



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.05.2009 Patentblatt 2009/22**

(51) Int Cl.:  
**F41A 21/48<sup>(2006.01)</sup> F41A 27/30<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **08019886.4**

(22) Anmeldetag: **14.11.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA MK RS**

- **Eckel, Alfred**  
**90552 Röthenbach (DE)**
- **Willner, Kai, Prof.Dr.**  
**91074 Herzogenaurach (DE)**
- **Geisler, Johannes**  
**90425 Nürnberg (DE)**

(30) Priorität: **23.11.2007 DE 102007056455**

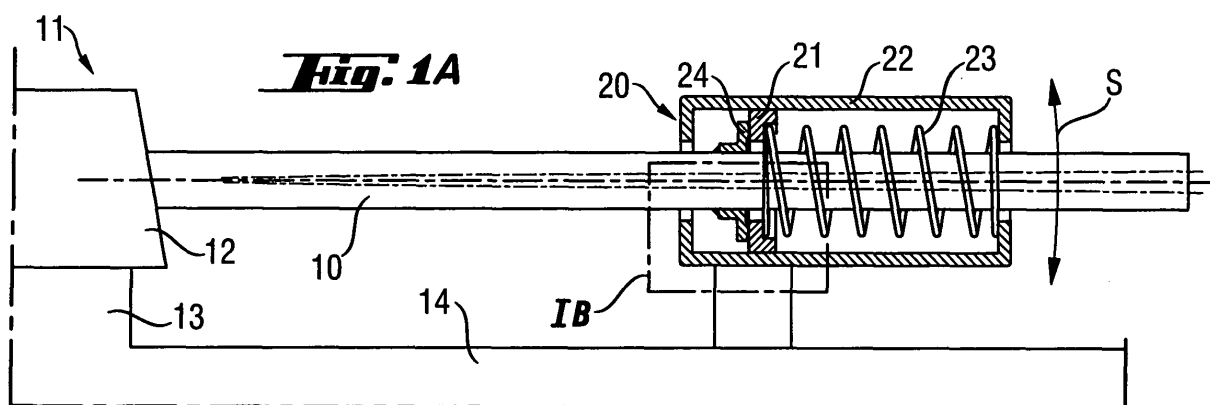
(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**  
**c/o Diehl Stiftung & Co. KG**  
**Stephanstrasse 49**  
**90478 Nürnberg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Pfersmann, Axel, Dr.**  
**90537 Feucht (DE)**

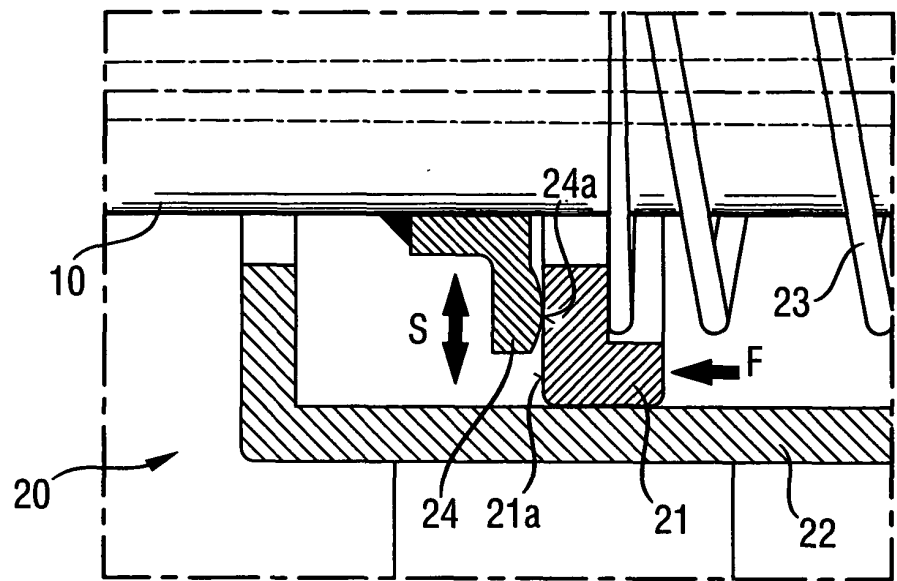
(54) **Waffenrohr und Dämpfungseinrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Waffenrohr (10) einer automatischen Schusswaffe (11), welches beim Schießen in Biegeschwingungen (S) versetzt wird, wobei eine Dämpfungseinrichtung (20) zum Dämpfen der Biegeschwingungen (S) vorgesehen ist, welche eingerichtet

ist, die kinetische Energie der Biegeschwingungen (S) durch Reibungsvorgänge, welche durch die Biegeschwingungen (S) ausgelöst werden, zwischen jeweils zwei aufeinander folgenden Schüssen in der Kadenz zumindest weitgehend zu dissipieren.



***Fig. 1B***



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Waffenrohr einer automatischen Schusswaffe, welches beim Schießen in Biegeschwingungen versetzt wird, sowie eine Dämpfungseinrichtung zum Dämpfen von beim Abfeuern einer automatischen Waffe an deren Waffenrohr hervorgerufenen Biegeschwingungen.

**[0002]** Bei konventionellen automatischen Waffen wird im Dauerfeuerbetrieb die Trefferpräzision in erheblichem Maße von den Rohrbiegeschwingungen beeinflusst, welche zu einer ungewollten Streuung im Schussbild führen. Obwohl die mit den Rohrbiegeschwingungen verbundenen Probleme bei automatischen Waffen bereits seit langem bekannt sind, wurde bisher keine befriedigende Lösung gefunden. Zwar hat man versucht, dem Problem dadurch Herr zu werden, dass die Steifigkeit des Waffenrohres erhöht wurde, z. B. durch Vergrößerung der Wandungsdicke des Waffenrohres. Der Nachteil dabei ist, dass sich dadurch das Gewicht des Waffenrohres und damit des gesamten Waffensystems unverhältnismäßig erhöht. Darüber hinaus bewirkt diese Maßnahme auch nur eine geringfügige Verbesserung des Treffbildes, da lediglich die Amplituden der Rohrbiegeschwingungen verringert werden, die Schwingungen jedoch nicht vollständig unterbunden werden.

**[0003]** Ein weiterer Lösungsansatz zu obigem Problem, der jedoch so gut wie gar nicht zu einer Verbesserung des Treffbildes führt, wird unter Bezugnahme auf die Figuren 6A und 6B der Zeichnungen erläutert. Demnach wird versucht, durch Einspannen bzw. feste Lagerung des Waffenrohres eine Verbesserung des Schussbildes zu erreichen. Figur 6A zeigt eine solche Einspannung im vorderen Drittel des Waffenrohres. Dort befindet sich folglich ein Schwingungsknoten. Das Mündungsende des Waffenrohres wird jedoch nach wie vor in radialer Richtung ausgelenkt (siehe Doppelpfeil S). Selbst wenn man das Waffenrohr, wie in Figur 6B dargestellt, direkt an der Rohrmündung fixiert bzw. einspannt, ist das Problem nicht beseitigt, denn dann befinden sich die Schwingungsknoten am Rohrbeginn und an der Mündung. Durch den Schwingungsbauch, der sich dann während des Schwingungsvorganges nach Abgabe eines Schusses in der Mitte des Waffenrohres bildet, wird die Abgangsrichtung des Geschosses trotz mündungsseitiger Fixierung von der ursprünglichen, geraden Richtung abweichen. Durch die verschiedenen Abgangsrichtungen aufeinander folgender Geschosse der automatischen Waffe ergibt sich somit eine Streuung des Schussbildes, welche umso größer ausfällt, je weiter das Ziel entfernt ist. Auch durch zusätzliche Einspannpunkte werden lediglich neue Schwingungsknoten geschaffen, wodurch jedoch die für das schlechte Treffbild verantwortlichen Rohrbiegeschwingungen letztlich nicht verhindert werden können.

**[0004]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das Treffbild von automatischen Rohrwaffen zu verbessern bzw. die Streuung des Schussbildes zu verringern.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch ein Waffenrohr nach Anspruch 1, durch eine automatische Waffe nach Anspruch 21 sowie durch eine Dämpfungseinrichtung nach Anspruch 22 gelöst.

**[0006]** Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass eine bloße Veränderung der Rohrbiegeschwingungen durch Vorsehen ein oder mehrerer Einspannpunkte nicht bzw. nur unzureichend zur Lösung oben gestellter Aufgabe führt. Vielmehr sieht die vorliegende Erfindung vor, die durch das Schießen verursachten Rohrbiegeschwingungen jeweils zwischen den einzelnen Schüssen eines Feuerstoßes möglichst vollständig abzdämpfen. Wenn nämlich das Waffenrohr nach Abklingen der Rohrbiegeschwingungen vor jedem Schuss in seine Ruhelage zurückkehrt und in dieser Ruhelage ruht, ist die Abgangsrichtung aller Schüsse zumindest weitgehend die gleiche. Dies führt letztlich dazu, dass die Treffpunkte der Projektile im Ziel sehr nahe beieinander liegen (= optimiertes Schussbild).

**[0007]** Erfindungsgemäß wird dieser Effekt für ein Waffenrohr einer automatischen Schusswaffe, welches beim Schießen in Biegeschwingungen versetzt wird, durch eine Dämpfungseinrichtung zum Dämpfen der Biegeschwingungen erzielt. Dabei ist die Dämpfungseinrichtung eingerichtet, die kinetische Energie der Biegeschwingungen durch Reibungsvorgänge, welche durch die Biegeschwingungen ausgelöst werden, zwischen jeweils zwei aufeinander folgenden Schüssen in der Kadenz zumindest weitgehend zu dissipieren.

**[0008]** Unter Kadenz wird im Sinne der vorliegenden Erfindung ganz allgemein die Schussfolge einer automatischen Schusswaffe verstanden. Darüber hinaus bezeichnet der Begriff "Kadenz" natürlich auch insbesondere die Frequenz der Schussfolge, also wie viel Schüsse pro Minute beim Betrieb der automatischen Schusswaffe abgegeben werden.

**[0009]** Über eine solche Dämpfung der Rohrbiegeschwingung (Dissipation) wird dem Waffensystem, insbesondere dem Waffenrohr, kinetische Energie, nämlich die Schwingungsenergie des Rohres, entzogen und dabei in thermische Energie dissipiert, das heißt umgewandelt. Dadurch, dass die Rohrbiegeschwingungen vor jedem Schuss der Schussfolge zum Abklingen gebracht werden, kann das Rohr vor jedem Schuss der Schussfolge in die vorausgerichtete, in Richtung Ziel weisende Ausgangslage zurückkehren. Durch diese Maßnahme können die Abgangsstörungen, also die Richtungsfehler bzw. Geschwindigkeitskomponenten des Geschosses quer zur Zielrichtung, welche bei ungedämpften Rohrbiegeschwingungen durch radiale Auslenkung von Rohrabschnitten aus der Ausgangslage hervorgerufen werden, eliminiert oder zumindest verringert werden.

**[0010]** Ein interessanter Aspekt der durch die vorliegende Erfindung vorgesehenen Dämpfung ist, dass die kinetische Energie der Biegeschwingungen durch Reibungsvorgänge dissipiert wird, welche durch die Biegeschwingungen selbst erst ausgelöst werden. Das bedeutet, dass die Reibungsvorgänge und die mit ihr verbundene Dämpfung nur dann auftreten, wenn das Waffenrohr in Biegeschwingungen versetzt worden ist. Dies bedeutet insbesondere auch eine

Rückkopplung zwischen Stärke der Dämpfung und Stärke der Rohrbiegeschwingungen. Dies führt letztlich zu einer optimierten Schwingungsdämpfung, wie weiter unten noch erläutert werden wird.

**[0011]** Vorzugsweise weist die Dämpfungseinrichtung ein Reibungselement auf, welches mit einem radialen Vorsprung des Waffenrohres derart in Reibkontakt steht, dass bei einer durch die Biegeschwingungen hervorgerufenen radialen Auslenkung zumindest eines Teils des Waffenrohres eine Fläche des Reibungselementes an einer Fläche des radialen Vorsprungs des Waffenrohres reibt. Was den Ausdruck "radial" des radialen Vorsprungs des Waffenrohres anbelangt, so ist dies nicht dahingehend einschränkend zu verstehen, dass dieser Vorsprung des Waffenrohres ausschließlich eine radiale Komponente aufweist. So sind z. B. davon auch Vorsprünge oder Ausstellungen des Waffenrohres umfasst, welche Oberflächen mit einer mehr oder weniger stark ausgeprägten radialen Ausrichtung aufweisen. Der radiale Vorsprung des Waffenrohres kann integraler Bestandteil des Waffenrohres sein, es ist aber genauso gut möglich, dass dieser radiale Vorsprung aufgesteckt, aufgeschweißt oder auf sonst eine Weise an dem Waffenrohr angebracht ist. Durch eine solch radiale Ausrichtung des Vorsprungs des Waffenrohres kann bei geeigneter Ausrichtung der Fläche des Reibungselementes nach Entstehung der Biegeschwingungen ein Gleitreibungsvorgang hervorgerufen werden, welcher der radialen Auslenkungsbewegung des Waffenrohrteiles entgegenwirkt. Durch diesen Reibungsvorgang werden die Biegeschwingungen in Wärme dissipiert.

**[0012]** Der radiale Vorsprung des Waffenrohres kann auf verschiedenste Arten ausgestaltet sein, z. B. als Stift, als Keil, oder als Ringsektor. Vorzugsweise ist der radiale Vorsprung des Waffenrohres jedoch als Ring ausgebildet, durch den das Waffenrohr geführt ist und der an dem Waffenrohr befestigt ist. Die Ausgestaltung in Form eines Ringes ist aufgrund der Rotationssymmetrie vorteilhaft beim Zusammenbau des Waffenrohres und der mit ihm gekoppelten Dämpfungseinrichtung.

