



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2012 Patentblatt 2012/22

(51) Int Cl.:
B25B 21/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11188467.2**

(22) Anmeldetag: **09.11.2011**

(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:
• **Brugger, Peter**
6800 Feldkirch (AT)
• **Profunser, Dieter**
6800 Feldkirch (AT)
• **Hoop, Alexander**
9494 Schaan (LI)
• **Böni, Hans**
9470 Werdenberg (CH)

(30) Priorität: **26.11.2010 DE 102010062014**

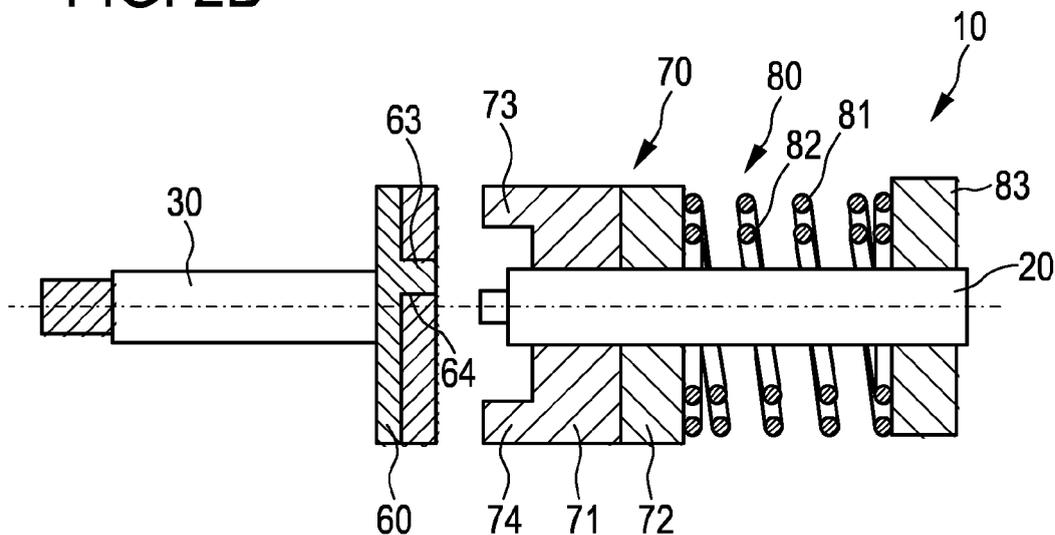
(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(54) **Handwerkzeugmaschine**

(57) Handwerkzeugmaschine (100), insbesondere in Form eines Schlagschraubers, mit einer an einer Antriebswelle (30) angebrachten Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Werkzeugs, insbesondere eines Schraubers, wobei die Antriebswelle (30) mittels einem über einen Antrieb (104), insbesondere einen Motor (105) und/oder Getriebe (106), antreibbaren Tangentialschlagwerk (10, 10A, 10B) in eine drehende und teilweise tangential schlagende Bewegung versetzbar ist, und wo-

bei das Tangentialschlagwerk (10, 10A, 10B) einen der Antriebswelle (30) zugeordneten Amboss (60) und einen dem Antrieb (104) zugeordneten Hammer (70) aufweist, die unter Krafterwirkung wenigstens einer ersten Feder (81) axial und unter Verdrehen derselben gegeneinander tangential schlagend gegeneinander bewegbar sind, wobei der Hammer (70) eine Hauptmasse (71) aufweist, und an die Hauptmasse (71) eine Zusatzmasse (72) lösbar koppelbar ist, die unter Krafterwirkung einer zweiten Feder (82) steht.

FIG. 2B



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Handwerkzeugmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Ein mechanisches Tangentialschlagwerk wie bei der Handwerkzeugmaschine der eingangs genannten Art, beispielsweise bei einem Schlagschrauber, erlaubt es vergleichsweise große Drehmomente der Werkzeugaufnahme zur Verfügung zu stellen, wobei nur ein vergleichsweise geringes Gegenmoment erforderlich. Dies ist beispielsweise beim Festziehen von Schraubverbindungen oder dem Setzen von Schraubankern in besonders festem Untergrund von Vorteil. Insbesondere kann gegebenenfalls bei solchen Anwendungen das vom Tangentialschlagwerk zur Verfügung stellbare Spitzendrehmoment weit über einem kontinuierlichen Drehmoment liegen, das vom Antrieb der Handwerkzeugmaschine zur Verfügung stellbar ist. Ein möglichst geringes Gegenmoment ist vor allem für die Anwender von Vorteil, da dieser das Gegenmoment üblicherweise am Handgriff der Handwerkzeugmaschine, wie beispielsweise eines Schlagschraubers, zur Verfügung stellen muss. Je geringer das Gegenmoment ist, desto einfacher wird die Handhabung der Handwerkzeugmaschine.

[0003] Meist sind Tangentialschlagwerke im Rahmen eines Feder-Masse-Systems auf einen resonanten Betrieb desselben ausgelegt, was üblicherweise den effektiven Betrieb auf einen vergleichsweise begrenzten Drehmomentbereich beschränkt. Letztlich ist der eigentliche Betriebspunkt der Handwerkzeugmaschine in dem vergleichsweise eng begrenzten Drehmomentbereich durch die Antriebsdrehzahl des Antriebs der Handwerkzeugmaschine festgelegt.

[0004] Wünschenswert ist es, unter Erhalt der vorgenannten Aspekte einen möglichst großen Drehmomentbereich zu erreichen, in dem ein Betrieb der Handwerkzeugmaschine effektiv möglich ist. Es hat sich gezeigt, dass zu diesem Zweck ein Tangentialschlagwerk der Handwerkzeugmaschine - ähnlich wie ein Feder-Masse-System - für einen resonanten Betrieb adaptierbar ist. Beispielsweise ist aus DE 198 21 554 B4 eine Handwerkzeugmaschine mit einem Nockenschlagwerk bekannt, bei der eine drehfest im Gehäuse der Handwerkzeugmaschine angeordnete Nockenscheibe gegen die Kraft einer ersten Feder - und bei Bedarf auch gegen die Kraft einer zustellbaren zweiten Feder - axial versetzbar ist. Dadurch ist grundsätzlich eine Erhöhung der Schlagstärke des Nockenschlagwerks erreichbar.

[0005] Problematisch bei einer Anpassung eines Tangentialschlagwerks - das grundsätzlich ähnlich wie eine Rutschkupplung der EP 1 862 265 A2 als Feder-Masse-System aufgebaut sein kann - ist, dass ein Verändern der Federkraft für die Masse des Hammers im Tangen-

tialschlagwerk auch zu einer Änderung der Schlagfrequenz führt, was durch den Anwender spürbar wird. Im Falle der Anwendung bei einem Schlagschrauber hat dies natürlich auch Einfluss auf ein Festziehen von Schrauben bzw. ein Setzen von Ankern. Darüber hinaus führt beispielsweise eine Erhöhung einer Federkraft nicht nur zu einer Erhöhung der Schlagkraft, sondern auch zu einem höheren Auslösemoment des Tangentialschlagwerks, wobei ein entsprechendes Gegenmoment vom Anwender am Handgriff aufzubringen ist. Dies verschlechtert die Handhabbarkeit der Handwerkzeugmaschine. Insbesondere ist ein vergleichsweise geringes Haltemoment besonders erwünscht, da dies einen wesentlichen Vorzug eines Schlagschraubers mit Tangentialschlagwerk, z. B. gegenüber einem konventionellen Schrauber, darstellt. Bei bisher bekannten Schlagwerkadaptionen hat es sich auch regelmäßig als erforderlich erwiesen, eine Motordrehzahl auf die adaptierten Bedingungen des Schlagwerks anzupassen, um einen effektiven Betriebspunkt im anwendbaren und adaptierten Drehmomentbereich zu erreichen.

Darstellung der Erfindung

[0006] An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, eine Handwerkzeugmaschine anzugeben, bei der ein anwendbarer Drehmomentbereich in verbesserter Weise adaptierbar ist. Insbesondere soll eine Adaption eines Tangentialschlagwerks in verbesserter Weise realisiert sein. Besonders vorteilhaft soll ein adaptierter Drehmomentbereich zu einem insgesamt vergrößerten anwendbaren Drehmomentbereich führen.

