerkolben (20) umfasst und die Schlägereinheit wenigstens einen Schlagkolben (40) umfasst, wobei der Erregerkolben (20) und der Schlagkolben (40) koaxial in einem zylinderförmigen Gehäuse (30) der Schlagwerkseinheit (10) hin- und herbewegbar aufgenommen sind, wobei zwischen dem Erregerkolben (20) und dem Schlagkolben (40) ein erstes Luftpolster (46) ausgebildet ist, das zum Antrieb des Schlagkolbens (40) mittels des Erregerkolbens (20) dient, und wobei axial vor dem Schlagkolben (40) ein zweites Luftpolster (48) ausgebildet ist, das in fluidischer Verbindung mit einer außerhalb des Gehäuses angeordneten Luftkammer (50) steht, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftkammer (50) ein variables Volumen aufweist, das unabhängig von der Bewegung des Erregerkolbens (20) verändert werden kann, um einen Überdruck des zweiten Luftpolsters (48) zu erhöhen oder einen Unterdruck am zweiten Luftpolster (48) einzustellen.
2. Schlagwerkseinheit (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die außerhalb des Gehäuses (30) angeordnete Luftkammer (50) durch wenigstens ein relativ zu dem Gehäuse der Schlagwerkseinheit feststehendes erstes Bauteil (52) und ein relativ hierzu bewegbares zweites Bauteil (60) begrenzt wird.
3. Schlagwerkseinheit (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Bauteil (60) im Wesentlichen zylinderförmig ist.
4. Schlagwerkseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Veränderung des Volumens der außerhalb des Gehäuses angeordnete Luftkammer eine Verstelleinrichtung vorgesehen ist, die das zweite Bauteil relativ zu dem ersten Bauteil zu bewegen vermag.
5. Schlagwerkseinheit nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstelleinrichtung eine Taumelscheibe umfasst.

6. Schlagwerkseinheit nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstelleinrichtung einen Kurbeltrieb umfasst.
7. Schlagwerkseinheit (10) umfassend eine Antriebseinheit (12) sowie eine Schlägereinheit, wobei die Antriebseinheit (12) wenigstens einen angetriebenen Erregerkolben (20) sowie ein Antriebsmittel (14b) zum Antreiben des Erregerkolbens (20) umfasst und die Schlägereinheit wenigstens einen Schlagkolben (40) umfasst, wobei der Erregerkolben (20) und der Schlagkolben (40) koaxial in einem zylinderförmigen Gehäuse (30) der Schlagwerkseinheit (10) hin- und herbewegbar aufgenommen sind, wobei zwischen dem Erregerkolben (20) und dem Schlagkolben (40) ein erstes Luftpolster (46) ausgebildet ist, das zum Antrieb des Schlagkolbens (40) mittels des Erregerkolbens (20) dient, und wobei axial vor dem Schlagkolben (40) ein zweites Luftpolster (48) ausgebildet ist, das in fluidischer Verbindung mit einer außerhalb des Gehäuses angeordneten Luftkammer (50) steht, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftkammer (50) ein variables Volumen aufweist, um einen Überdruck des zweiten Luftpolsters (48) zu erhöhen oder einen Unterdruck am zweiten Luftpolster (48) einzustellen, wobei das Volumen der Luftkammer (50) mittels eines die Luftkammer (50) begrenzenden bewegbaren Bauteils (60) verändert werden kann, das mit dem Antriebsmittel (14b) in der Weise gekoppelt ist, dass das bewegbare Bauteil (60) mit einem Phasenversatz von etwa 10 bis 170 Winkelgrad, bevorzugt, von etwa 90 Winkelgrad, relativ zu dem Erregerkolben (20) bewegbar ist.
8. Schlagwerkseinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinheit (12) eine Taumelscheibe (14b) oder einen Kurbeltrieb als Antriebsmittel umfasst.
9. Schlagwerkseinheit nach Anspruch 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Taumelscheibe zwei Taumelfinger zur Ankopplung des Erregerkolbens und des bewegbaren Bauteils umfasst, die mit einem Winkelversatz relativ zueinander radial von der Taumelscheibe vorstehen, der dem gewünschten Phasenversatz ihrer Bewegungen entspricht.
10. Schlagwerkseinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlägereinheit ferner einen Döpper (70) umfasst.