**[0013]** Vorzugsweise ist das Reibungselement so angeordnet, dass es unter dem Einfluss der Biegeschwingungen weitgehend unbewegt bleibt. Dies ist deshalb vorteilhaft, da bei einer etwaigen Beweglichkeit des Reibungselementes die Reibung geschwächt würde, wenn der reibverbundene radiale Vorsprung des Waffenrohres das Reibungselement "mitnähme", so dass das Reibungselement wirkungslos mitschwingen würde, ohne die Biegeschwingungen abzdämpfen. Diese weitgehende Unbeweglichkeit kann dadurch erreicht werden, dass das Reibungselement mit einem massiven Teil der Schusswaffe und/oder mit deren Stützvorrichtung oder Unterbau gekoppelt ist. Diese Kopplung kann als feste, stabile Verbindung zwischen Reibungselement und Stützvorrichtung ausgestaltet sein, es kann sich aber auch um eine Kopplung handeln, durch welche nur eine Bewegung des Reibungselementes radial zur Waffenrohrachse zumindest weitgehend unterbunden wird, jedoch eine axiale Bewegung des Reibungselementes möglich ist.

**[0014]** Dabei ist das Reibungselement vorzugsweise ebenfalls als ein Ring ausgestaltet, durch den das Waffenrohr geführt ist und der nicht an dem Waffenrohr befestigt ist. Dies ermöglicht eine Bewegung des Reibungselementes in axialer Richtung. Außerdem ist es dadurch möglich, dass die Innenseite des Rings so von dem Waffenrohr beabstandet ist, dass das Waffenrohr bei Ausführen seiner Rohrbiegeschwingungen nicht oder nur leicht an das Reibungselement stößt.

**[0015]** Vorzugsweise weist die Dämpfungseinrichtung ein vom Waffenrohr durchdrungenes Gehäuse auf, in welchem das ringförmige Reibungselement geführt ist. Dabei ist die Führung des ringförmigen Reibungselementes vorzugsweise so ausgestaltet, dass eine Bewegung des ringförmigen Reibungselementes in axialer Richtung möglichst widerstandsfrei erfolgen kann, beispielsweise durch entsprechende Roll-, Schmier- und/oder Gleitlagerung des ringförmigen Reibungselementes an der Innenseite des zylinderförmigen Gehäuses. Gleichzeitig erfolgt die Führung bzw. Lagerung des ringförmigen Reibungselementes vorzugsweise spielfrei, das heißt, dass eine Bewegung des ringförmigen Reibungselementes in radialer Richtung weitgehend unterbunden wird.

**[0016]** Es ist von Vorteil, wenn das Gehäuse derart um das Waffenrohr angeordnet ist, dass es das Waffenrohr nicht berührt, während das Waffenrohr in Biegeschwingungen versetzt ist. Dadurch wird gewährleistet, dass der definierte Reibvorgang zwischen dem ringförmigen Vorsprung des Waffenrohres und dem ringförmigen Reibungselement ungestört ablaufen kann.

**[0017]** Vorzugsweise ist das Gehäuse fest mit einem massiven Teil der Schusswaffe und/oder mit deren Stützvorrichtung oder Unterbau verbunden. Im Zusammenspiel mit der oben beschriebenen Kopplung des Reibungselementes mit einem massiven Teil der Schusswaffe und/oder mit deren Stützvorrichtung oder Unterbau kann damit erreicht werden, dass das Reibungselement unter dem Einfluss der Biegeschwingungen, zumindest in radialer Richtung, weitgehend unbeweglich ist. Dadurch ist es möglich, dass das Reibungselement unter dem Einfluss der Biegeschwingungen weitgehend unbewegt bleibt, so dass der Gleitreibungsvorgang zwischen ringförmigem radialem Vorsprung des Waffenrohres und ringförmigem Reibungselement in einer effektiven Dämpfung der Biegeschwingungen resultiert.

**[0018]** Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Dämpfungseinrichtung eine Anpresseeinrichtung zum Anpressen der Fläche des Reibungselementes an die Fläche des radialen Vorsprungs. Unter Anpresseeinrichtung im Sinne der vorliegenden Erfindung wird jegliche Einrichtung verstanden, welche eine Krafteinwirkung zwischen Reibungselement und radialem Vorsprung hervorzurufen vermag. Die Anpresseeinrichtung ist in der Lage, die Normalkraft zwischen den beiden in Kontakt stehenden Flächen auf ein vorgegebenes festes oder variables Maß einzustellen. Da die Reibungskraft proportional zur Normalkraft zwischen der Fläche des Reibungsele-

menten und der Fläche des radialen Vorsprungs ist, kann über die Stärke der Anpresskraft die Stärke der Dämpfung eingestellt werden.

**[0019]** Im einfachsten Fall besteht die Anpresseinrichtung aus einer Feder. Die Anpresseinrichtung kann aber genauso gut durch eine Hydraulikeinrichtung oder durch eine pneumatische Einrichtung gebildet sein.

**[0020]** Im Falle des Verwendens einer Feder als Anpresseinrichtung ist es vorteilhaft, wenn sich die Feder am Gehäuse abstützt und das ringförmige Reibungselement an den radialen Vorsprung drückt. Aufgrund der voranstehend beschriebenen festen Verbindung des Gehäuses mit einem massiven Teil der Schusswaffe und/oder mit deren Stützvorrichtung oder Unterbau kann die leicht gestauchte Feder eine resultierende Kraft zwischen dem Reibungselement und dem radialen Vorsprung des Waffenrohres ausüben.

**[0021]** Es ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Kraft, mit der die Anpresseinrichtung die Fläche des Reibungselementes an die Fläche des radialen Vorsprungs des Waffenrohres presst, zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen zeitlich veränderlich ist. Da die Anpresskraft, wie oben schon beschrieben, proportional zur Gleitreibungskraft ist, kann über eine Variation der Anpresskraft eine zeitlich veränderliche Dämpfungskraft erzielt werden.

**[0022]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann eine Veränderung der Anpresskraft durch eine Rücklaufbewegung des Waffenrohres nach einem Schuss bewirkbar sein. Eine derartige Rücklaufbewegung des Waffenrohres tritt beispielsweise beim sogenannten Rückstosslader auf. Eine Veränderung der Anpresskraft kann aber auch genauso gut durch andere Vorgänge bewirkbar sein, sei es durch Vorgänge, die unmittelbar mit dem Abschießen der automatischen Waffe in Verbindung stehen, oder durch Vorgänge, die von außen auf die Anpresseinrichtung einwirken. Es ist beispielsweise auch möglich, bei einem Gasdrucklader den veränderlichen Druck der Geschoss-gase für eine Veränderung der Anpresskraft einzusetzen. Das bedeutet, dass eine Veränderung der Anpresskraft durch den Druck von Verbrennungsgasen bewirkbar ist, die beim Schuss entstehen.

**[0023]** Ferner kann die Anpresseinrichtung mit einem Hochgeschwindigkeits-Stellglied gekoppelt sein, welches eingerichtet ist, die Anpresskraft innerhalb einer Zeitspanne zu verändern, die wesentlich kürzer ist, als die Zeitspanne zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen. Mit Hilfe eines solchen Stellgliedes ist es möglich, mehrmals zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen die Stärke der Dämpfung der Biegeschwingungen zu verändern. Dadurch kann eine quasi beliebig vorgebbare Dämpfungscharakteristik erzeugt werden, welche der Dämpfungseinrichtung und letztlich dem schwingenden Waffenrohr aufgeprägt werden kann.

**[0024]** Vorteilhafterweise ist dabei das Stellglied mit einer Messeinrichtung zum Messen der aktuellen Biegeschwingungen gekoppelt, und die Messwerte dieser Messung werden in Ist-Zeit der Einstellung der Anpresskraft über das Hochgeschwindigkeits-Stellglied zugrunde gelegt. Dadurch ist es möglich, zu jedem Zeitpunkt in Abhängigkeit der aktuellen Stärke der Biegeschwingungen die jeweils optimale Dämpfungsstärke einzustellen. Diese optimale Dämpfungsstärke kann z. B. die maximale Dämpfungsstärke sein, bei der die Fläche des Reibungselementes gerade noch nicht mit der Fläche des radialen Vorsprungs des Waffenrohres verklemt (siehe dazu weiter unten). Durch das Beaufschlagen des in Biegeschwingungen versetzten Waffenrohres mit dieser optimalen bzw. maximalen Dämpfungskraft können die Rohrbiegeschwingungen innerhalb der kürzest möglichen Zeit zum Abklingen gebracht werden. Dies kann letztlich in der Umkehrung dazu führen, dass die Kadenz, also die Schussfrequenz, der automatischen Schusswaffe erhöht werden kann, solange die Zeitspanne zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen der neuen Kadenz immer noch größer oder gleich dieser minimalen Dämpfungszeit bleibt.

**[0025]** Nach einer anderen Ausführungsform der eingangs erläuterten Grundidee der vorliegenden Erfindung, wonach bei einem Waffenrohr einer automatischen Schusswaffe eine Dämpfungseinrichtung zum Dämpfen der Biegeschwingungen eingesetzt wird, welche die kinetische Energie der Biegeschwingungen durch Reibungsvorgänge, welche durch die Biegeschwingungen ausgelöst werden, zwischen jeweils zwei aufeinander folgenden Schüssen in der Kadenz zumindest weitgehend dissipiert, weist die Dämpfungseinrichtung ein vom Waffenrohr durchdrungenes Gehäuse auf, wobei in den Raum zwischen Gehäuseinnenwand und Waffenrohraußenwand eine Materialansammlung eingebracht ist, welche geeignet ist, die Schwingungsenergie der Biegeschwingungen in Wärmeenergie zu dissipieren.

**[0026]** Vorzugsweise umfasst diese Materialansammlung eine Ansammlung von Metallkugeln. Der Einsatz von Metallkugeln hat den Vorteil, dass diese eine hohe Temperaturbeständigkeit und eine hohe Verschleißfestigkeit aufweisen, was bei den am Waffenrohr einer automatischen Schusswaffe auftretenden hohen Kräften und Temperaturen von großem Vorteil ist.

**[0027]** Dabei ist es möglich, dass der Raum zwischen Gehäuseinnenwand und Waffenrohraußenwand entweder voll mit den Metallkugeln gefüllt ist, so dass die Metallkugeln einen gewissen Druck aufeinander ausüben, oder nur teilweise mit den Metallkugeln gefüllt ist, so dass sie sich zumindest weitgehend frei zueinander bewegen können. Die vollständige Füllung des Gehäuse-raumes mit Metallkugeln hat den Vorteil, dass die Metallkugeln aufgrund der Rohrbiegeschwingungen so gerüttelt werden, dass der Effekt des sogenannten Mikro-Schlupfes auftritt, welcher eine besonders effektive Form der Schwingungsdämpfung gewährleistet. Beim Mikro-Schlupf können sich die beiden in Kontakt stehenden Elemente (in diesem Fall die Metallkugeln) nur minimal zueinander bewegen. Erstaunlicherweise stellen diese Mikro-Verschiebungen sehr effektive Reibvorgänge dar, welche eine schnelle Dissipation der auslösenden Biegeschwingungen in Wärmeenergie ermöglichen. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausführungsform mit voll ausgefülltem Gehäus-

einnenraum beschränkt. Es ist genauso gut möglich, dass der Gehäuseinnenraum nur teilweise mit den Metallkugeln gefüllt ist, so dass sie sich frei zueinander bewegen können. Diese Option kann je nach Ausgestaltung der Gehäuseinnenwand und der Materialwahl für die Metallkugeln auch zu einer effektiven Dämpfung der Biegeschwingungen beitragen.

**[0028]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Materialansammlung Sand und/oder eine hochviskose Flüssigkeit und/oder ein Gel. Gerade die beiden letztgenannten nicht-festen Stoffe können - alleine verwendet oder in Kombination mit Feststoffen (z. B. mit den oben beschriebenen Metallkugeln) - zu einer effektiven Dissipation der kinetischen Energie der Biegeschwingungen in Wärmeenergie dienen. Vorzugsweise bei den vorgenannten nicht-festen Materialansammlungen - aber auch bei anderen Medien, wie z. B. den Metallkugeln oder dem Sand - bietet es sich an, das Gehäuse zum Rohr hin mit einer dünnen Membran abzudichten, so dass das Medium nicht durch den Spalt zwischen Gehäuse und Rohraußenwand ausfließen bzw. ausdringen kann. Diese Membran sollte dabei so ausgestaltet sein, dass der Energieübertrag vom Waffenrohr auf das dissipierende Medium möglichst wenig beeinflusst wird. Wünschenswerterweise ist diese Membran also möglichst dünn, flexibel und evtl. auch wellenartig strukturiert. Im Falle der Metallkugeln kann eine solche Membran aber auch entfallen, wenn der Durchmesser der Kugeln größer ist als der Spalt zwischen Gehäuse und Rohraußenwand.

**[0029]** Weiterhin ist als Materialansammlung, welche in den Raum zwischen Gehäuseinnenwand und Waffenrohr Außenwand eingebracht ist, auch ein kompaktes plastisch oder elastisch verformbares Material mit hoher Temperaturbeständigkeit denkbar. Die Wahl eines solchen Materials hat den Vorteil, dass es leichter zu handhaben ist als nicht-feste Materialien oder kleinstückige Materialansammlungen wie Kugeln oder Sand.

**[0030]** Aus den schon oben genannten Gründen ist es auch hier vorteilhaft, wenn das Gehäuse derart um das Waffenrohr angeordnet ist, dass das Gehäuse unter dem Einfluss der Biegeschwingungen weitgehend unbewegt bleibt. Dementsprechend ist es auch vorteilhaft, dass das Gehäuse derart um das Waffenrohr angeordnet ist, dass es das Waffenrohr nicht berührt, während das Waffenrohr in Biegeschwingungen versetzt ist. In diesem Zusammenhang ist es auch vorteilhaft, dass das Gehäuse fest mit einem massiven Teil der Schusswaffe und/oder mit deren Stützvorrichtung oder Unterbau verbunden ist.