[0007] Die Aufgabe betreffend die Handwerkzeugmaschine wird durch eine Handwerkzeugmaschine der eingangs genannten Art gelöst, bei der erfindungsgemäß die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 vorgesehen sind. Erfindungsgemäß weist der Hammer des Tangentialschlagwerks eine Hauptmasse auf, wobei das Tangentialschlagwerk zusätzlich eine Zusatzmasse zur Verfügung stellt, die an die Hauptmasse lösbar koppelbar ist und unter Kraftereinwirkung einer zweiten Feder steht. Durch Ankoppeln der Zusatzmasse an die Hauptmasse wird also ein Hammer zur Verfügung gestellt, dessen Gesamtmasse sich als Summe der Hauptmasse und Zusatzmasse zusammensetzt. Dies erhöht bei Bedarf das abgebbare Drehmoment des Tangentialschlagwerks gemäß dem Konzept der Erfindung. Darüber hinaus sieht das Konzept der Erfindung auch vor, dass die Zusatzmasse unter Kraftereinwirkung einer zweiten Feder steht. Auf diese Weise wird neben der Gesamtmasse des Hammers auch eine Gesamtfederkraft erhöht unter dessen Kraftereinwirkung das Feder-Masse-System des Tangentialschlagwerks steht. Dadurch wird die Schlagfrequenz des Tangentialschlagwerks in Betriebszuständen mit erhöhter Gesamtmasse aus Hauptmasse und Zusatzmasse bei erhöhter Gesamtfederkraft und auch in anderen Betriebszuständen, bei denen nur eine Hauptmasse unter Einwirkung der

ersten Feder steht, gleich gehalten. Während also durch das Konzept der Erfindung das abgebbare Drehmoment des Tangentialschlagwerks adaptiert, insbesondere im zweiten Betriebszustand mit erhöhter Gesamtmasse des Hammers vorteilhaft erhöht ist, geht diese dennoch in vergleichsweise geringer Weise zu Lasten eines erhöhten Auslösemoments des Tangentialschlagwerks. Ein Haltemoment des Anwenders ist also trotz Erhöhung bzw. Adaption des abgegebenen Drehmoments vergleichsweise gering gehalten. Ursache dafür ist, dass eine Erhöhung einer Federkraft für das Tangentialschlagwerk gemäß dem Konzept der Erfindung aufgrund der erhöhten Gesamtmasse im zweiten Betriebszustand vergleichsweise gering ausfallen kann. Vorteilhaft wird ein Anwender somit bei Adaption des Tangentialschlagwerks kaum ein verändertes Haltemoment bei der Anwendung der Handwerkzeugmaschine feststellen. Dennoch wird ein Anwender in der Lage sein, das abgebbare Drehmoment der Handwerkzeugmaschine auf die erforderlichen Bearbeitungsumgebungen anzupassen.

[0008] Mit dem Konzept der Erfindung ist auch der Vorteil verbunden, dass aufgrund der weitgehend gleich gehaltenen Schlagfrequenz bei Adaption des Tangentialschlagwerks eine Motordrehzahl ebenfalls vergleichsweise gleich bleiben kann. Dies erlaubt vorteilhaft eine verbesserte Auslegung des Antriebs sowohl auf einen ersten Betriebszustand mit lediglich der Hauptmasse als Hammer als auch auf einen zweiten Betriebszustand mit erhöhter Gesamtmasse des Hammers. Allenfalls mag im Falle der Verwendung eines unregelmäßigen Motors zum Antrieb der Handwerkzeugmaschine bei Adaption des Tangentialschlagwerks sich die Drehzahl desselben lastbedingt ebenfalls anpassen.

[0009] Im Rahmen einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Handwerkzeugmaschine lässt sich diese somit in einem ersten und einem zweiten Betriebszustand betreiben, wobei zwischen den genannten Betriebszuständen je nach Bedarf hin und her geschaltet werden kann. Vorteilhaft ist in einem ersten Betriebszustand die Hauptmasse des Hammers und der Amboss allein unter Krafterwirkung einer ersten Feder axial und unter Verdrehen derselben gegeneinander tangential schlagend gegeneinander bewegbar. Vorteilhaft sind in einem zweiten Betriebszustand die Hauptmasse und die Zusatzmasse des Hammers und Amboss unter Krafterwirkung der ersten und zweiten Feder axial und unter Verdrehen derselben gegeneinander tangential schlagend gegeneinander bewegbar.

[0010] In einer besonders bevorzugten konstruktiven Weiterbildung des Konzepts der Erfindung ist vorgesehen, dass die Zusatzmasse mittels eines Zustellmechanismus an die Hauptmasse lösbar koppelbar ist. Vorteilhaft weist der Zustellmechanismus eine auf die Zusatzmasse wirkende vorgespannte zweite Feder auf. Der Zustellmechanismus ist vorteilhaft durch den Anwender der Handwerkzeugmaschine zu betätigen, so dass im Betrieb der Handwerkzeugmaschine durch Betätigen des Zustellmechanismus zwischen dem ersten und zweiten

Betriebszustand umgeschaltet werden kann. Durch die vorteilhaft im Zustellmechanismus bereits auf die Zusatzmasse wirkende vorgespannte zweite Feder wird das Adaptieren des Tangentialschlagwerks mit erhöhter Gesamtmasse und erhöhter Federkraft vergleichsweise einfach und effektiv gestaltet.

[0011] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, das oben erläuterte Konzept im Rahmen der Aufgabenstellung sowie hinsichtlich weiterer Vorteile zu realisieren.

[0012] Vorteilhaft ist vorgesehen, dass der Zustellmechanismus entlang einer Steuerkulisse bewegbar ist. Beispielsweise kann der Zustellmechanismus von einem Nutzer bewegbar sein. Vorteilhaft ist der Zustellmechanismus dazu entlang einer Steuerkulisse axial verschiebbar. Der Zustellmechanismus kann auch entlang einer Steuerkulisse verdrehbar sein. Beides ist allein und in Kombination möglich, um beispielsweise zwischen dem vorgenannten ersten Betriebs- und zweiten Betriebszustand der Handwerkzeugmaschine zu schalten.

[0013] Vorteilhaft ist die Hauptmasse und die Zusatzmasse in einem zweiten Betriebszustand formschlüssig aneinander gekoppelt. Dies hat sich als vergleichsweise einfacher Mechanismus zur Erhöhung der Gesamtmasse des Hammers erwiesen.

[0014] In einer vorteilhaften konstruktiven Weiterbildung weist der Zustellmechanismus einen Gehäusekäfig auf, in dem die genannte zweite Feder gegen die Zusatzmasse und den Gehäusekäfig vorgespannt ist. Ein solcher Gehäusekäfig ist vorteilhaft als ganzes frei bzw. gemäß einer Steuerkulisse bewegbar. Der Zustellmechanismus weist so eine in sich integral kompakte Form auf, die sicher zu betätigen ist.

[0015] Vorteilhaft ist der Zustellmechanismus in einem ersten Betriebszustand von einem Sicherungselement gegen eine Bewegung gesichert. Ein Sicherungselement dient vorteilhaft dazu, ein ungewolltes Betätigen des Zustellmechanismus zu verhindern. Ein Sicherungselement kann dazu ausgelegt sein, den Zustellmechanismus für einen Betrieb der Handwerkzeugmaschine sowohl im ersten Betriebszustand als auch in einem zweiten Betriebszustand zu sichern. Beispielsweise kann ein Sicherungselement als Hebelsperre oder dergleichen ausgelegt sein, gegen dessen Widerstand der Zustellmechanismus zu betätigen ist oder das vom Anwender vor Betätigung des Zustellmechanismus ebenfalls zu betätigen ist.

[0016] Grundsätzlich hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass Tangentialschlagwerk mit einem konstruktiv geeigneten kraftübertragenden Schlaggetriebe zu versehen, das auf den Hammer und/oder den Amboss wirkt. Ein Schlaggetriebe dient vorteilhaft dazu, Hammer und/oder Amboss gemäß einer Steuerkontur axial und unter Verdrehen derselben gegeneinander tangential schlagend gegeneinander zu bewegen. Hammer und/oder Amboss weisen vorteilhaft jeweils eine Schlagfläche auf, über die ein Tangentialschlag übertragbar ist, um ein

Spitzendrehmoment zwischen Hammer und Amboss zu übertragen. Beispielsweise kann das Schlaggetriebe in Form einer Kulissenführung mit einer gewindeartigen Steuerkontur gebildet sein, die auf einer den Antrieb und den Hammer koppelnden Spindel gebildet ist. Ein Schlaggetriebe kann auch Form einer Noppenanordnung mit einer schräg verlaufenden Steuerkontur gebildet sein, die auf einer Hammer und Amboss koppelnden Nocke gebildet ist. Andere Formen eines Schlaggetriebes sind möglich und nicht auf die vorgenannten vorteilhaften Weiterbildungen beschränkt.