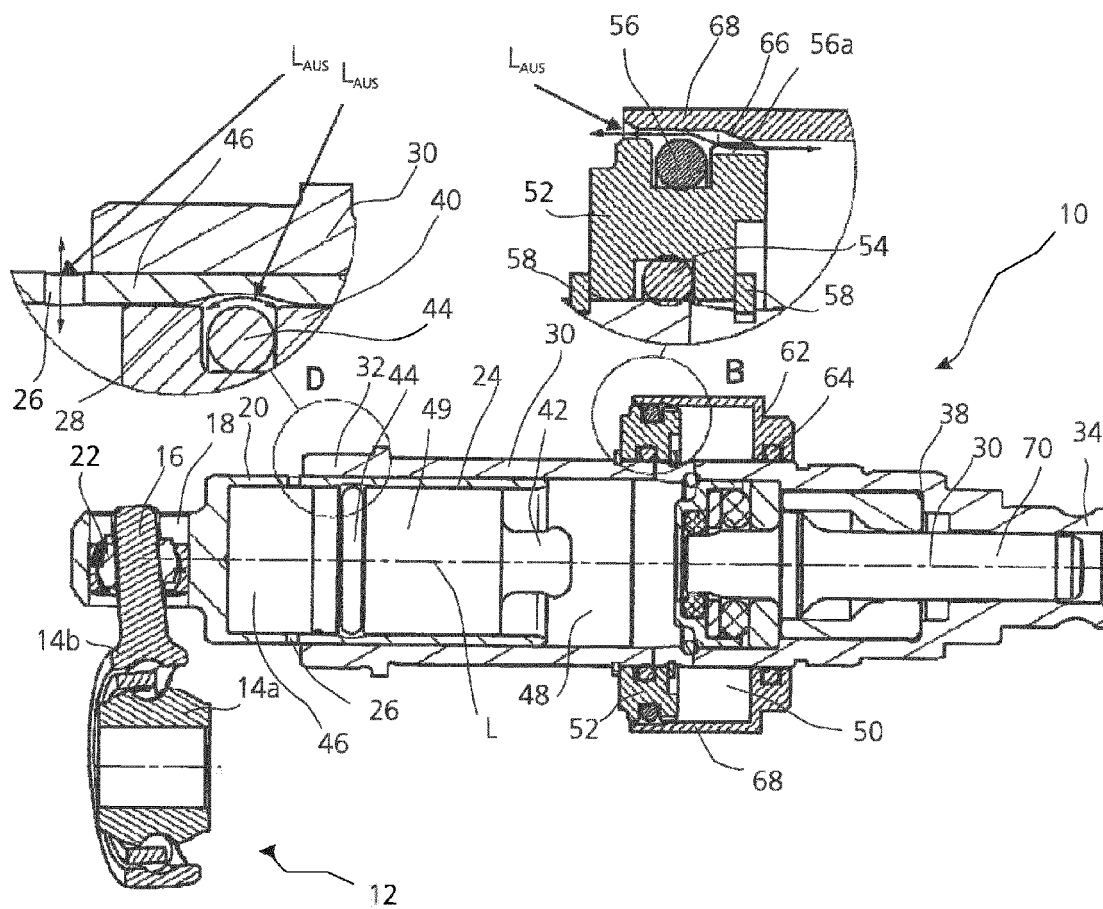


Fig. 1

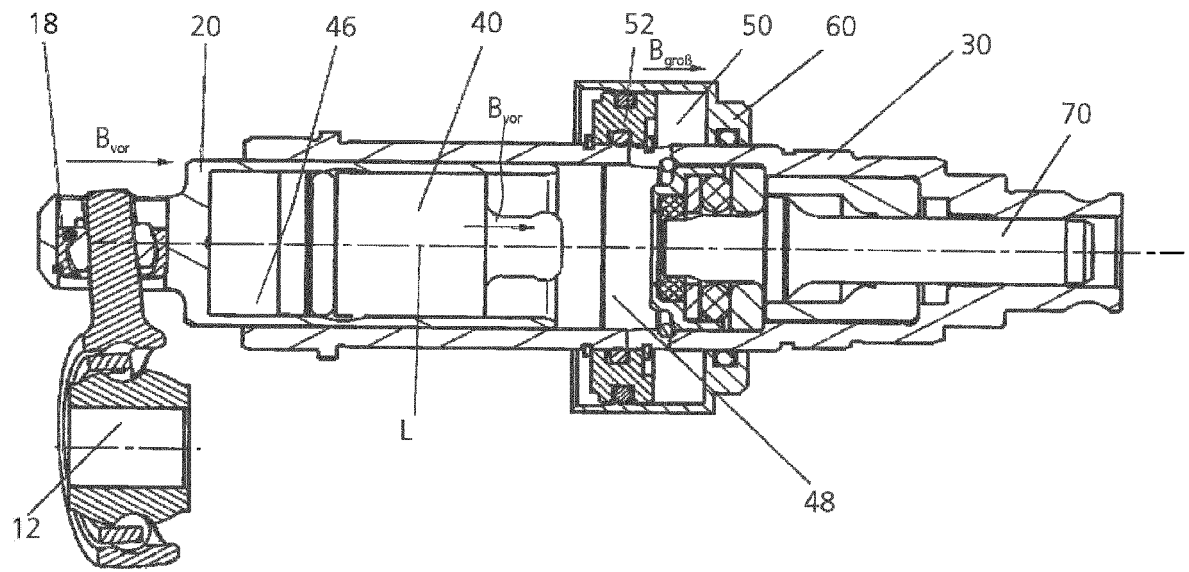


Fig. 2a

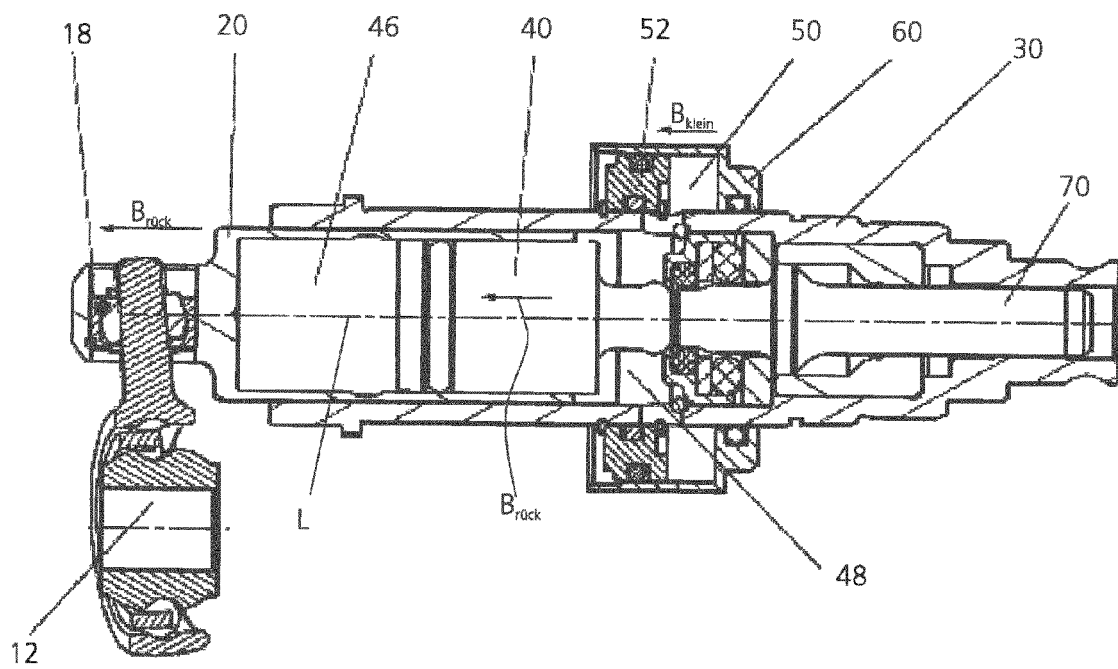


Fig. 2b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 17 7829

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2012 208891 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. November 2013 (2013-11-28) * Absätze [0022] - [0026]; Abbildungen 1-6 *	1-6	INV. B25D11/00
Y,D	DE 87 08 167 U1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. Oktober 1988 (1988-10-13) * Seite 3; Abbildungen 1,2 *	7-10	
Y	DE 10 2007 061716 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. Juni 2009 (2009-06-25) * Absätze [0003] - [0005]; Ansprüche 1,2; Abbildungen 1-4 *	7-10	
A	SU 1 138 310 A1 (VNI PK I MEKH [SU]) 7. Februar 1985 (1985-02-07) * das ganze Dokument *	1,7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B25D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Mai 2015	Prüfer 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 : mündliche 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 14 17 7829

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

21-05-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012208891 A1	28-11-2013	CN 104364056 A	18-02-2015
		DE 102012208891 A1	28-11-2013
		EP 2855093 A1	08-04-2015
		WO 2013174598 A1	28-11-2013
DE 8708167 U1	13-10-1988	KEINE	
DE 102007061716 A1	25-06-2009	CN 101903133 A	01-12-2010
		DE 102007061716 A1	25-06-2009
		EP 2234768 A1	06-10-2010
		RU 2010129101 A	27-01-2012
		US 2010270046 A1	28-10-2010
		US 2013213682 A1	22-08-2013
		WO 2009077241 A1	25-06-2009
SU 1138310 A1	07-02-1985	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 2213422 A1 [0003]
- DE 19851888 C1 [0003]
- US 1191948 A [0003]
- DE 19843644 A1 [0005]
- DE 102007062246 A1 [0008]
- DE 8708167 U1 [0009]