**[0031]** Im Gegensatz zu der im unmittelbar vorangehenden Absatz beschriebenen unbeweglichen Anordnung des Gehäuses um das Waffenrohr ist es jedoch auch möglich, das Gehäuse fest mit dem Waffenrohr zu verbinden oder zumindest rutschfest auf diesem anzubringen. In diesem Fall ist es vorteilhaft, das Gehäuse nicht mit einem anderen Teil der Schusswaffe zu koppeln oder zu verbinden. Eine derartig ausgestaltete Dämpfungseinrichtung ist vielleicht in ihrer Dämpfungswirkung nicht ganz so effektiv wie die voran stehend beschriebene Dämpfungseinrichtung, jedoch ist sie leichter in bestehende Waffensysteme zu integrieren bzw. nachzurüsten.

**[0032]** Vorzugsweise sind alle voran stehend beschriebenen Dämpfungseinrichtungen derart mit dem Waffenrohr gekoppelt, dass die Reibungsvorgänge in und/oder an der Dämpfungseinrichtung erfolgen.

**[0033]** Die vorliegende Erfindung umfasst selbstverständlich auch eine automatische Waffe mit einem Waffenrohr mit einer der voranstehend beschriebenen Dämpfungseinrichtungen.

**[0034]** Die eingangs beschriebene technische Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird außerdem durch eine Dämpfungseinrichtung zum Dämpfen von beim Abfeuern einer automatischen Waffe an deren Waffenrohr hervorgerufenen Biegeschwingungen gelöst, welche derart mit dem Waffenrohr der automatischen Waffe koppelbar ist, dass die kinetische Energie der Biegeschwingungen durch Reibungsvorgänge, welche durch die Biegeschwingungen ausgelöst werden, zwischen jeweils zwei aufeinander folgenden Schüssen in der Kadenz zumindest weitgehend dissipiert werden können.

**[0035]** Aus den schon oben beschriebenen Gründen ist es für die erfindungsgemäße Dämpfungseinrichtung auch vorteilhaft, dass sie ein Reibungselement umfasst, welches mit einem radialen Vorsprung des Waffenrohres derart reibkoppelbar ist, dass bei einer durch die Biegeschwingungen hervorgerufenen radialen Auslenkung zumindest eines Teils des Waffenrohres eine Fläche des Reibungselementes an einer Fläche des radialen Vorsprungs des Waffenrohres reibt.

**[0036]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung ist deren Dämpfung im Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen veränderlich. Mit dem Begriff "veränderlich" ist gemeint, dass sich die Dämpfungsstärke ohne weiters Zutun von Außen von selbst verändert. Dies ist z. B. möglich aufgrund von Vorgängen die mit dem Abschießen der automatischen Waffe in Zusammenhang stehen, wie z. B. die Rücklaufbewegung des Waffenrohres bei einem Rückstosslader oder die Druckveränderung in den Verbrennungsgasen, wie sie beim Abschuss eines Gasdruckladens entstehen.

**[0037]** Es kann aber auch vorteilhaft sein, dass die Dämpfung im Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen aktiv veränderbar ist. Das bedeutet, dass die Dämpfungsstärke durch Kopplung mit externen Vorgängen verändert wird, die außerhalb der originären Abläufe, die mit dem Abfeuern der automatischen Waffe in direktem Zusammenhang stehen, anzusiedeln sind. Für eine solche aktive Veränderbarkeit kommt bei der erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung der Einsatz eines Hochgeschwindigkeits-Stellgliedes in Frage, welches eingerichtet ist, die Dämpfung innerhalb einer Zeitspanne zu verändern, die wesentlich kürzer ist, als die Zeitspanne zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen. Beispielsweise kann die Dämpfungseinrichtung eingerichtet sein, die Dämpfungsstärke direkt nach einem Schuss zunächst auf einen vorbestimmten Wert einzustellen und dann vor dem nächsten Schuss auf

einen geringeren Wert oder den Wert null einzustellen.

**[0038]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der eingangs beschriebenen erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung kann diese ein vom Waffenrohr durchdringbares Gehäuse umfassen, welches zur Waffenrohraußenwand hin mit einer dünnen Membran abgedichtet ist, wobei in den Raum zwischen Gehäuseinnenwand und Membran eine Materialansammlung eingebracht ist, welche geeignet ist, die Schwingungsenergie der Biegeschwingungen in Wärmeenergie zu dissipieren.

**[0039]** Generell ist es im Sinne der vorliegenden Erfindung, eine möglichst hohe Dämpfung anzustreben, damit die Rohrbiegeschwingungen möglichst schnell abklingen. Je schneller die Schwingungen nämlich abgedämpft werden können, desto höher kann die Kadenz, also die Anzahl von Schüssen pro Zeiteinheit, sein, da dann schon innerhalb der verkürzten Zeitspanne zwischen den Schüssen die für das Treffbild schädlichen Rohrschwingungen abgebaut sind.

**[0040]** Umgesetzt auf die oben beschriebene Ausführungsform mit einer Anpresseeinrichtung in Form einer Feder bedeutet das, dass die Federkraft, mit der die Feder das ringförmige Reibungselement gegen den radialen Vorsprung des Waffenrohres drückt, möglichst groß sein sollte, denn umso größer ist dann auch die Reibungskraft zwischen dem ringförmigen Reibungselement und dem radialen Vorsprung (bzw. der radialen Ausstellung), und umso höher ist die Dämpfung. Ist jedoch diese Reibungskraft zu groß, besteht die Gefahr, dass das Waffenrohr in einer aus der Ruhelage radial ausgelenkten Position verklemmt, was für das Ziel der Erfindung, nämlich das Treffbild zu verbessern, kontraproduktiv wäre. Bei einer konstanten Dämpfung, also bei einer konstanten Reibungskraft, welcher einer konstanten Vorspannung der Feder im Gehäuse entspricht, muss also ein Kompromiss eingegangen werden: Die Dämpfung soll so hoch wie möglich sein, um ein möglichst rasches Abklingen der Rohrbiegeschwingungen zu bewirken, aber gleichzeitig so niedrig wie nötig, um ein Verklemmen möglichst zu vermeiden.

**[0041]** Dieses Dilemma lässt sich erfindungsgemäß durch den Einsatz einer zeitlich veränderlichen Dämpfung lösen. Vorteilhafterweise ist die Dämpfung direkt nach einem Schuss, wenn die Amplitude der Rohrbiegeschwingungen und damit deren Schwingungsenergie am größten ist, relativ hoch und nimmt dann vor dem nächsten Schuss ab. Die Dämpfungscharakteristik, also die Dämpfungskraft bzw. Reibungskraft bzw. Federkraft in Abhängigkeit der Zeit, kann dabei verschiedene Formen annehmen. Denkbar ist z. B. eine mehr oder weniger "digitale" Dämpfungscharakteristik, also ein Wechsel zwischen einer relativ hohen konstanten Dämpfungskraft und gar keiner Dämpfungskraft (völliges Entspannen der Feder). Dann kann es zwar in der ersten Phase nach einem Schuss zu einem Verklemmen kommen, jedoch geschieht dies dann bei einer schon verminderten Amplitude der Rohrbiegeschwingungen. Nach dem Wegfall der Dämpfungskraft geht das Waffenrohr aufgrund seiner Eigenelastizität bei nunmehr stark verringerter Auslenkung relativ schnell von selbst in seine Ruhelage zurück, bevor der nächste Schuss folgt. Diese Art der Dämpfungscharakteristik hat den Vorteil, dass sie relativ einfach zu realisieren ist. So lässt sich z. B. die Erzeugung dieser Dämpfungscharakteristik direkt mit der Schussfolge der automatischen Waffe koppeln. So kann z. B. bei einem Rückstosslader die Rücklaufbewegung des Waffenrohres nach einem Schuss dazu verwendet werden, die Feder in der Dämpfungseinrichtung zu komprimieren bzw. zu stauchen, um dadurch kurz nach dem Schuss eine gesteigerte Reibungskraft zwischen dem ringförmigen Reibungselement und dem radialen Vorsprung des Waffenrohres, und damit eine gesteigerte Dämpfungskraft zu erreichen. Sobald sich das Rohr vor dem nächsten Schuss wieder nach vorne bewegt, wird die Feder wieder entspannt und die Dämpfung damit wieder verringert. Eine entsprechende Lösung lässt sich auch bei einem Dampfdrucklader realisieren, und zwar durch eine entsprechende Beaufschlagung eines Kolbens mit den Verbrennungsgasen, die beim Schuss entstehen.

**[0042]** Die oben beschriebenen selbstkoppelnden bzw. selbststeuernden Systeme mit ihrer "digitalen" Dämpfungscharakteristik zeichnen sich durch ihre Einfachheit und durch ihre Unabhängigkeit von weiteren externen Steuermechanismen zur zeitlichen Steuerung der Dämpfungskraft aus. Zur Erzeugung einer technisch-mathematisch optimierten Dämpfungscharakteristik ist es unter Umständen jedoch auch sinnvoll, das heißt den Aufwand wert, einen externen Steuermechanismus vorzusehen, der die Dämpfungskraft mit Hilfe eines Hochgeschwindigkeits-Stellgliedes zu jedem Zeitpunkt so hoch wie möglich einstellt, so dass es gerade noch nicht zu einem Verklemmen zwischen ringförmigem Reibungselement und radialem Vorsprung des Waffenrohres kommt, was zu einer optimal schnellen Dämpfung der Rohrbiegeschwingungen führen würde. Hier wäre der Einsatz eines computergesteuerten Systems denkbar, welche über das Hochgeschwindigkeits-Stellglied - anstatt des rein mechanischen Elementes in Form z. B. einer Feder - die Anpresskraft des ringförmigen Reibungselementes auf den radialen Vorsprung des Waffenrohres in sehr kurzer Zeit verändern kann. Um diese Anpresskraft zu optimieren, ist es möglich, über ein Messglied die aktuellen Rohrbiegeschwingungen zu messen und die daraus resultierenden Messwerte in Ist-Zeit der Einstellung der Anpresskraft über das Hochgeschwindigkeits-Stellglied zugrunde zu legen. Die vorliegende Erfindung umfasst dabei auch eine entsprechende Software bzw. ein Datenverarbeitungsprogramm, welches zur Steuerung der oben beschriebenen Prozesse eingerichtet ist.

**[0043]** Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Verbesserungen der Erfindung ergeben sich aus nachstehender Beschreibung von bevorzugten Realisierungsbeispielen der Erfindung. Es wird daraufhingewiesen, dass die Erfindung auch weitere Ausführungsformen umfasst, die sich aus einer Kombination von Merkmalen ergeben, die getrennt in den Patentansprüchen und/oder in der Beschreibung und den Figuren aufgeführt sind.

**[0044]** Nachstehend wird die Erfindung anhand ihrer vorteilhaften Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

**[0045]** In den Zeichnungen bezeichnen die gleichen oder ähnlichen Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Teile. In den Zeichnungen zeigen:

- 5
- Figur 1A eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Figur 1B einen vergrößerten Ausschnitt aus Figur 1A;
- 10 Figur 2A eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Figur 2B eine Detaildarstellung des rechten Teils der Figur 2A;
- 15 Figuren 3A und 3B eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Figur 3C eine vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Figur 3D eine fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- 20 Figuren 4A und 4B eine sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Figur 5A die Dämpfungscharakteristik bzw. Schwingungscharakteristik eines mit konstanter Dämpfungskraft gedämpften Waffenrohres einer automatischen Schusswaffe, welches beim Schießen in Biegeschwingungen versetzt wird;
- 25 Figur 5B die Dämpfungscharakteristik bzw. Schwingungscharakteristik eines Waffenrohres einer automatischen Schusswaffe, welches beim Schießen in Biegeschwingungen versetzt wird, wobei die Dämpfungskraft zwischen den einzelnen Schüssen derart variiert, dass sich Plateauphasen einer bestimmten konstanten Dämpfungskraft mit Plateauphasen ohne Dämpfungskraft abwechseln;
- 30 Figur 5C die Dämpfungscharakteristik bzw. Schwingungscharakteristik eines Waffenrohres einer automatischen Schusswaffe, welches beim Schießen in Biegeschwingungen versetzt wird, wobei die Dämpfungscharakteristik annähernd dreieckförmig ist;
- 35 Figur 5D die Dämpfungscharakteristik bzw. Schwingungscharakteristik in der zweiten Ausführungsform gemäß Figuren 2A und 2B; und
- 40 Figuren 6A und 6B Darstellungen zum Stand der Technik, welche die Ausbildung von Schwingungsbäuchen und Schwingungsknoten der Rohrbiegeschwingungen in Abhängigkeit verschiedener Einspannpositionen verdeutlichen.

**[0046]** Unter Bezugnahme auf Figuren 1A und 1B wird nun prinzipiell der erfindungsgemäße Gegenstand erläutert.

**[0047]** Figur 1A zeigt ein Waffenrohr 10 einer automatischen Schusswaffe 11, welches beim Schießen in Biegeschwingungen S versetzt wird. Es ist eine Dämpfungseinrichtung 20 zum Dämpfen der Biegeschwingungen S vorgesehen, welche eingerichtet ist, die kinetische Energie der Biegeschwingungen S durch Reibungsvorgänge, welche durch die Biegeschwingungen S ausgelöst werden, zwischen jeweils zwei aufeinander folgenden Schüssen in der Kadenz zumindest weitgehend zu dissipieren. Zu diesem Zweck weist die Dämpfungseinrichtung 20 ein Reibungselement 21 auf, welches mit einem radialen Vorsprung 24 des Waffenrohres 10 derart in Reibkontakt steht, dass bei einer durch die Biegeschwingungen S hervorgerufenen radialen Auslenkung zumindest eines Teils des Waffenrohres 10 eine Fläche 21 a des Reibungselementes 21 an einer Fläche 24a des radialen Vorsprungs 24 des Waffenrohres 10 reibt (siehe Figur 1 B).