[0017] Im Rahmen einer besonders bevorzugten ersten weiterbildenden Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Zusatzmasse eine Schlagfläche aufweist, die sich im gekoppelten Zustand von Zusatzmasse und Hauptmasse über eine Erstreckung der Hauptmasse axial gleich oder hinaus erstreckt. In dieser Variante ist die Schlagfläche der Zusatzmasse allein oder zusätzlich ausgebildet, gegen eine Ambossschlagfläche zur Übertragung eines Tangentialschlages anzuschlagen. Dies kann zu einer großflächigeren Gestaltung der Schlagfläche der Zusatzmasse und damit geringerer Beanspruchung der Zusatzmasse bei Ausführen des Tangentialschlags genutzt werden.

[0018] In einer ebenfalls besonders bevorzugten zweiten weiterbildenden Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Hauptmasse eine Schlagfläche aufweist, die sich im gekoppelten Zustand von Zusatzmasse und Hauptmasse über eine Erstreckung der Zusatzmasse axial hinaus erstreckt. In dieser weiterbildenden Variante ist die Schlagfläche der Hauptmasse allein dazu ausgebildet, gegen eine Ambossschlagfläche anzuschlagen. Diese zweite Variante kann vorteilhaft dazu genutzt werden, die Schlagflächen, insbesondere die Ambossschlagfläche vergleichsweise klein auszuführen. Dies kann vorteilhaft zur Verringerung der Gesamtmasse des Tangentialschlagwerks genutzt werden.

Ausführungsbeispiele

[0019] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht notwendigerweise maßstäblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vielfältige Modifikationen und Änderungen betreffend die Form und das Detail einer Ausführungsform vorgenommen werden können, ohne von der allgemeinen Idee der Erfindung abzuweichen. Die in der Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Weiterbildung der Erfindung wesentlich sein. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in

der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Die allgemeine Idee der Erfindung ist nicht beschränkt auf die exakte Form oder das Detail der im folgenden gezeigten und beschriebenen bevorzugten Ausführungsform oder beschränkt auf einen Gegenstand, der eingeschränkt wäre im Vergleich zu dem in den Ansprüchen beanspruchten Gegenstand. Bei angegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar und beanspruchbar sein. Der Einfachheit halber sind nachfolgend für identische oder ähnliche Teile oder Teile mit identischer oder ähnlicher Funktion gleiche Bezugszeichen verwendet.

[0020] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Handwerkzeugmaschine mit einem Tangentialschlagwerk gemäß dem Konzept der Erfindung;

Fig. 2A, Fig. 2B ein Tangentialschlagwerk für eine Handwerkzeugmaschine der Fig. 1 in einem ersten Betriebszustand bzw. einem zweiten Betriebszustand, letzterer mit erhöhter Gesamtmasse des Hammers und erhöhter Federkraft des Tangentialschlagwerks zur Verdeutlichung des Konzepts der Erfindung;

Fig. 3A, Fig. 3B eine erste bevorzugte konstruktiv realisierte Ausführungsform eines Tangentialschlagwerks gemäß der ersten weiterbildenden Variante der Erfindung jeweils in einer axialen und einer Querschnittsdarstellung und für einen ersten bzw. zweiten Betriebszustand;

Fig. 4A, Fig. 4B eine zweite bevorzugte konstruktiv realisierte Ausführungsform eines Tangentialschlagwerks gemäß der zweiten weiterbildenden Variante der Erfindung jeweils in einer axialen und einer Querschnittsdarstellung und für einen ersten bzw. zweiten Betriebszustand;

Fig. 5 ein beispielhaft gemessenes Drehmoment als Funktion der Zeit in Folge der Betätigung des Tangentialschlagwerks beim Eindrehen eines Schraubankers in einen festen Untergrund - in Ansicht A unter Nutzung der Handwerkzeugmaschine mit dem Tangentialschlagwerk in einem ersten Betriebszustand und in Ansicht B in einem zweiten Betriebszustand bei erhöhter Gesamtmasse des Hammers und erhöhter Federkraft des Tangentialschlagwerks gemäß dem Konzept der Erfindung.

[0021] Fig. 1 zeigt eine Handwerkzeugmaschine 100, die beispielsweise in Form eines Schlagschraubers, an

einem vom Gehäuse 101 gebildeten Handgriff 102 gehalten werden kann und deren Antrieb 104 vorliegend über einen Trigger 103 in Form eines Hebels oder Druckknopfes aktiviert werden kann. Der Antrieb 104 ist hier mit einem Motor 105 in Form eines Elektromotors gebildet, der eine in Fig. 2 angedeutete Drehbewegung 1 über ein Getriebe 106 auf eine Spindel 20 überträgt. Die Drehbewegung 1 der Spindel 20 wird über das in Fig. 2 näher beschriebene Tangentialschlagwerk 10 in eine drehende und teilweise tangential schlagende Bewegung der Antriebswelle 30 umgesetzt; diese drehende und teilweise tangential schlagende Bewegung der Antriebswelle 30 überträgt sich auf ein nicht näher dargestelltes Werkzeug in einer Werkzeugaufnahme der Handwerkzeugmaschine 100. Das auf gleicher Achse 2 wie die Spindel- und Antriebswelle 20, 30 in der Werkzeugaufnahme 40 angebrachte Werkzeug, beispielsweise ein Schrauber oder dergleichen ist so in der Lage höhere Drehmomente als mit der kontinuierlichen Drehmomentleistung des Motors 105 erreichbar auf beispielsweise eine Schraube zu übertragen. Das Tangentialschlagwerk 10 kann im Rahmen eines einfachen Feder-Masse-Systems modelliert werden und wird vorliegend im resonanten Bereich betrieben, was dem Drehmomentspitzenübertrag auf das Werkzeug und die Schraube optimiert. Eine bevorzugte Anwendung eines dargestellten Schlagschraubers ist z. B. das Einschrauben von Schrauben oder Setzen eines Ankers in Beton oder dergleichen harten Untergrund.

[0022] Fig. 2A und Fig. 2B zeigen schematisch die Funktionsweise eines adaptiven Tangentialschlagwerks 10 auf, wobei Fig. 2A das adaptive Tangentialschlagwerk 10 in einem ersten Betriebszustand und Fig. 2B das adaptive Tangentialschlagwerk 10 in einem zweiten Betriebszustand zeigt. Das im Folgenden der Einfachheit halber auch als Tangentialschlagwerk bezeichnete adaptive Tangentialschlagwerk 10 hat einen der Antriebswelle 30 zugeordneten Amboss 60 sowie einen dem Antrieb 104 zugeordneten Hammer 70. In Fig. 2A ist der Hammer 70 der Einfachheit halber lediglich mit seiner Hauptmasse 71 gezeigt. In der den ersten Betriebszustand kennzeichnenden Einstellung des adaptiven Tangentialschlagwerks ist die Hauptmasse 71 des Hammers 70 gegen den Amboss 60 allein unter Kraftereinwirkung einer ersten äußeren Feder 81 axial und unter Verdrehen der Hauptmasse 71 tangential schlagend gegen den Amboss 60 bewegbar. Die erste - außen verlaufende - Feder 81 ist Teil eines in Fig. 2B näher gezeigten Federsystems 80. Die erste, äußere Feder 81 stützt sich gegen einen festen Anschlag 83 ab und ist in dieser Weise gegen die Hauptmasse 71 des Hammers 70 vorgespannt. Die erste äußere Feder 81 hat eine erste Federkonstante K1, die mittels deren Steifigkeit erreicht wird. Die Hauptmasse 71 des Hammers 70 hat ein mit M1 bezeichnetes Gewicht.