**[0048]** Der radiale Vorsprung 24 des Waffenrohres 10 ist in Form eines Ringes ausgestaltet, durch den das Waffenrohr 10 geführt ist und der an dem Waffenrohr 10 befestigt ist. In der Figur 1A ist dieser Ring 24 aus Stabilisierungsgründen über eine zylindrische Hülse winkelig mit dem Waffenrohr 10 fest verbunden. Der Ring 24 und/oder die zylindrische Hülse sind vorzugsweise durch Schweißen am Waffenrohr 10 befestigt. Um eine leichtere Auf- bzw. Abmontierbarkeit des Ringes 24 zu gewährleisten, kann dieser jedoch auch fest aufgesteckt bzw. aufgeklemt sein. Denkbar ist auch eine hälftige Teilung des Ringes in radialer Richtung mit einem Scharnier, so dass der Ring 24 um das Waffenrohr 10



angelegt werden kann, ohne ihn über das gesamte Rohr streifen zu müssen. Nachdem die beiden Scharnierhälften des Rings 24 um das Waffenrohr 10 geschlossen sind, können die beiden Scharnierhälften fest miteinander verbunden werden, so dass der Ring 24 fest auf dem Waffenrohr 10 sitzt.

**[0049]** Die Dämpfungseinrichtung 20 weist ein vom Waffenrohr 10 durchdrungenes Gehäuse 22 auf, in welchem ein ringförmiges Reibungselement 21 geführt ist. Durch das ringförmige Reibungselement 21 ist das Waffenrohr 10 geführt. Das ringförmige Reibungselement 21 ist nicht an dem Waffenrohr 10 befestigt. Vielmehr ist zwischen der Innenseite des Rings 21 und der Außenwand des Waffenrohres 10 idealerweise so viel Spiel, dass das Waffenrohr 10 bei Ausführen seiner Biegeschwingungen S den Ring 21 nicht berührt. Das Gehäuse 22 ist fest mit dem Unterbau 14 der Schusswaffe 11 verbunden. Ebenso gut ist es auch möglich, dass das Gehäuse 22 fest mit einem massiven Teil 12 der Schusswaffe 11 und/oder mit deren Stützvorrichtung 13 verbunden ist. Das ringförmige Reibungselement 21 ist möglichst spielfrei zur Gehäuseinnenwand in das zylindrische Gehäuse 22 eingepasst. Die Dicke des ringförmigen Reibungselementes 21 ist vorzugsweise so zu wählen, dass er durch die Gehäuseinnenwand verkantungsfrei geführt werden kann. Dadurch, dass das Gehäuse 22 fest mit dem Unterbau 14 der Schusswaffe 11 verbunden ist, und zwischen äußerem Rand des Ringes 21 und der Gehäuseinnenwand kein Spiel besteht, ist das ringförmige Reibungselement 21 letztlich so mit dem durch die Rohrbiegeschwingungen des Waffenrohres 10 unbeweglichen Unterbau 14 gekoppelt, dass sich der Ring 21 zwar in axialer Richtung weitgehend widerstandsfrei bewegen lässt (lässt man die Feder 23 außer acht), der Ring 21 in radialer Richtung jedoch möglichst unbeweglich ist. Die möglichst reibungsfreie Verschiebbarkeit des Ringes 21 in dem Gehäuse 22 kann durch entsprechende Lagerung erzielt werden, z. B. durch Ausbildung eines Gleitlagers (mit oder ohne Schmierung) oder eines Kugellagers. Das ringförmige Reibungselement 21 ist also letztlich so angeordnet, dass es unter dem Einfluss der Biegeschwingungen in radialer Richtung weitgehend unbewegt bleibt.

**[0050]** Die Dämpfungseinrichtung 20 umfasst außerdem eine Anpresseeinrichtung 23 in Form einer Feder. Wie insbesondere aus Figur 1B zu sehen ist, drückt die gestauchte Feder 23 die Fläche 21 a des ringförmigen Reibungselementes 21 mit einer bestimmten Kraft F an die Fläche 24a des radialen Vorsprungs 24 des Waffenrohres 10. Wird nun das Waffenrohr 10 beim Schießen in Biegeschwingungen S versetzt, welche das Waffenrohr 10 in radialer Richtung um seine Ruhelage auslenken, so reiben die beiden Flächen 21a und 24a tangential aneinander. Je nachdem, wie groß die Kraft F ist, mit welcher die Feder 23 die Fläche 21 a des ringförmigen Reibungselementes 21 an die Fläche 24a des ringförmigen radialen Vorsprungs 24 des Waffenrohres 10 drückt, ist die Reibungskraft zwischen den beiden Flächen 21a und 24a verschieden stark ausgeprägt. Die Reibungskraft zwischen den beiden Flächen 21a und 24a ist direkt proportional zur Größe der Anpresskraft F. Je stärker die Reibungskraft zwischen den beiden Flächen 21a und 24a ist, welche durch die Biegeschwingungen S hervorgerufen wird, desto größer ist auch die Dämpfung der Rohrbiegeschwingungen S durch die Dämpfungseinrichtung 20. Die Feder 23 stützt sich auf der einen Seite gegen den Boden des zylinderförmigen Gehäuses 22 ab, auf der anderen Seite gegen das ringförmige Reibungselement 21. Anstatt der Ausgestaltung der Anpresseeinrichtung 23 in Form einer Feder ist es auch möglich, die Anpresseeinrichtung 23 in Form einer Hydraulikeinrichtung oder einer pneumatischen Einrichtung auszugestalten.

**[0051]** Aufgrund der durch die Biegeschwingungen S ausgelösten Reibung zwischen dem ringförmigen radialen Vorsprung 24 des Waffenrohres 10 und dem ringförmigen Reibungselement 21 der Dämpfungseinrichtung 20 können die für das Treffbild der automatischen Schusswaffe 11 schädlichen Biegeschwingungen S schnell und effektiv in Wärme dissipiert werden.

**[0052]** Es ist übrigens auch vorstellbar, dass die Dämpfungseinrichtung 20 über ihre feste Verbindung zum Unterbau 14 der Schusswaffe 11 axial verschieblich angeordnet ist. Beispielsweise kann der Fuß, über den das Gehäuse 22 der Dämpfungseinrichtung 20 mit dem Unterbau 14 verbunden ist, in einer Schiene im Unterbau 14 gelagert sein, welche parallel unter dem Waffenrohr 10 verläuft. Dadurch kann die Dämpfungseinrichtung 20 an jede beliebige Position des Waffenrohres 10 geschoben werden. Vorzugsweise ist der Fuß nach dem Verschieben an eine bestimmte Position in oder an der Schiene arretierbar. Eine Verschieblichkeit der Dämpfungseinrichtung 20 entlang des Waffenrohres 10 kann deshalb von Vorteil sein, da die Schwingungsamplituden der Rohrbiegeschwingungen S über die Länge des Waffenrohres 10 variieren.

**[0053]** Ferner ist es möglich, die voranstehend beschriebene erste Ausführungsform der Erfindung mit festen Einspannpunkten des Waffenrohres 10, wie es aus dem Stand der Technik gemäß Figuren 6A und 6B bekannt ist, zu kombinieren. Insbesondere bei einer Kombination der Merkmale der Figur 1A und der Figur 6B wäre es unter Umständen von Vorteil, die Dämpfungseinrichtung 20 in die Mitte zwischen Einspannpunkt 15 und Rohrbeginn zu schieben, da dort die Schwingungsamplitude der Rohrbiegeschwingungen S am größten ist (Schwingungsbauch).

**[0054]** Die oben beschriebene erste Ausführungsform gemäß Figuren 1A und 1B lässt sich unter bestimmten Gesichtspunkten mit der Schwingungscharakteristik bzw. Dämpfungscharakteristik gemäß Figur 5A in Verbindung bringen. Denn wie bereits weiter oben erläutert, ist generell eine hohe Dämpfung anzustreben, damit die Rohrbiegeschwingungen S möglichst schnell abklingen. Je schneller nämlich die Schwingungen S abgedämpft werden können, desto höher kann die Kadenz sein, also die Anzahl der Schüsse pro Zeiteinheit, da dann schon innerhalb der verkürzten Zeitspanne zwischen den Schüssen die für das Treffbild schädlichen Rohrschwingungen S abgebaut sind. Übertragen auf die oben beschriebene erste Ausführungsform bedeutet dies, dass die Federkraft F, mit der die Feder 23 das ringförmige Rei-

bungselement 21 gegen die ringförmige radiale Ausstellung des Waffenrohres 10 drückt, möglichst groß sein sollte (also möglichst hohe Federkonstante), denn umso größer ist dann auch die Reibungskraft zwischen den beiden Flächen 21a und 24a, und umso höher ist die Dämpfungskraft. Ist jedoch die Federkonstante zu groß und damit die Reibungskraft zu groß, besteht die Gefahr, dass das Waffenrohr 10 nach anfänglich gedämpften Schwingungen in einer aus der Ruhelage (Auslenkung 0 in Figur 5A) radial ausgelenkten Position verklemmt und der nächste Schuss in dieser ausge-

**[0055]** Bei einer konstanten Dämpfung, also bei einer konstanten Reibungskraft, welcher einer konstanten Vorspannung der Feder 23 im Gehäuse 22 der Dämpfungseinrichtung 20 entspricht, muss also ein Kompromiss eingegangen werden: Einerseits soll die Dämpfung so hoch wie möglich sein (= möglichst hohe Federkonstante, also "harte Feder"), um ein möglichst rasches Abklingen der Rohrbiegeschwingungen S zu bewirken, andererseits soll die Dämpfung gleichzeitig so niedrig wie nötig sein (= möglichst niedrige Federkonstante, also "weiche Feder"), um ein Verklemmen möglichst zu vermeiden bzw. dieses Verklemmen auf möglichst geringe Auslenkungswerte zu beschränken.

**[0056]** Obwohl also die erste Ausführungsform der Erfindung gemäß Figuren 1A und 1B schon einen entscheidenden Beitrag zur Lösung der technischen Aufgabe liefert, kann diese erste Ausführungsform noch verbessert werden.

**[0057]** Eine solche Verbesserung der ersten Ausführungsform stellt die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar, wie sie im Folgenden unter Bezug auf die Figuren 2A und 2B erläutert wird.

**[0058]** Die Verbesserung in der zweiten Ausführungsform besteht hauptsächlich darin, dass die Dämpfung im Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen veränderlich ist. Vorteilhafterweise ist die Dämpfung direkt nach einem Schuss, wenn die Amplitude der Rohrbiegeschwingungen S und damit deren Schwingungsenergie am größten ist, relativ hoch und nimmt dann vor dem nächsten Schuss ab. Eine solche Veränderlichkeit der Dämpfung wird in der Ausführungsform gemäß Figur 2A auf einfache Weise dadurch erzielt, dass eine Rücklaufbewegung R des Waffenrohres 10, wie sie beispielsweise bei einem Rückstosslader auftritt, dazu genutzt wird, die Feder 23 der Dämpfungseinrichtung 20 stärker zu stauchen. Durch die stärkere Stauchung der Feder 23 wird die Anpresskraft F zwischen ringförmigen Reibungselement 21 und ringförmigen radialen Vorsprung 24 des Waffenrohres 10 vergrößert. Dadurch wird die Reibung zwischen den Flächen 24a und 21a vergrößert, was letztlich zu einer stärkeren Dämpfungskraft führt.

**[0059]** Während in der ersten Ausführungsform gemäß Figuren 1A und 1B die Feder 23 hinter dem ringförmigen radialen Vorsprung 24 des Waffenrohres 10 liegt (also näher zur Mündung als der Vorsprung 24), ist die Feder 23 in der zweiten Ausführungsform gemäß Figuren 2A und 2B vor dem radialen Vorsprung 24 des Waffenrohres 10 angeordnet. Durch diese Anordnung der Feder 23 in der zweiten Ausführungsform kann der fest mit dem Waffenrohr 10 verbundene radiale Vorsprung 24 bei der Rücklaufbewegung R des Waffenrohres 10 das ringförmige Reibungselement 21 mit nach hinten nehmen und somit die Feder 23 stärker zusammenstauchen. Ansonsten ist aber die grundlegende Ausgestaltung der zweiten Ausführungsform die gleiche wie bei der ersten Ausführungsform, und auch die grundlegenden Vorgänge laufen genauso ab wie in der ersten Ausführungsform. Deshalb werden an dieser Stelle die Erläuterungen zur ersten Ausführungsform wörtlich in Bezug genommen, um eine Wiederholung zu vermeiden. Demgemäß kann also auch in der zweiten Ausführungsform die Dämpfungseinrichtung 20 mit ihrem Fuß parallel unter dem Waffenrohr 10 verschieblich auf dem Unterbau 14 angeordnet sein. Außerdem ist auch die zweite Ausführungsform gemäß Figur 2A mit festen Einspannpunkten gemäß Figuren 6A und 6B kombinierbar.

**[0060]** Die zur zweiten Ausführungsform gemäß Figuren 2A und 2B gehörige Schwingungscharakteristik bzw. Dämpfungscharakteristik ist in Figur 5D wiedergegeben. Bei Betrachtung der Dämpfungscharakteristik im oberen Bereich der Figur 5D fällt auf, dass die Dämpfungskraft unmittelbar vor und bei jeder Schussabgabe null oder zumindest sehr gering ist. Dies kann z. B. dadurch erreicht werden, dass die Feder 23 in der Figur 2A in der vorderen Ruheposition des Waffenrohres 10 nur ganz wenig oder gar nicht gestaucht ist, so dass das ringförmige Reibungselement 21 nicht oder nur sehr schwach auf den ringförmigen radialen Vorsprung 24 des Waffenrohres 10 gedrückt wird. Bewegt sich nun das Waffenrohr 10 nach der Schussabgabe nach hinten zurück, wird die Feder 23 zusammengestaucht, so dass sich die Anpresskraft F schnell auf einen relativ hohen Wert erhöht. Letzteres ist deshalb vorteilhaft, da die Amplitude der Rohrbiegeschwingungen S direkt nach Schussabgabe am größten ist. Da die Schwingungsenergie in dieser frühen Phase direkt nach dem Schuss am größten ist, kann die Dämpfungskraft problemlos sehr hoch sein, ohne dass die Gefahr besteht, dass das Waffenrohr 10 in der ausgelenkten Lage verklemmt. Die Biegeschwingungen S werden daher in ihrer Amplitude relativ schnell verringert.

**[0061]** Mit Abnahme der Schwingungsamplitude der Rohrbiegeschwingungen S nimmt dann auch vorteilhafterweise die Dämpfungskraft ab, um die Gefahr des Verklemmens auch bei dieser geringeren Schwingungsenergie zu vermeiden. Diese Verringerung der Dämpfungskraft geht vorteilhafterweise ganz automatisch mit der wieder-nach-vorne-Bewegung (siehe gestrichelter Pfeil in Figuren 2A und 2B) des Waffenrohres 10 in seine Ausgangslage einher. Die Feder 23 kann sich dadurch aus ihrem stärker gestauchten Zustand wieder nach vorne in Richtung Mündung entspannen. Gleichzeitig vermindert sich dadurch natürlich auch die Anpresskraft F, mit welcher die Feder 23 das ringförmige Reibungselement 21 gegen den radialen ringförmigen Vorsprung 24 des Waffenrohres 10 drückt. Vor dem nächsten Schuss ist die Feder 23 idealerweise wieder vollständig entspannt und die Dämpfungskraft wieder auf null bzw. auf einen sehr geringen Wert abgesunken, so dass keine Gefahr der Verklemmung mehr besteht.

**[0062]** Mit Hilfe der Ausgestaltung der zweiten Ausführungsform gemäß Figuren 2A und 2B wird somit eine zu jedem Zeitpunkt im Intervall zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen eine optimale Dämpfungskraft bereitgestellt, welche die Auslenkungen des Waffenrohres 10 aufgrund der Biegeschwingungen S in kürzest möglicher Zeit auf null oder zumindest einen sehr kleinen Auslenkungswert zurückführt.

**[0063]** Anhand der Figuren 3A und 3B wird im Folgenden eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert.

**[0064]** Gemäß dieser dritten Ausführungsform umfasst die Dämpfungseinrichtung 20 ein vom Waffenrohr 10 durchdrungenes Gehäuse 22 auf, wobei in den Raum zwischen Gehäuseinnenwand und Waffenrohraußenwand eine Materialansammlung 25 in Form von Metallkugeln 25a eingebracht ist. In beiden Figuren 3A und 3B werden die Metallkugeln 25a durch die Energie der Rohrbiegeschwingungen S zueinander in Bewegung versetzt, wodurch letztlich die Schwingungsenergie der Biegeschwingungen S in Wärmeenergie dissipiert wird.

**[0065]** Die jeweiligen Vorzüge der teilweisen Füllung des Gehäuses 22 mit Metallkugeln 25a gemäß Figur 3A und der vollständigen Füllung gemäß Figur 3B sind eingangs schon erläutert worden, weshalb an dieser Stelle auf eine wiederholte Erläuterung verzichtet wird.

**[0066]** Figur 3C zeigt eine vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der die Dämpfungseinrichtung 20 ein vom Waffenrohr 10 durchdrungenes Gehäuse 22 aufweist, wobei in den Raum zwischen Gehäuseinnenwand und Waffenrohraußenwand eine Materialansammlung 25 in Form eines kompakten, plastisch oder elastisch verformbaren Materials 25b eingebracht ist.

**[0067]** Gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung, wie sie in Figur 3D gezeigt ist, umfasst die Materialansammlung 25 eine hochviskose Flüssigkeit und/oder ein Gel. Das Gehäuse 22 ist zum Waffenrohr 10 hin mit einer dünnen Membran 26 abgedichtet, so dass das Medium 25c nicht durch den Spalt zwischen Gehäuse 22 und Rohraußenwand ausfließen kann. Wie der Figur 3D zu entnehmen ist, ist die Membran 26 vorzugsweise derart strukturiert, dass sie nur an einigen ausgewählten Stellen mit dem Waffenrohr 10 in Berührung steht. An diesen Stellen kann die Schwingungsenergie der Biegeschwingungen S über die Membran in das hochviskose Medium 25c eingetragen werden.

Durch das Medium 25c können sich die dadurch verursachten Druckschwankungen quasi instantan ausbreiten und beispielsweise auch an der Gehäuseinnenwand reflektiert werden. Dies kann beispielsweise während des Dämpfungsvorganges zu Verformungen der strukturierten Membran 26 führen, so dass unter Umständen (auch) andere Teile der Membran 26 mit dem Waffenrohr 10 in Berührung kommen, als dies anfänglich der Fall war. Auf diese Art und Weise kann auch eine effektive Dissipationswirkung und damit eine Dämpfung der Rohrbiegeschwingungen S zwischen jeweils zwei aufeinander folgenden Schüssen erreicht werden.

**[0068]** Die sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wie sie in den Figuren 4A und 4B dargestellt ist, ähnelt in gewisser Weise der dritten Ausführungsform, wie sie in den Figuren 3A und 3B dargestellt ist. Im Unterschied zur dritten Ausführungsform ist jedoch bei der sechsten Ausführungsform das Gehäuse 22 der Dämpfungseinrichtung 20 fest mit dem Waffenrohr 10 verbunden. Außerdem ist das Gehäuse 22 nicht mit einem anderen Teil 11, 12, 13 der Schusswaffe verbunden. Zur Wirkungsweise der Dämpfungseinrichtung gemäß dieser sechsten Ausführungsform wird auf die Ausführungen zur dritten Ausführungsform verwiesen.

**[0069]** Wie oben bereits ausführlich beschrieben, ist es ein Teilaspekt der vorliegenden Erfindung, eine zeitlich veränderliche oder veränderbare Dämpfung der Rohrbiegeschwingungen S eines Waffenrohres 10 einer automatischen Schusswaffe 11 bereitzustellen. Im Zusammenhang mit den Erläuterungen zur zweiten Ausführungsform gemäß Figuren 2A und 2B wurde die Schwingungs- bzw. Dämpfungscharakteristik der Figur 5D analysiert. Es wird betont, dass die vorliegende Erfindung nicht auf diese - wenn auch gewissermaßen optimale - Schwingungs- bzw. Dämpfungscharakteristik beschränkt ist. Es sind auch beliebige andere Dämpfungscharakteristiken realisierbar, wie sie beispielsweise in den Figuren 5B und 5C dargestellt sind. So kann z. B., wie in Figur 5B dargestellt, die Dämpfungscharakteristik ein relativ langes Plateau mit konstanter Dämpfungskraft aufweisen, welches bereits einige Zeit vor dem nächsten Schuss auf Dämpfungskraft gleich null oder zumindest auf eine sehr geringe Dämpfungskraft abfällt. In diesem Fall besteht zwar zum Ende der Plateauphase mit konstant hoher Dämpfungskraft bei geringer werdenden Schwingungsamplituden die Gefahr der Verklemmung, diese Verklemmung wird jedoch gelöst durch das rechtzeitige Absinken der Dämpfungskraft auf null schon einige Zeit vor dem nächsten Schuss, so dass die dann nur noch sehr geringe Schwingung des Waffenrohres 10 nach Loslassen der Verklemmung leicht von selbst abklingen kann.

**[0070]** Figur 5C zeigt ein weiteres Beispiel einer möglichen Dämpfungscharakteristik mit einer relativ kurzen Plateauphase mit konstanter Dämpfungskraft, welche von einer Phase mit linear abfallender Dämpfungskraft gefolgt wird. Auch hier kann eine etwaige Verklemmung, welche trotz Absinken der Dämpfungskraft unter Umständen noch erfolgen könnte, noch in der letzten Phase vor dem nächsten Schuss gelöst werden, und eine Restamplitude kann von selbst abklingen bei Dämpfungskraft gleich null oder bei sehr geringer Dämpfungskraft.

**[0071]** In den Figuren 5A, 5B, 5C und 5D ist im oberen Teil jeweils die Dämpfungskraft in Abhängigkeit der Zeit t dargestellt. Jeweils darunter ist die Auslenkung des Waffenrohres 10 um seine Ruhelage aufgetragen. Die als Dreiecke dargestellten Schüsse n, n+1, n+2, n+3 stehen für die zeitlich unmittelbar aufeinander folgenden Schüsse in der Kadenz der automatischen Schusswaffe 11.

**[0072]** Mit Hilfe der voranstehend ausführlich beschriebenen Erfindung ist es somit möglich, das Treffbild einer automatischen Rohrwappe zu verbessern bzw. die Streuung des Schussbildes zu verringern. Der Hauptaspekt bei der vorliegenden Erfindung besteht dabei darin, die durch das Schießen verursachten Rohrbiegeschwingungen S jeweils zwischen den einzelnen Schüssen eines Feuerstosses der automatischen Waffe möglichst vollständig abzdämpfen. Dies war bisher durch das feste Einspannen des Waffenrohres 10 an bestimmten Haltepunkten, wie es in den Figuren 6A und 6B dargestellt ist, nicht möglich. Denn durch jegliche Einspannpunkte wurden lediglich neue Schwingungsknoten gebildet, wodurch jedoch die für das schlechte Treffbild verantwortlichen Rohrbiegeschwingungen S letztlich nicht verhindert werden konnten.

**[0073]** Beispielsweise kann ein Waffenrohr einer automatischen Schusswappe wie folgt vorgesehen sein:

1) Waffenrohr einer automatischen Schusswappe, welches beim Schießen in Biegeschwingungen versetzt wird, mit einer Dämpfungseinrichtung zum Dämpfen der Biegeschwingungen, welche eingerichtet ist, die kinetische Energie der Biegeschwingungen durch Reibungsvorgänge, welche durch die Biegeschwingungen ausgelöst werden, zwischen jeweils zwei aufeinander folgenden Schüssen in der Kadenz zumindest weitgehend zu dissipieren.

2) Waffenrohr wie in 1), wobei die Dämpfungseinrichtung ein Reibungselement aufweist, welches mit einem radialen Vorsprung des Waffenrohres derart in Reibkontakt steht, dass bei einer durch die Biegeschwingungen hervorgerufenen radialen Auslenkung zumindest eines Teils des Waffenrohres eine Fläche des Reibungselementes an einer Fläche des radialen Vorsprungs des Waffenrohres reibt.

3) Waffenrohr wie in 2), wobei der radiale Vorsprung des Waffenrohres ein Ring ist, durch den das Waffenrohr geführt ist und der an dem Waffenrohr befestigt ist.

4) Waffenrohr wie in 2) oder 3), wobei das Reibungselement so angeordnet ist, dass es unter dem Einfluss der Biegeschwingungen weitgehend unbewegt bleibt.

5) Waffenrohr wie in 4), wobei das Reibungselement mit einem massiven Teil der Schusswappe und/oder mit deren Stützvorrichtung oder Unterbau gekoppelt ist.

6) Waffenrohr wie in 5), wobei das Reibungselement ein Ring ist, durch den das Waffenrohr geführt ist und der nicht an dem Waffenrohr befestigt ist.

7) Waffenrohr wie in 6), wobei die Dämpfungseinrichtung ein vom Waffenrohr durchdrungenes Gehäuse aufweist, in welchem das ringförmige Reibungselement geführt ist.

8) Waffenrohr wie in 7), wobei das Gehäuse derart um das Waffenrohr angeordnet ist, dass es das Waffenrohr nicht berührt, während das Waffenrohr in Biegeschwingungen versetzt ist.

9) Waffenrohr wie in 8), wobei das Gehäuse fest mit dem massiven Teil der Schusswappe und/oder mit deren Stützvorrichtung oder Unterbau verbunden ist.

10) Waffenrohr wie in einem der Unterbeispiele 2) bis 9), wobei die Dämpfungseinrichtung eine Anpresseinrichtung zum Anpressen der Fläche des Reibungselementes an die Fläche des radialen Vorsprungs umfasst.

11) Waffenrohr wie in 10), wobei die Anpresseinrichtung eine Feder ist.

12) Waffenrohr wie in 10) oder 11), wobei die Kraft, mit der die Anpresseinrichtung die Fläche des Reibungselementes an die Fläche des radialen Vorsprungs presst, zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen zeitlich veränderlich ist.

13) Waffenrohr wie in 12), wobei eine Veränderung der Anpresskraft durch eine Rücklaufbewegung des Waffenrohres nach einem Schuss bewirkbar ist.

14) Waffenrohr wie in 1), wobei die Dämpfungseinrichtung ein vom Waffenrohr durchdrungenes Gehäuse aufweist, wobei in den Raum zwischen Gehäuseinnenwand und Waffenrohraußenwand eine Materialansammlung eingebracht ist, welche geeignet ist, die Schwingungsenergie der Biegeschwingungen in Wärmeenergie zu dissipieren.

15) Waffenrohr wie in 14), wobei die Materialansammlung eine Ansammlung von Metallkugeln umfasst.

16) Waffenrohr wie in 14) oder 15), wobei die Materialansammlung Sand und/oder eine hochviskose Flüssigkeit und/oder ein Gel umfasst.

17) Waffenrohr wie in 14), 15) oder 16), wobei das Gehäuse zur Waffenrohräußenwand hin mit einer dünnen Membran abgedichtet ist.

18) Waffenrohr wie in 14), wobei die Materialansammlung ein kompaktes plastisch oder elastisch verformbares Material mit hoher Temperaturbeständigkeit umfasst.

19) Waffenrohr wie in einem der Unterbeispiele 14) bis 18), wobei das Gehäuse fest mit einem massiven Teil der Schusswaffe und/oder mit deren Stützvorrichtung oder Unterbau verbunden ist.