[0023] Das adaptive Tangentialschlagwerk 10 kann gemäß dem Konzept der Erfindung auch in einem zweiten in Fig. 2B gezeigten Betriebszustand gebracht werden, in dem das abgebbare Drehmoment erhöht und

gleichwohl die Eigenfrequenz des Feder-Masse-Systems aus Hammer 70 und Federsystem 80 weitgehend konstant gehalten ist. Dazu ist an die Hauptmasse 71 des Hammers 70 zusätzlich eine Zusatzmasse 72 formschlüssig gekoppelt. Das Gewicht der Zusatzmasse 72 ist vorliegend mit M2 bezeichnet. Die Gesamtmasse des Hammers 70 beträgt also im zweiten in Fig. 2B gezeigten Betriebszustand M1+M2. Der mit dieser Gesamtmasse ausgestattete Hammer 70 steht unter Kraftereinwirkung des Federsystems 80, welches nunmehr zusätzlich zur ersten, äußeren Feder 81 eine zweite - innerhalb der äußeren Feder verlaufende Feder 82 aufweist. Die Federkonstante K2 der zweiten Feder 82 wird durch deren Steifigkeit bestimmt und kann größer oder kleiner als die Steifigkeit der ersten Feder 81. Nach Bedarf kann also eine Federkonstante K2 - ebenso wie die Masse M2 der Zusatzmasse 72 - ausgelegt werden, um eine Eigenfrequenz des Feder-Masse-Systems aus Hammer 70 und Federsystem 80 im zweiten Betriebszustand im Vergleich zum ersten Betriebszustand weitgehend gleich zu halten.

[0024] Beide Federn 81, 82 stützen sich wiederum gegen den Anschlag 83 ab. In dem in Fig. 2B gezeigten zweiten Betriebszustand steht die Summe der Gewichte der Hauptmasse 71 und Zusatzmasse 72, 71 des Hammers 70 unter Kraftereinwirkung der ersten und zweiten Feder 81, 82, so dass der Hammer 70 axial und unter Verdrehen desselben gegen den Amboss 60 tangential schlagend bewegbar ist. Der Hammer 70 weist - vorliegend symbolisch an der Hauptmasse 71 dargestellt - Hammernocken 73 auf, die zum Anschlag mit diesen zugeordneten ebenfalls symbolisch dargestellten Ambossnocken 63 vorgesehen sind. Zur Übertragung eines Spitzendrehmoments bei einem Tangentialschlag weist eine Hammernocke 73 eine quer zur Umfangsrichtung des Hammers 70 gestellte Schlagfläche 74 auf. Ebenso kann eine Ambossnocke 63 eine quer zur Umfangsrichtung gestellte, der Schlagfläche 74 zugeordnete Schlagfläche 64 aufweisen. Die Schlagfläche kann auch direkt am Körper des Amboss 60 gebildet sein.

[0025] Die axiale und verdrehende Bewegung des Hammers 70 wird vorliegend durch ein Schlaggetriebe in Form einer nicht näher gezeigten Kulissenführung auf der Spindel 20 realisiert. Die Kulissenführung weist eine gewindeartige Steuerkontur auf, die den Hammer 70 mit Hauptmasse 71 und 72 zu einer drehenden Bewegung unter axialem Vorschub zum Amboss 60 zwangsgeführt, wobei die Bewegung durch das Federsystem 80 getrieben ist. Fig. 3A, Fig. 3B zeigen - jeweils in einem Querschnitt I und einem Axialschnitt II die bereits an Fig. 2A, Fig. 2B erläuterten Betriebszustände eines Tangentialschlagwerks 10A gemäß einer besonders bevorzugten ersten Ausführungsform der ersten weiterbildenden Variante der Erfindung. Für identische oder ähnliche Teile bzw. Teile identischer oder ähnlicher Funktion werden vorliegend der Einfachheit halber gleiche Bezugszeichen wie in Fig. 2A und 2B verwendet. Die Funktionsweise der ersten Variante des adaptiven Tangentialschlagwerks

10A entspricht der Funktionsweise wie sie anhand von Fig. 2A, Fig. 2B erläutert wurde. Im Folgenden wird insbesondere auf die konstruktiven Details des Tangentialschlagwerks 10A Bezug genommen und Übrigen auf die Beschreibung der Fig. 2A, Fig. 2B verwiesen.

[0026] Das Tangentialschlagwerk 10A weist in der in Fig. 3A und Fig. 3B dargestellten Ausführungsform eine Hauptmasse 71 mit dem Gewicht $M_1 = 130\text{g}$ und eine Zusatzmasse 72 mit dem Gewicht $M_2 = 160\text{g}$ auf. Vorliegend hat also die Zusatzmasse 72 ein höheres Gewicht als die Hauptmasse 71. Das Tangentialschlagwerk 10A wird im in Fig. 3A dargestellten ersten Betriebsmodus nur mit der Hauptmasse 71 betrieben, die unter Kraftwirkung nur der ersten Feder 81 steht und axial und unter Verdrehen der Hauptmasse 71 tangential schlagend gegen den Amboss 60 bewegt wird. Der entsprechende Nocken 73 der Hauptmasse 71 ist in der Querschnittsansicht I der Fig. 3A im Moment des Tangentialanschlags gegen einen Nocken 63 des Amboss 60, d. h. den Körper des Amboss 60 ersichtlich. Das Trägheitsmoment der Hauptmasse 71 liegt vorliegend bei etwa $I_1 40\,000\text{ gmm}^2$. Das Trägheitsmoment der Zusatzmasse 72 liegt vorliegend bei etwa $I_2 100\,000\text{ gmm}^2$. Die Federsteifigkeit K_1 der ersten Feder 81 liegt vorliegend bei etwa 11 kN/m . Die Federsteifigkeit K_2 der zweiten Feder 82 liegt vorliegend bei 36 kN/m . Im in Fig. 3B gezeigten zweiten Betriebszustand addieren sich die Gewichte M_1 , M_2 der Hauptmasse 71 und der Zusatzmasse 72 zum Gesamtgewicht $M_1 + M_2$ des Hammers 70. Ebenso addieren sich die Federsteifigkeiten K_1 , K_2 der ersten und zweiten Feder zu einer Gesamtfedersteifigkeit K_1 , K_2 des Federsystems 80. Aufgrund der sich ebenfalls addierenden Trägheitsmomente I_1 , I_2 weist das adaptive Tangentialschlagwerk 10A im zweiten Betriebszustand der Fig. 3B ein erheblich erhöhtes übertragbares Drehmoment auf. Dennoch entspricht die resonant betreibbare Eigenfrequenz des Feder-Masse-Systems des adaptiven Tangentialschlagwerks 10A im zweiten Betriebszustand weitgehend der dem ersten Betriebszustand. Eine effektiv wählbare Schlagfrequenz des Tangentialschlagwerks 10A bleibt somit weitgehend gleich obwohl das übertragbare Drehmoment erhöht ist.

[0027] Zur konstruktiven Realisierung der An- und Abkopplung einer Zusatzmasse 72 mit der zweiten Feder 82 ist vorliegend ein frei entlang der Spindel 20 verschiebbarer und drehbar gelagerter Gehäusekäfig 90 realisiert. Der Gehäusekäfig 90 ist entlang einer nicht näher dargestellten Steuerkulisse frei axial verschiebbar und drehbar gelagert. Das heißt durch Drehen bzw. Verschieben des mit dem Gehäusekäfig fest verbundenen und das Gehäuse 101 der Handwerkzeugmaschine 100 durchgreifenden Steuerrads 91 lässt sich der Zustellmechanismus betätigen sobald die ein ungewolltes Betätigen verhindernden Sicherungselemente 92 entrastet sind. Die Sicherungselemente 92 sind vorliegend in Form von gegen den Gehäusekäfig 90 gestellten Kipphebeln gebildet. Bei Betätigung des Zustellmechanismus über das Steuerrad 91 lässt sich der Gehäusekäfig 90 über

den Widerstand der Kipphebel hinweg verdrehen bzw. verschieben. Dazu werden die an einem Gehäuse 101 der Handwerkzeugmaschine angebrachten Kipphebel zum Gehäuse hin vom Steuerrad 91 weggedrückt.