20) Waffenrohr wie in einem der Unterbeispiele 14) bis 18), wobei das Gehäuse fest mit dem Waffenrohr verbunden ist oder zumindest rutschfest am Waffenrohr angebracht ist, und das Gehäuse mit keinem anderen Teil der Schusswaffe gekoppelt oder verbunden ist. Gemäß einem weiteren Beispiel kann eine automatische Waffe vorgesehen sein wie folgt:

21) Automatische Waffe mit einem Waffenrohr nach einem der vorangehenden Unterbeispiele 1) bis 20). Gemäß einem weiteren Beispiel kann eine Dämpfungseinrichtung vorgesehen sein wie folgt:

22) Dämpfungseinrichtung zum Dämpfen von beim Abfeuern einer automatischen Waffe an deren Waffenrohr hervorgerufenen Biegeschwingungen, welche derart mit dem Waffenrohr der automatischen Waffe koppelbar ist, dass die kinetische Energie der Biegeschwingungen durch Reibungsvorgänge, welche durch die Biegeschwingungen ausgelöst werden, zwischen jeweils zwei aufeinander folgenden Schüssen in der Kadenz zumindest weitgehend dissipiert werden kann.

23) Dämpfungseinrichtung wie in 22), umfassend ein Reibungselement, welches mit einem radialen Vorsprung des Waffenrohres derart reibkoppelbar ist, dass bei einer durch die Biegeschwingungen hervorgerufenen radialen Auslenkung zumindest eines Teils des Waffenrohres eine Fläche des Reibungselementes an einer Fläche des radialen Vorsprungs des Waffenrohres reibt.

24) Dämpfungseinrichtung wie in 22) oder 23), bei der die Dämpfung im Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen veränderlich ist.

25) Dämpfungseinrichtung wie in 22) oder 23), bei der die Dämpfung im Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen aktiv veränderbar ist.

26) Dämpfungseinrichtung wie in 25), welche mit einem Hochgeschwindigkeits-Stellglied gekoppelt ist, welches eingerichtet ist, die Dämpfung innerhalb einer Zeitspanne zu verändern, die wesentlich kürzer ist, als die Zeitspanne zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen.

27) Dämpfungseinrichtung wie in 24), 25) oder 26), wobei die Dämpfung direkt nach einem Schuss zunächst einen vorbestimmten Wert aufweist und dann vor dem nächsten Schuss einen geringeren Wert oder den Wert Null aufweist.

28) Dämpfungseinrichtung wie in 22), umfassend ein vom Waffenrohr durchdringbares Gehäuse, welches zur Waffenrohräußenwand hin mit einer dünnen Membran abgedichtet ist, wobei in den Raum zwischen Gehäuseinnenwand und Membran eine Materialansammlung eingebracht ist, welche geeignet ist, die Schwingungsenergie der Biegeschwingungen (S) in Wärmeenergie zu dissipieren.

## BEZUGSZEICHENLISTE

[0074]

- 10 Waffenrohr
- 11 Automatische Schusswaffe
- 12 Massiver Teil der Schusswaffe
- 13 Stützvorrichtung der Schusswaffe
- 14 Unterbau der Schusswaffe

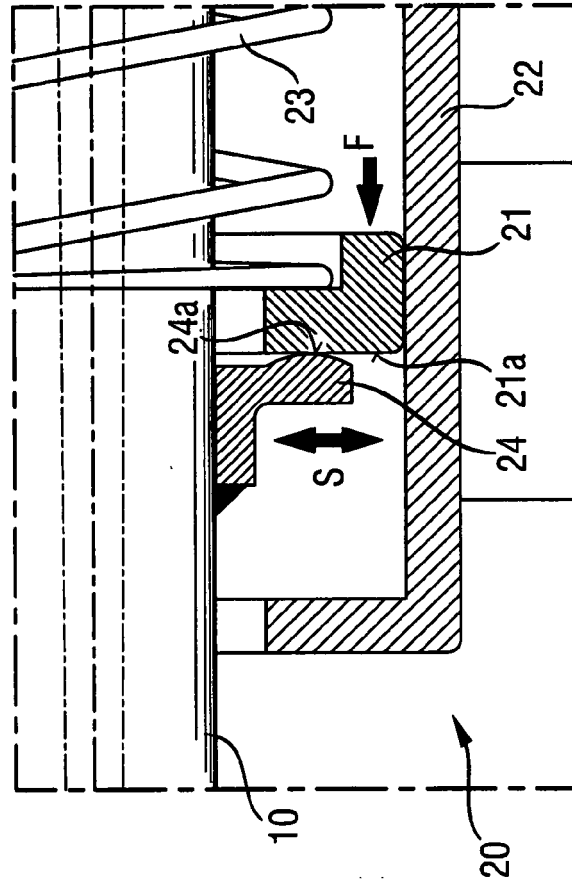
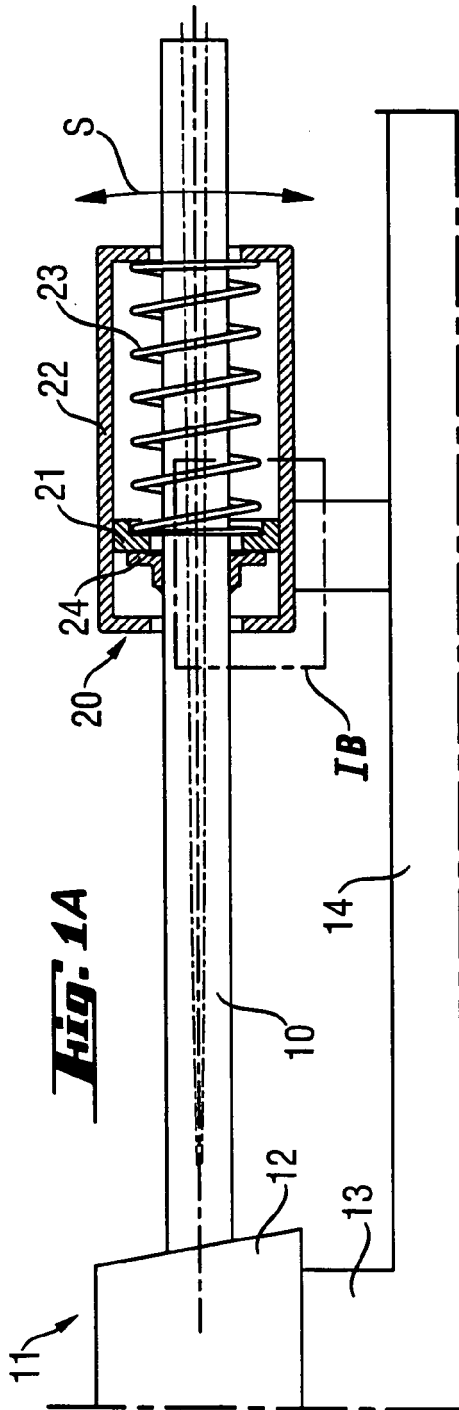
|        |                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------|
| 15     | Feste Einspannung des Waffenrohres                       |
| 20     | Dämpfungseinrichtung                                     |
| 21     | (Ringförmiges) Reibungselement (zu 20)                   |
| 21 a   | Reibfläche (zu 21)                                       |
| 5 22   | Gehäuse (zu 20)                                          |
| 23     | Anpresseeinrichtung, Feder (zu 20)                       |
| 24     | Radialer Vorsprung (zu 10)                               |
| 24a    | Reibfläche (zu 24)                                       |
| 25     | Materialansammlung (zu 20)                               |
| 10 25a | Metallkugeln (zu 20)                                     |
| 25b    | Kompaktes plastisch oder elastisch verformbares Material |
| 25c    | Kochviskose Flüssigkeit                                  |
| 26     | Membran                                                  |
| S      | Biegeschwingungen (zu 10)                                |
| 15 F   | Kraft (zu 23)                                            |
| R      | Rücklaufbewegung (zu 10)                                 |

### Patentansprüche

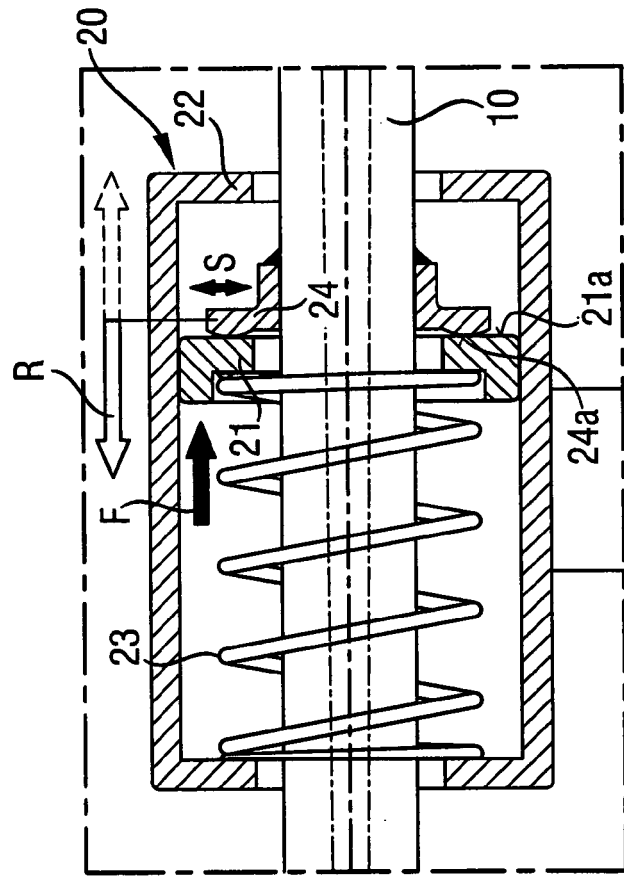
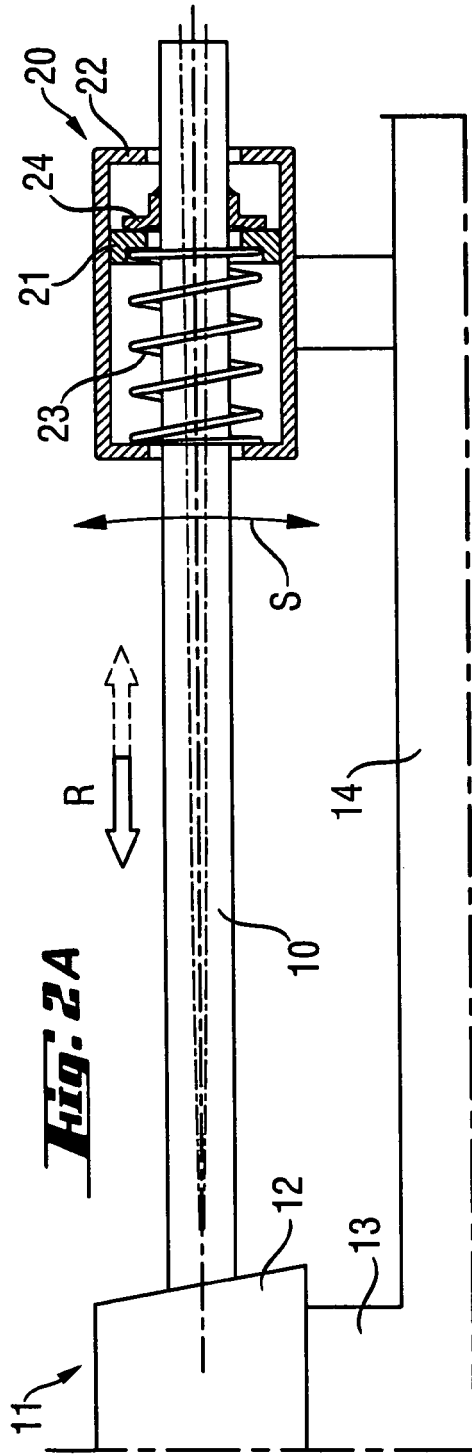
- 20 1. Waffenrohr (10) einer automatischen Schusswaffe (11), welches beim Schießen in Biegeschwingungen (S) versetzt wird,  
**gekennzeichnet durch** eine Dämpfungseinrichtung (20) zum Dämpfen der Biegeschwingungen (S), welche ein-  
 25 gerichtet ist, die kinetische Energie der Biegeschwingungen (S) **durch** Reibungsvorgänge, welche **durch** die Bie-  
 geschwingungen (S) ausgelöst werden, zwischen jeweils zwei aufeinander folgenden Schüssen in der Kadenz  
 zumindest weitgehend zu dissipieren.
- 30 2. Waffenrohr (10) nach Anspruch 1,  
 wobei die Dämpfungseinrichtung (20) ein Reibungselement (21) aufweist, welches mit einem radialen Vorsprung  
 (24) des Waffenrohres (10) derart in Reibkontakt steht, dass bei einer durch die Biegeschwingungen (S) hervorge-  
 rufenen radialen Auslenkung zumindest eines Teils des Waffenrohres (10) eine Fläche (21a) des Reibungselementes  
 (21) an einer Fläche (24a) des radialen Vorsprungs (24) des Waffenrohres (10) reibt.
- 35 3. Waffenrohr (10) nach Anspruch 2,  
 wobei der radiale Vorsprung (24) des Waffenrohres (10) ein Ring ist, durch den das Waffenrohr (10) geführt ist und  
 der an dem Waffenrohr (10) befestigt ist.
- 40 4. Waffenrohr (10) nach Anspruch 2 oder 3,  
 wobei das Reibungselement (21) so angeordnet ist, dass es unter dem Einfluss der Biegeschwingungen (S) weit-  
 gehend unbewegt bleibt.
- 45 5. Waffenrohr (10) nach Anspruch 4,  
 wobei das Reibungselement (21) mit einem massiven Teil (12) der Schusswaffe (11) und/oder mit deren Stützvor-  
 richtung (13) oder Unterbau (14) gekoppelt ist.
- 50 6. Waffenrohr (10) nach Anspruch 5,  
 wobei das Reibungselement (21) ein Ring ist, durch den das Waffenrohr (10) geführt ist und der nicht an dem  
 Waffenrohr (10) befestigt ist.
- 55 7. Waffenrohr (10) nach Anspruch 6,  
 wobei die Dämpfungseinrichtung (20) ein vom Waffenrohr (10) durchdrungenes Gehäuse (22) aufweist, in welchem  
 das ringförmige Reibungselement (21) geführt ist.
8. Waffenrohr (10) nach Anspruch 7,  
 wobei das Gehäuse (22) fest mit dem massiven Teil (12) der Schusswaffe (11) und/oder mit deren Stützvorrichtung  
 (13) oder Unterbau (14) verbunden ist.
9. Waffenrohr (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 8,