[0028] Im Unterschied zur symbolischen Darstellung der Fig. 2A, Fig. 2B ist in Fig. 3A, Fig. 3B beim adaptiven Tangentialschlagwerk 10A die erste Feder 81 hier eine innere Feder und gegen einen an der Spindel 20 befestigten Anschlag 83.1 abgestützt und gegen die Hauptmasse 71 vorgespannt. Dagegen ist die zweite Feder 82 hier eine äußere Feder und gegen einen durch die hintere Rückwand des Gehäusekäfigs 90 gebildete Anschlag 83.2 abgestützt und gegen die Zusatzmasse 72 vorgespannt. Durch Drehen und Verschieben des Gehäusekäfigs 90 entlang der Steuerkulisse wird also sowohl die Zusatzmasse 72 als auch die Zusatzfeder 82 zur Bildung des Hammers 70 und des Federsystems 80 zur Hauptmasse 71 bzw. zur ersten Feder 81 zugestellt.

[0029] Die ringförmig ausgestalteten Hauptmasse 71 und Zusatzmasse 72 sind vorliegend jedenfalls teilweise konzentrisch zueinander angeordnet. Dabei umgibt die Zusatzmasse 72 die Hauptmasse ringförmig und form-schlüssig im zweiten Betriebszustand, während die Hauptmasse 71 von einer Steuerkontur einer Kulissenführung auf der Spindel 20 geführt wird.

[0030] Das Tangentialschlagwerk 10A ist vorliegend mit Schraubverbindungen 107 am Gehäuse 101 der Handwerkzeugmaschine 100 befestigt. Dazu halten die Schraubverbindungen 107 einen Lagerblock 108, der antriebsseitig die Lager 109 für die Spindel 20 umfasst.

[0031] In der in Fig. 3A und Fig. 3B dargestellten ersten Ausführungsform eines adaptiven Tangentialschlagwerks 10A gemäß der ersten weiterbildenden Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Zusatzmasse 72 eine aus der Querschnittsansicht I der Fig. 3B ersichtliche Schlagfläche 74 an einem Hammernocken 75 derselben aufweist, die sich im gekoppelten Zustand von Zusatzmasse 72 und Hauptmasse 71 über eine axiale Erstreckung der Hauptmasse 71 axial hinaus erstreckt oder - in einer Abwandlung - auch bis zur gleichen Höhe derselben erstrecken kann. Damit dient vorliegend wenigstens die Schlagfläche 74 der Zusatzmasse 72 - in einer Abwandlung durch die Schlagfläche der Hauptmasse 71 - zum Anschlag gegen eine Ambossschlagfläche an einem Ambossnocken 63.

[0032] Sowohl die Hauptmasse 71 als auch die Zusatzmasse 72 kann also geeignete Nocken 73 mit Schlagfläche 74 zur Ausführung eines Tangentialschlags am Amboss 60 aufweisen. Gemäß der vorliegend beschriebenen ersten Ausführungsform eines adaptiven Tangentialschlagwerks 10A kann die Schlagfläche 74 von einem Nocken 75 der Zusatzmasse 72 gebildet sein oder - in der Abwandlung - sowohl von einem Nocken 73 der Hauptmasse als auch von einem Nocken 75 der Zusatzmasse 72. Gerade im letzteren Fall erhöht sich die insgesamt verfügbare Schlagfläche 74 zum Tangentialschlag am Amboss 60, so dass beim Tangentialschlag die Drehmomentspitzenübertragung auf eine ver-

gleichsweise große Fläche verteilt ist. Dies führt letztlich zu einer geringeren Abnutzung der Nocken 73, 75 an Hauptmasse 71 und Zusatzmasse 72.

[0033] In einer leicht abgewandelten Ausführungsform steht die Schlagfläche des Nockens 75 der Zusatzmasse 72 gegenüber dem Nocken 73 der Hauptmasse leicht vor, so dass nur der Nocken 75 der Zusatzmasse 72 beim Tangentialschlag Kontakt zum Amboss 60 hat. In beiden Abwandlungen sind durch den beschriebenen Zustellmechanismus die Hauptmasse 71 und die Zusatzmasse 72 formschlüssig miteinander verbunden. Sowohl die Hauptmasse als auch die Zusatzmasse 72 als auch die erste Feder 81 und die zweite Feder 82 stehen zur Drehmomentübertragung beim Tangentialschlag 10A im in Fig. 3B dargestellten zweiten Betriebsmodus zur Verfügung. Entsprechend erhöht sich das abgebbare Drehmoment beim adaptiven Tangentialschlagwerk 10A. Aufgrund der zweiten Feder 82 wird auch das Auslösemoment des Tangentialschlagwerks erhöht. Dieses hält sich jedoch in einem vergleichsweise begrenzten Bereich, so dass die Handhabbarkeit einer Handwerkzeugmaschine 100 mit dem adaptiven Tangentialschlagwerk 10 praktisch nicht beeinträchtigt ist.

[0034] Fig. 4A, Fig. 4B zeigen eine zweite Ausführungsform eines adaptiven Tangentialschlagwerks 10B in einer zu Fig. 3A und 3B analogen Darstellungsweise. Der Einfachheit halber wird vorliegend für identische oder ähnliche Teile oder Teile identischer oder ähnlicher Funktion gleiche Bezugszeichen verwendet. Der konstruktive Aufbau des adaptiven Tangentialschlagwerks 10B ist weitgehend ähnlich zu dem des adaptiven Tangentialschlagwerks 10A. Im Folgenden wird lediglich auf die Unterschiede zwischen beiden Tangentialschlagwerken Bezug genommen. Der wesentliche Unterschied ist durch Vergleich der Querschnittsdarstellung I in Fig. 4A und Fig. 4B erkennbar. Gemäß der zweiten weiterbildenden Variante der Erfindung ist bei der zweiten Ausführungsform eines adaptiven Tangentialschlagwerks 10B vorgesehen, dass die Hauptmasse 71 eine Schlagfläche 74 bzw. einen Nocken 73 aufweist, der ausschließlich - das heißt im in Fig. 4A gezeigten ersten Betriebszustand als auch im in Fig. 4B gezeigten zweiten Betriebszustand - Kontakt zum Amboss 60 beim Tangentialschlag hat. Mit anderen Worten sind die konzentrisch und formschlüssig aneinander koppelbare Hauptmasse und Zusatzmasse 71, 72 zur Bildung des Hammers 70 lediglich mit den zwei Nocken 73 der Hauptmasse 71 ausgestattet. Die Zusatzmasse 72 weist keine Nocken auf. Insgesamt können dadurch die Schlagflächen des Amboss 60 mit geringerem Maß ausgeführt werden. Auch kann das gesamte Feder-Masse-System des adaptiven Schlagwerks 10B mit einer geringeren Masse ausgeführt werden.

[0035] Im Einzelnen hat die Hauptmasse vorliegend ein Gewicht von $M1 = 135 \text{ g}$ und die Zusatzmasse 72 ein Gewicht von $M2 = 120 \text{ g}$. Vorliegend hat die Zusatzmasse 72 also ein geringeres Gewicht als die Hauptmasse. Entsprechend ist der Trägheitsmomentunterschied zwi-

schen Hauptmasse und Zusatzmasse nicht so groß wie beim adaptiven Tangentialschlagwerk 10A. Das Trägheitsmoment der Hauptmasse beträgt etwa $I_1 = 40\,000 \text{ gmm}^2$. Das Trägheitsmoment der Zusatzmasse beträgt etwa $I_2 = 75\,000 \text{ gmm}^2$. Die Federsteifigkeit zur Bildung der Federkonstante $K1$ der ersten Feder ist vorliegend mit 11 KN/m gewählt. Die Federsteifigkeit zur Bildung der Federkonstante $K2$ der zweiten Feder ist vorliegend mit 24 KN/m gebildet. Sowohl beim adaptiven Tangentialschlagwerk 10A als auch beim adaptiven Tangentialschlagwerk 10B ist beim Federsystem die zweite Federkonstante $K2$ somit größer als die erste Federkonstante $K1$. In beiden Fällen ist die bevorzugte Schlagfrequenz des Tangentialschlagwerks 10A, 10B, das heißt die Eigenfrequenz des Gesamt-Feder-Masse-Systems, im ersten und zweiten Betriebszustand in etwa gleich.