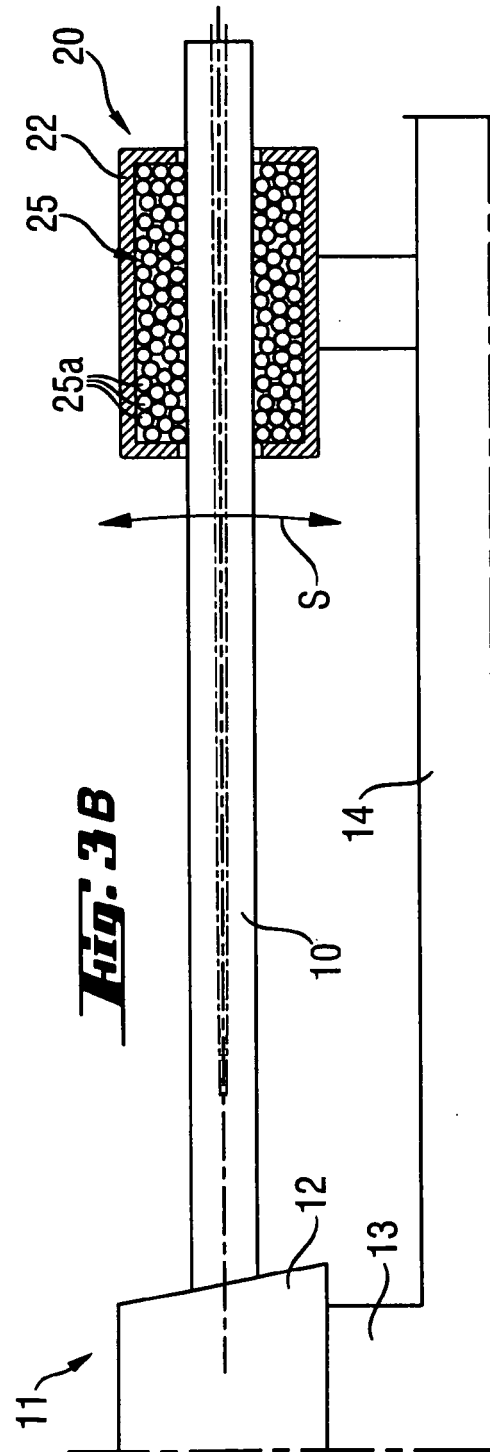
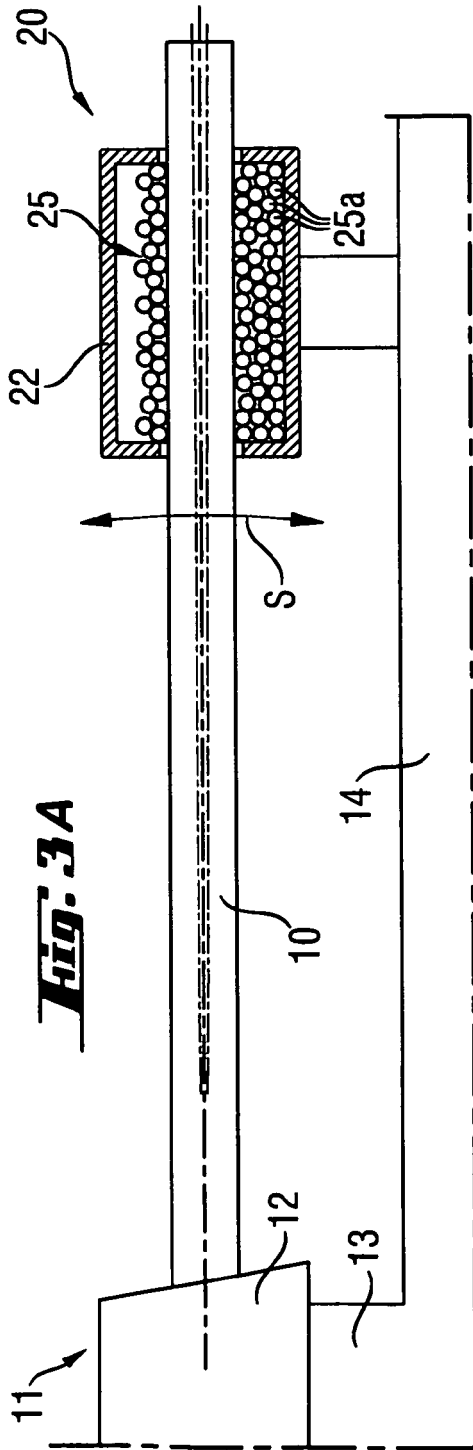
wobei die Dämpfungseinrichtung (20) eine Anpresseinrichtung (23) zum Anpressen der Fläche (21a) des Reibungselementes (21) an die Fläche (24a) des radialen Vorsprungs (24) umfasst.

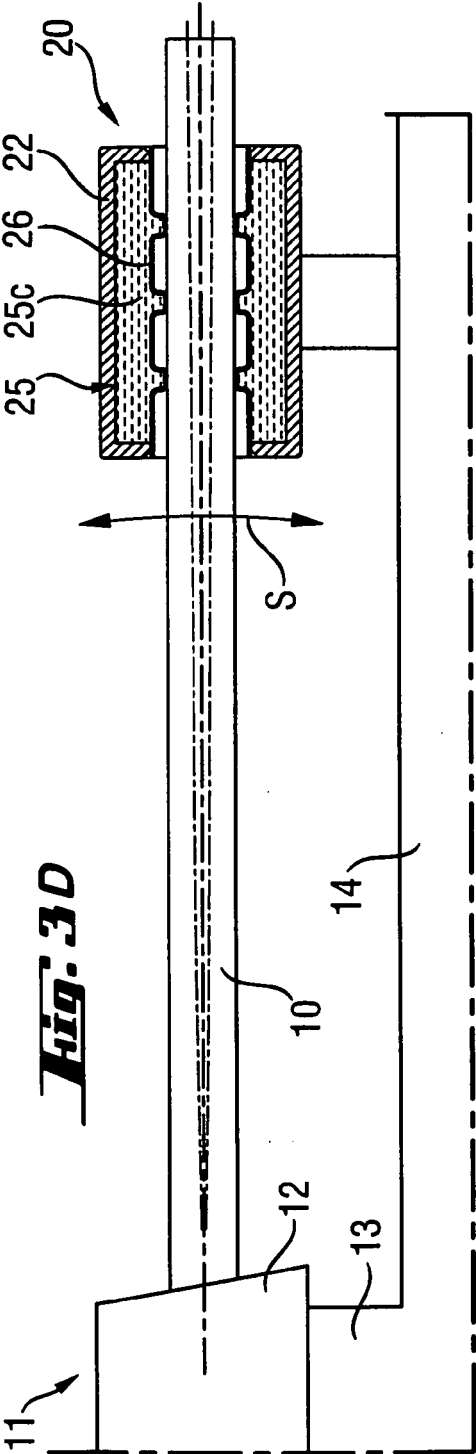
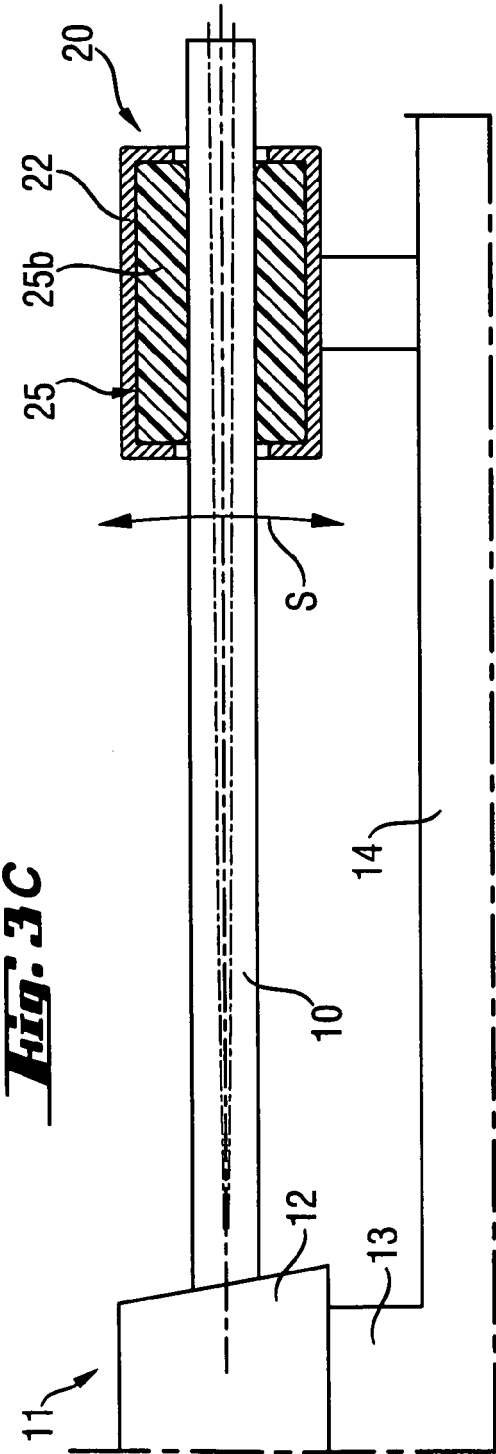
- 5      **10.** Waffenhrohr (10) nach Anspruch 9,  
wobei die Kraft (F), mit der die Anpresseinrichtung (23) die Fläche (21a) des Reibungselementes (21) an die Fläche (24a) des radialen Vorsprungs (24) presst, zwischen zwei aufeinander folgenden Schüssen zeitlich veränderlich ist.
- 10      **11.** Waffenhrohr (10) nach Anspruch 10,  
wobei eine Veränderung der Anpresskraft (F) durch eine Rücklaufbewegung (R) des Waffenhrohres (10) nach einem Schuss bewirkbar ist.
- 15      **12.** Waffenhrohr (10) nach Anspruch 1,  
wobei die Dämpfungseinrichtung (20) ein vom Waffenhrohr (10) durchdrungenes Gehäuse (22) aufweist, wobei in den Raum zwischen Gehäuseinnenwand und Waffenhrohraußenwand eine Materialansammlung (25) eingebracht ist, welche geeignet ist, die Schwingungsenergie der Biegeschwingungen (S) in Wärmeenergie zu dissipieren.
- 20      **13.** Dämpfungseinrichtung (20) zum Dämpfen von beim Abfeuern einer automatischen Waffe (11) an deren Waffenhrohr (10) hervorgerufenen Biegeschwingungen (S), welche derart mit dem Waffenhrohr (10) der automatischen Waffe (11) koppelbar ist, dass die kinetische Energie der Biegeschwingungen (S) durch Reibungsvorgänge, welche durch die Biegeschwingungen (S) ausgelöst werden, zwischen jeweils zwei aufeinander folgenden Schüssen in der Kadenz zumindest weitgehend dissipiert werden kann.
- 25      **14.** Dämpfungseinrichtung (20) nach Anspruch 13, umfassend ein Reibungselement (21), welches mit einem radialen Vorsprung (24) des Waffenhrohres (10) derart reibkoppelbar ist, dass bei einer durch die Biegeschwingungen (S) hervorgerufenen radialen Auslenkung zumindest eines Teils des Waffenhrohres (10) eine Fläche (21 a) des Reibungselementes (21) an einer Fläche (24a) des radialen Vorsprungs (24) des Waffenhrohres (10) reibt.
- 30      **15.** Dämpfungseinrichtung (20) nach Anspruch 13, umfassend ein vom Waffenhrohr (10) durchdringbares Gehäuse (22), welches zur Waffenhrohraußenwand hin mit einer dünnen Membran (26) abgedichtet ist, wobei in den Raum zwischen Gehäuseinnenwand und Membran (26) eine Materialansammlung (25) eingebracht ist, welche geeignet ist, die Schwingungsenergie der Biegeschwingungen (S) in Wärmeenergie zu dissipieren.