[0036] Fig. 5 zeigt auf gleicher Skala die über einen gleichen Zeitabschnitt übertragenen Drehmomentenspitzen zwischen Hammer 70 und Amboss 60 bei einem adaptiven Tangentialschlagwerk 10A oder 10B. In Ansicht A ist ersichtlich, dass ein durchschnittlicher Betrag einer übertragenen Drehmomentenspitze im ersten Betriebszustand nur etwa die Hälfte eines durchschnittlichen Betrags einer Drehmomentenspitze im zweiten Betriebszustand entspricht. Im ersten Betriebszustand wird nur die Hauptmasse 71 des Hammers 70 allein unter Kraftereinwirkung der ersten Feder 81 unter Verdrehen desselben tangential schlagend gegen den Amboss 60 bewegt. Im zweiten Betriebszustand wird sowohl die Hauptmasse 71 als auch die Zusatzmasse 72 des Hammers 70 unter Kraftereinwirkung der ersten und zweiten Feder 81, 82 axial und unter Verdrehen desselben tangential schlagend gegen den Amboss 60 bewegt. Die Darstellungen zeigen auch, dass die Schlagfrequenz eines adaptiven Tangentialschlagwerks 10A, 10B im ersten und zweiten Betriebszustand weitgehend gleich und ziemlich konstant ist.

[0037] Die Wahl der vorliegend beschriebenen Massen $M1$, $M2$, Trägheitsmomente I_1 , I_2 und Federsteifigkeiten $K1$, $K2$ sind keinesfalls eingeschränkt auf die zuvor genannten Werte. Vielmehr hat sich durch Messungen, wie sie in Fig. 5 dargestellt sind, gezeigt, dass sich die Durchschnittswerte der Drehmomentenspitzen im ersten und zweiten Betriebsmodus relativ zueinander einstellen lassen und dennoch eine Schlagfrequenz im ersten und zweiten Betriebsmodus gleich gehalten werden kann. Dazu lassen sich die Massen $M1$, $M2$, die entsprechenden Trägheitsmomente I_1 , I_2 und Federsteifigkeiten $K1$, $K2$ geeignet wählen und insbesondere im Unterschied zu den vorgenannten Werten variieren.

Patentansprüche

1. Handwerkzeugmaschine (100), insbesondere in Form eines Schlagschraubers, mit
 - einer an einer Antriebswelle (30) angebrachten

- Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Werkzeugs, insbesondere eines Schraubers, wobei
 - die Antriebswelle (30) mittels einem über einen Antrieb (104), insbesondere einen Motor (105) und/oder Getriebe (106), antreibbaren Tangentialschlagwerk (10, 10A, 10B) in eine drehende und teilweise tangential schlagende Bewegung versetzbar ist, und wobei
 - das Tangentialschlagwerk (10, 10A, 10B) einen der Antriebswelle (30) zugeordneten Amboss (60) und einen dem Antrieb (104) zugeordneten Hammer (70) aufweist, die unter Kraftereinwirkung wenigstens einer ersten Feder (81) axial und unter Verdrehen derselben gegeneinander tangential schlagend gegeneinander bewegbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - der Hammer (70) eine Hauptmasse (71) aufweist, und
 - an die Hauptmasse (71) eine Zusatzmasse (72) lösbar koppelbar ist, die unter Kraftereinwirkung einer zweiten Feder (82) steht.
2. Handwerkzeugmaschine (100) nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Betriebszustand die Hauptmasse (71) des Hammers (70) und der Amboss (60) allein unter Kraftereinwirkung der ersten Feder (81) axial und unter Verdrehen derselben gegeneinander tangential schlagend gegeneinander bewegbar sind.
3. Handwerkzeugmaschine (100) nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem zweiten Betriebszustand die Hauptmasse (71) und die Zusatzmasse (72) des Hammers (70) und Amboss (60) unter Kraftereinwirkung der ersten und zweiten Feder (81, 82) axial und unter Verdrehen derselben gegeneinander tangential schlagend gegeneinander bewegbar sind.
4. Handwerkzeugmaschine (100) nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzmasse (72) mittels einem Zustellmechanismus an die Hauptmasse (71) lösbar koppelbar ist, wobei der Zustellmechanismus eine auf die Zusatzmasse (72) wirkende vorgespannte zweite Feder (82) aufweist.
5. Handwerkzeugmaschine (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zustellmechanismus entlang einer Steuerkulisse bewegbar ist, insbesondere von einem Nutzer axial verschiebbar und/oder verdrehbar ist.
6. Handwerkzeugmaschine (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptmasse (71) und die Zusatzmasse (72) in einem zweiten Betriebszustand formschlüssig gekoppelt sind.
7. Handwerkzeugmaschine (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzmasse (72) eine Schlagfläche aufweist, die sich im gekoppelten Zustand von Zusatzmasse (72) und Hauptmasse (71) über eine Erstreckung der Hauptmasse (71) zum Anschlag gegen eine Ambossschlagfläche axial gleich oder hinaus erstreckt.
8. Handwerkzeugmaschine (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptmasse (71) eine Schlagfläche aufweist, die sich im gekoppelten Zustand von Zusatzmasse (72) und Hauptmasse (71) über eine Erstreckung der Zusatzmasse (72) zum Anschlag gegen eine Ambossschlagfläche axial hinaus erstreckt.
9. Handwerkzeugmaschine (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zustellmechanismus einen Gehäusekäfig (90) aufweist in dem die zweite Feder (82) gegen die Zusatzmasse (72) und den Gehäusekäfig (90) vorgespannt ist.
10. Handwerkzeugmaschine (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zustellmechanismus in einem ersten Betriebszustand von einem Sicherungselement (92) gegen eine Bewegung gesichert ist.
11. Handwerkzeugmaschine (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Gewichte der Massen (71, 72) und Steifigkeiten der Federn (81, 82) derart ausgebildet sind, dass eine Resonanzfrequenz des Tangentialschlagwerks (10, 10A, 10B) in einem ersten und zweiten Betriebszustand im Wesentlichen gleich ist.
12. Handwerkzeugmaschine (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tangentialschlagwerk (10, 10A, 10B) einen auf den Hammer (70) und/oder Amboss (60) wirkendes kraftübertragendes Schlaggetriebe aufweist, mittels dem dieselben gemäß einer Steuerkontur axial und unter Verdrehen derselben gegeneinander tangential schlagend gegeneinander bewegbar sind.

FIG. 1

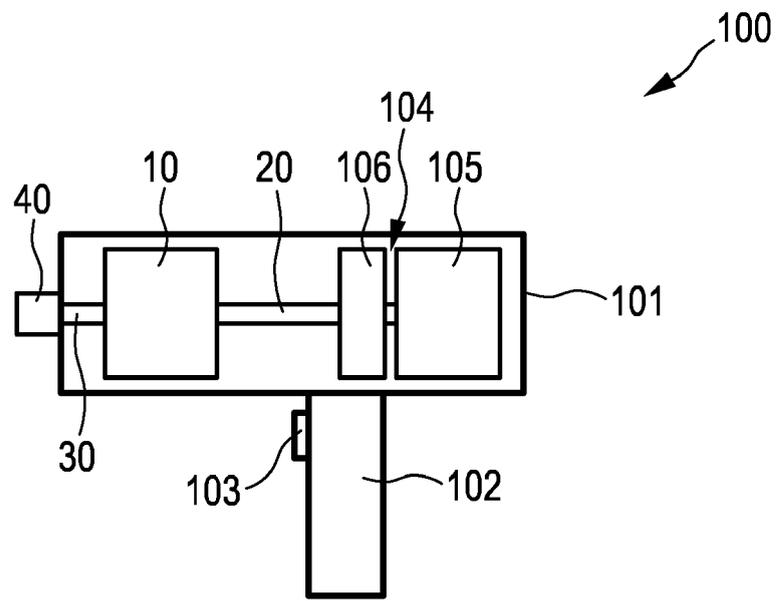


FIG. 2A

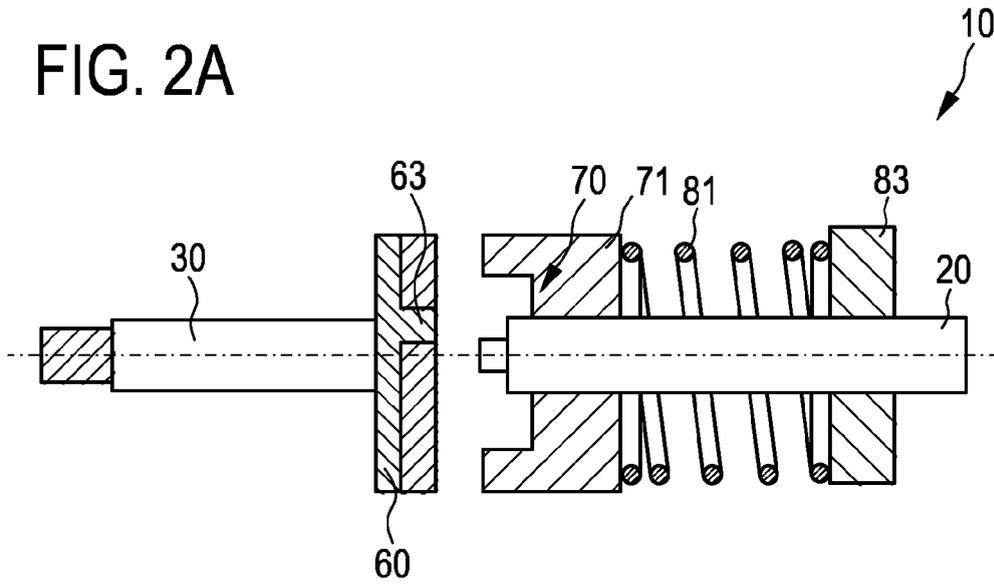


FIG. 2B

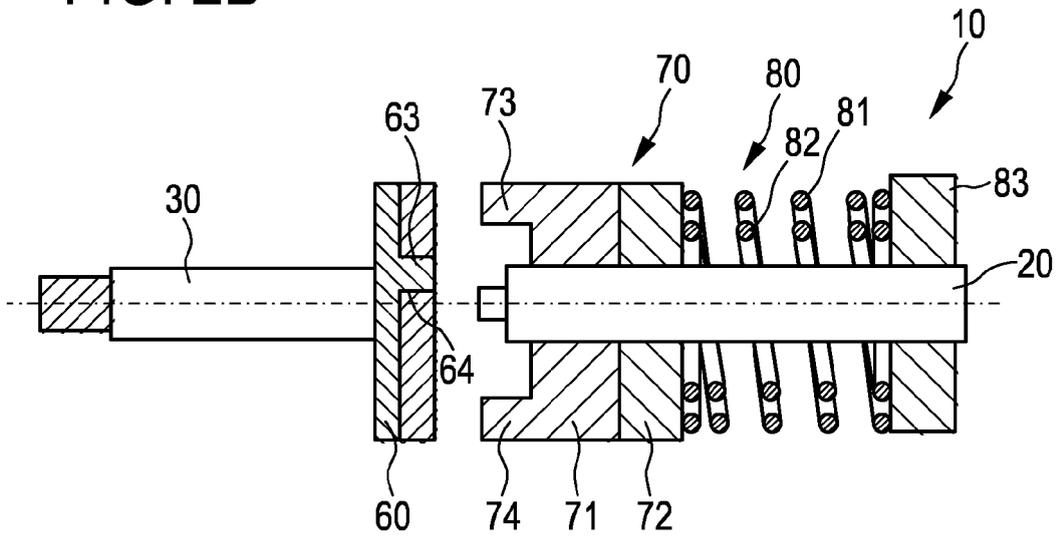


FIG. 3A

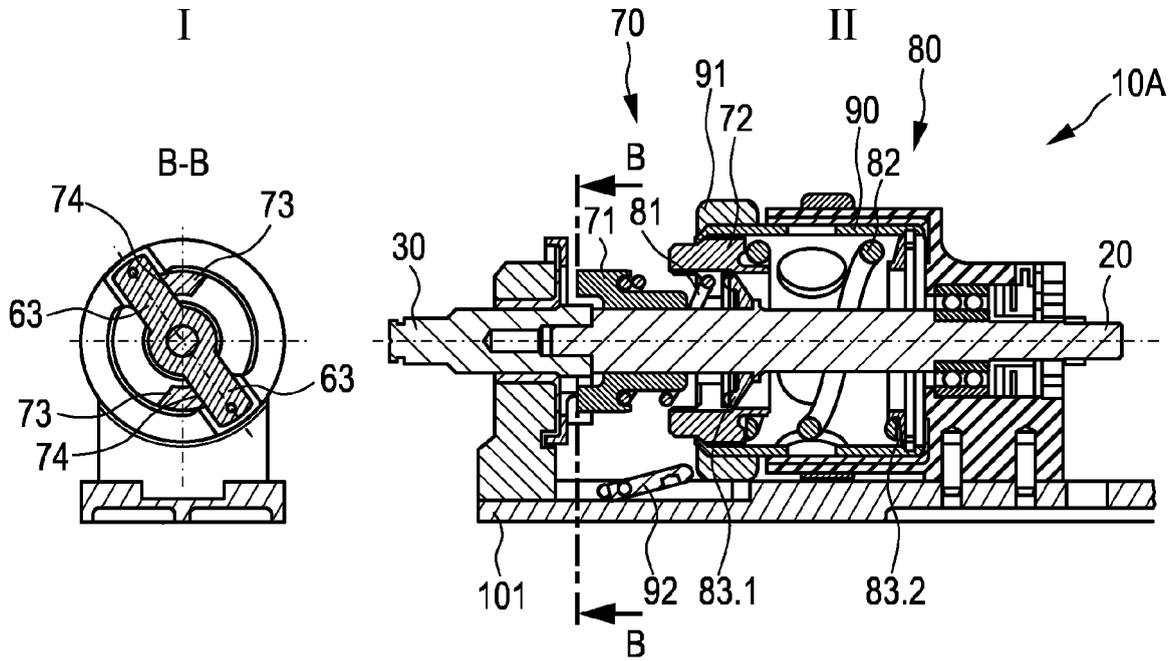


FIG. 3B

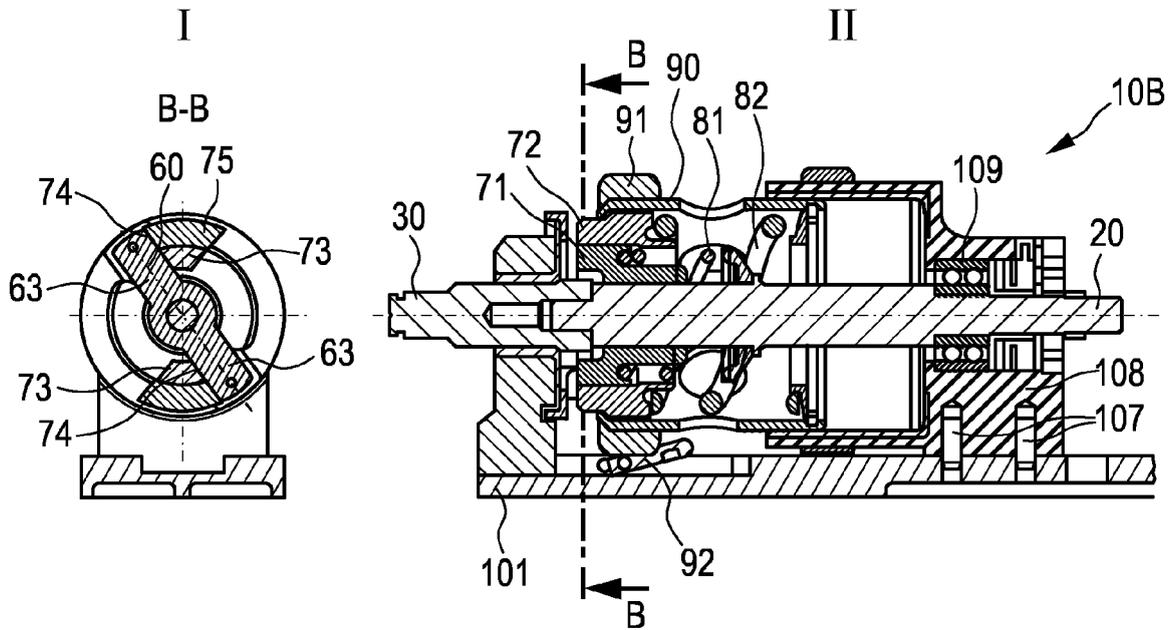


FIG. 4A

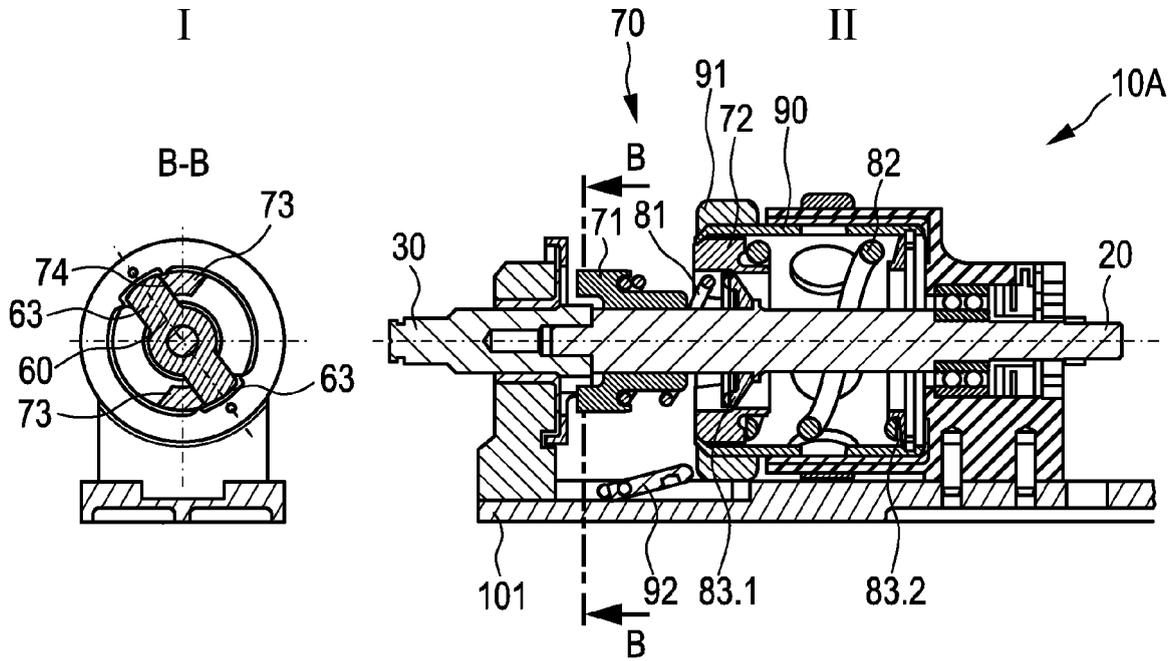
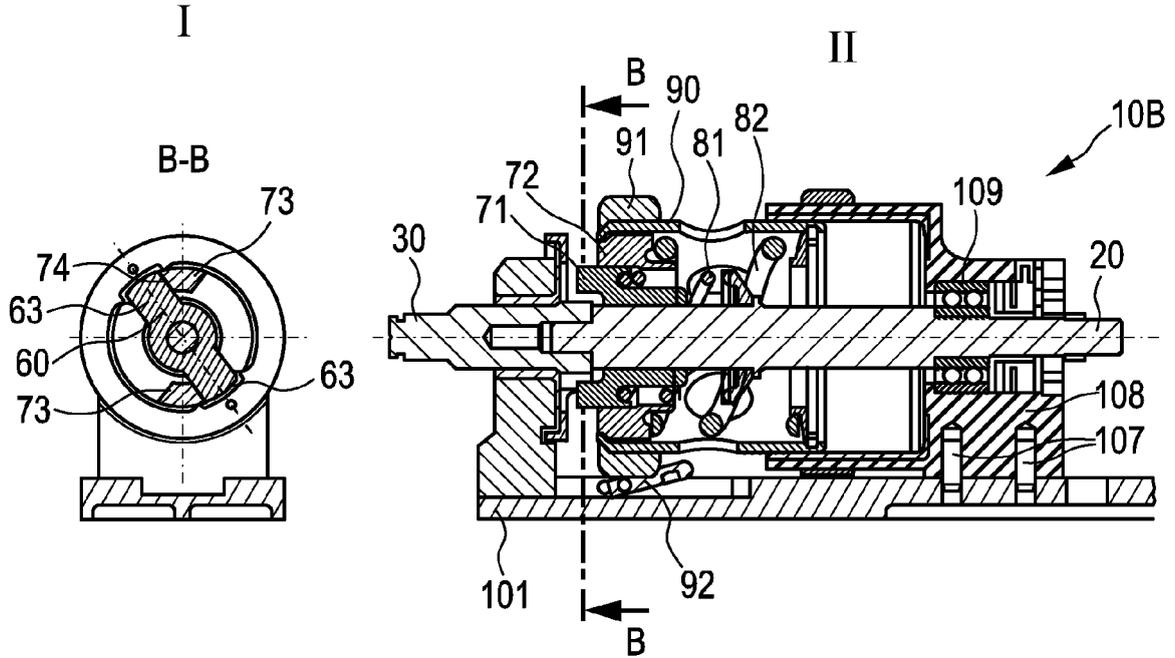


FIG. 4B



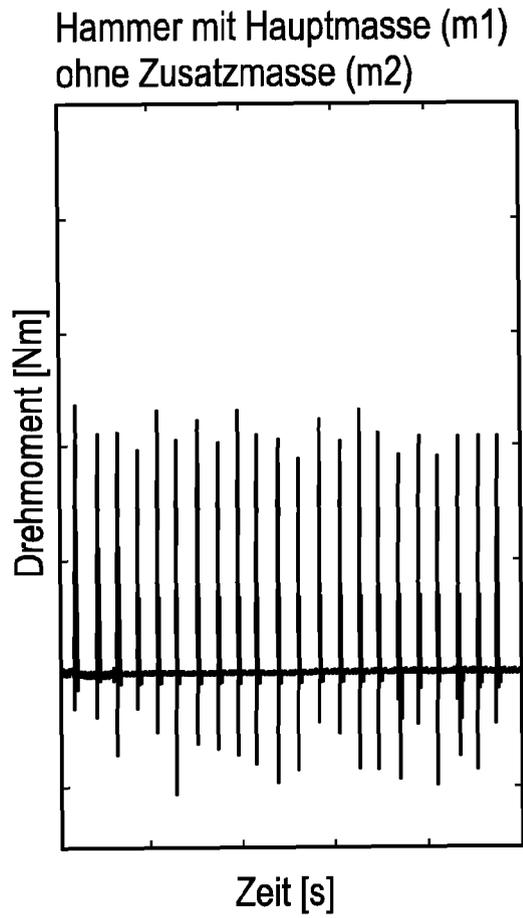


FIG. 5A

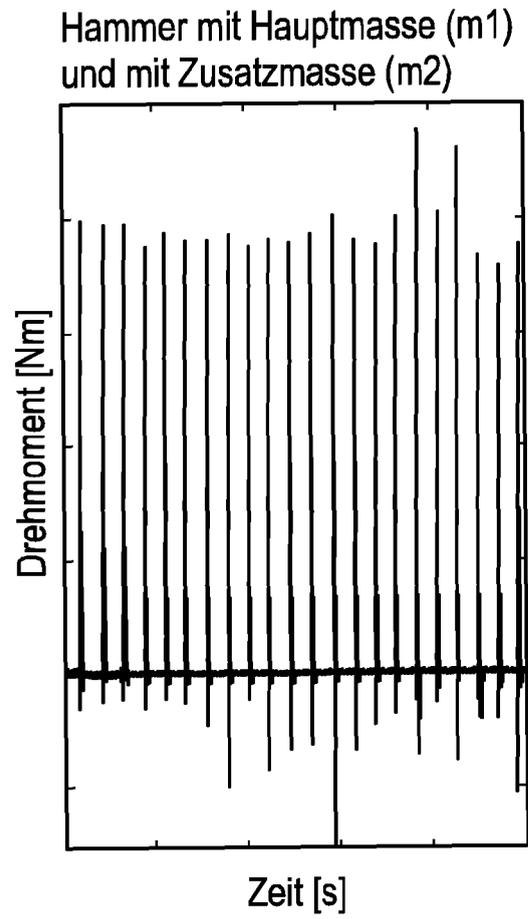


FIG. 5B

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

- DE 19821554 B4 [0004]
- EP 1862265 A2 [0005]