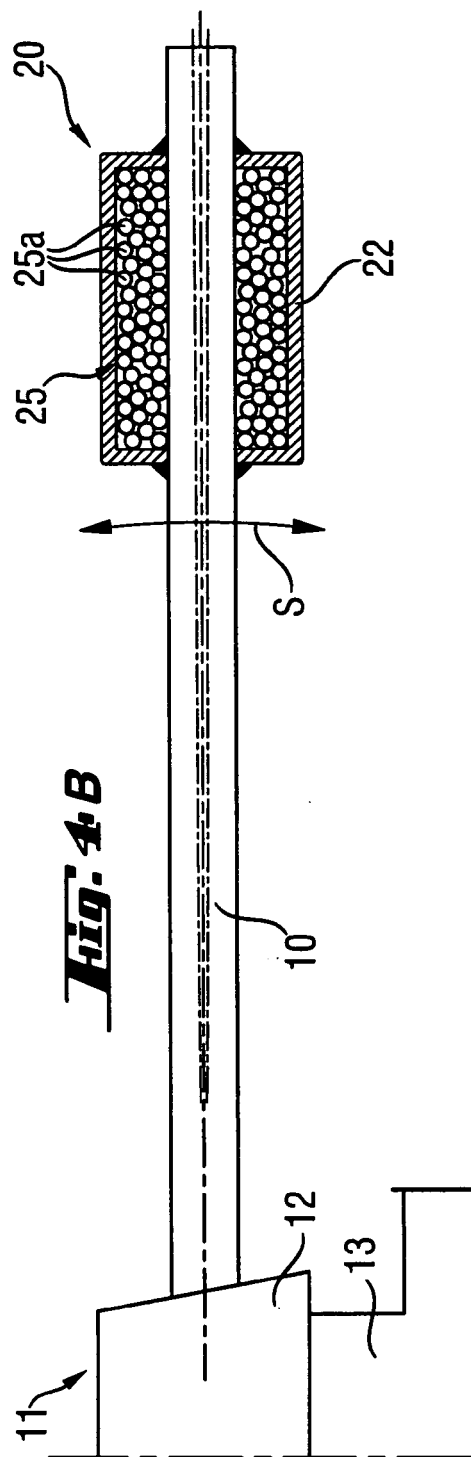
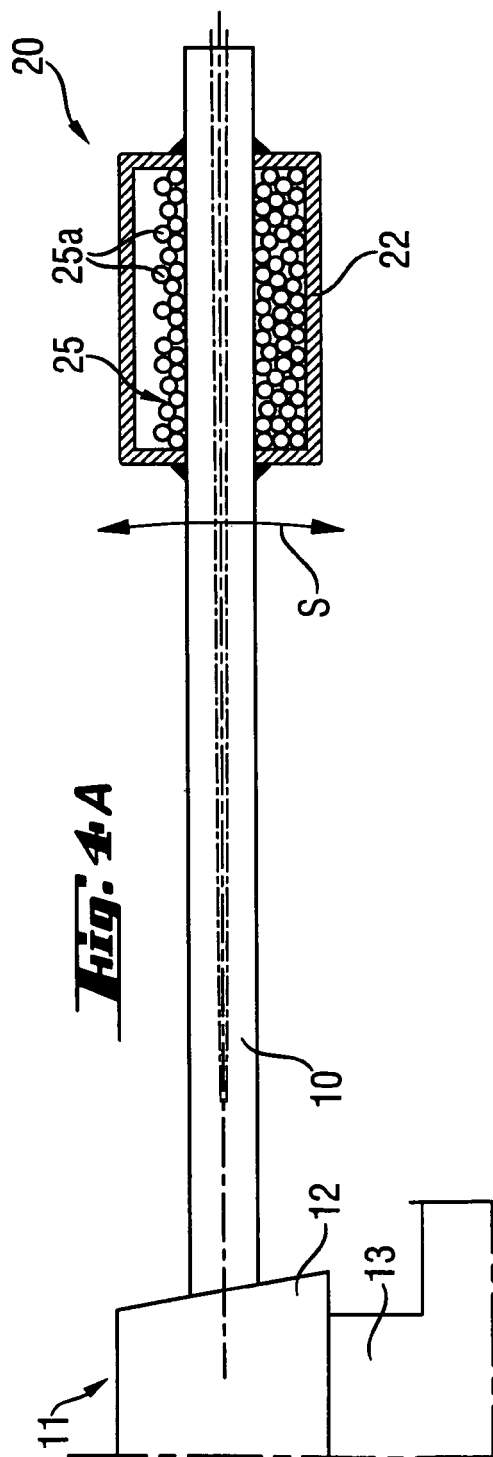


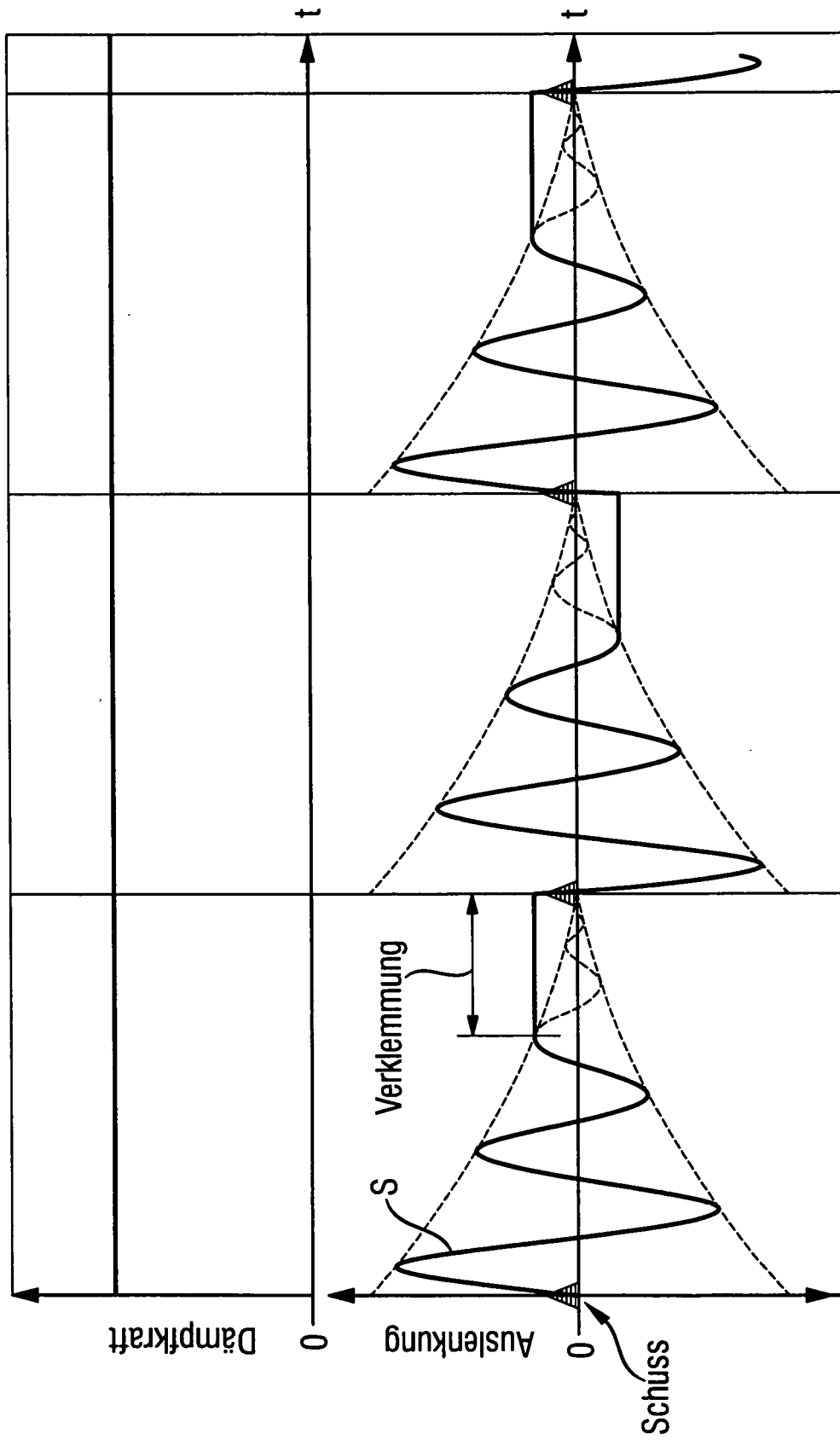




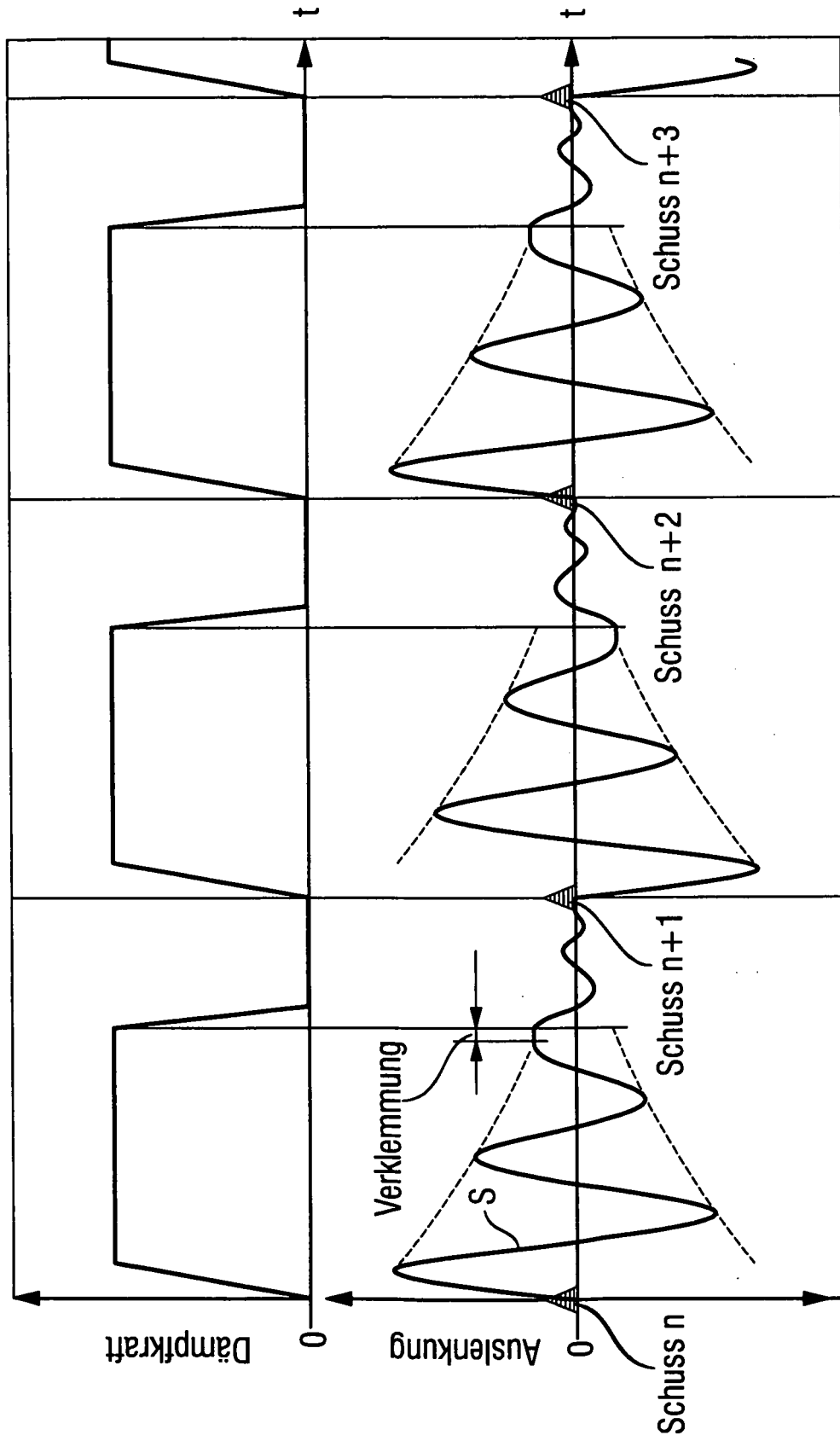




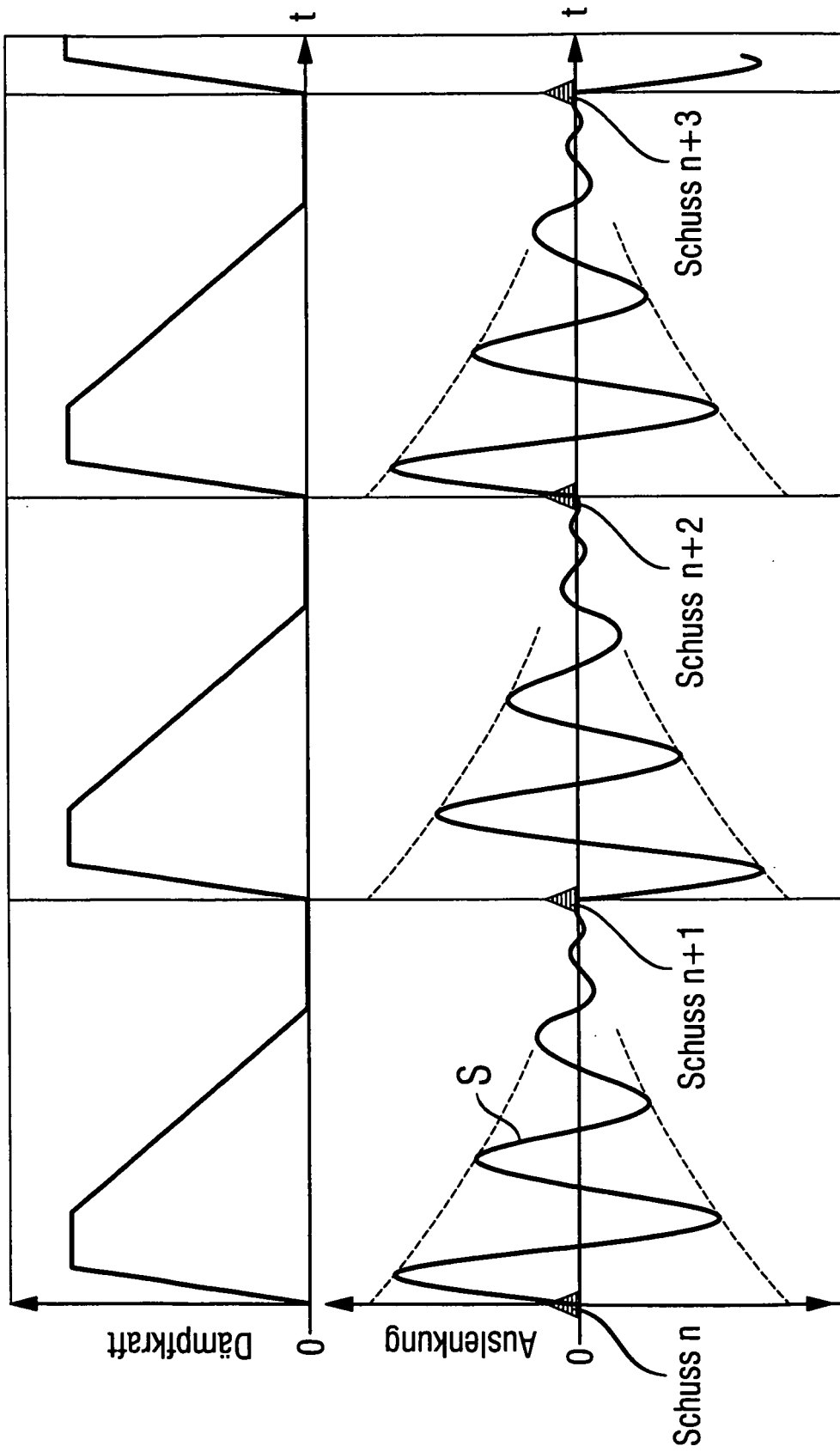




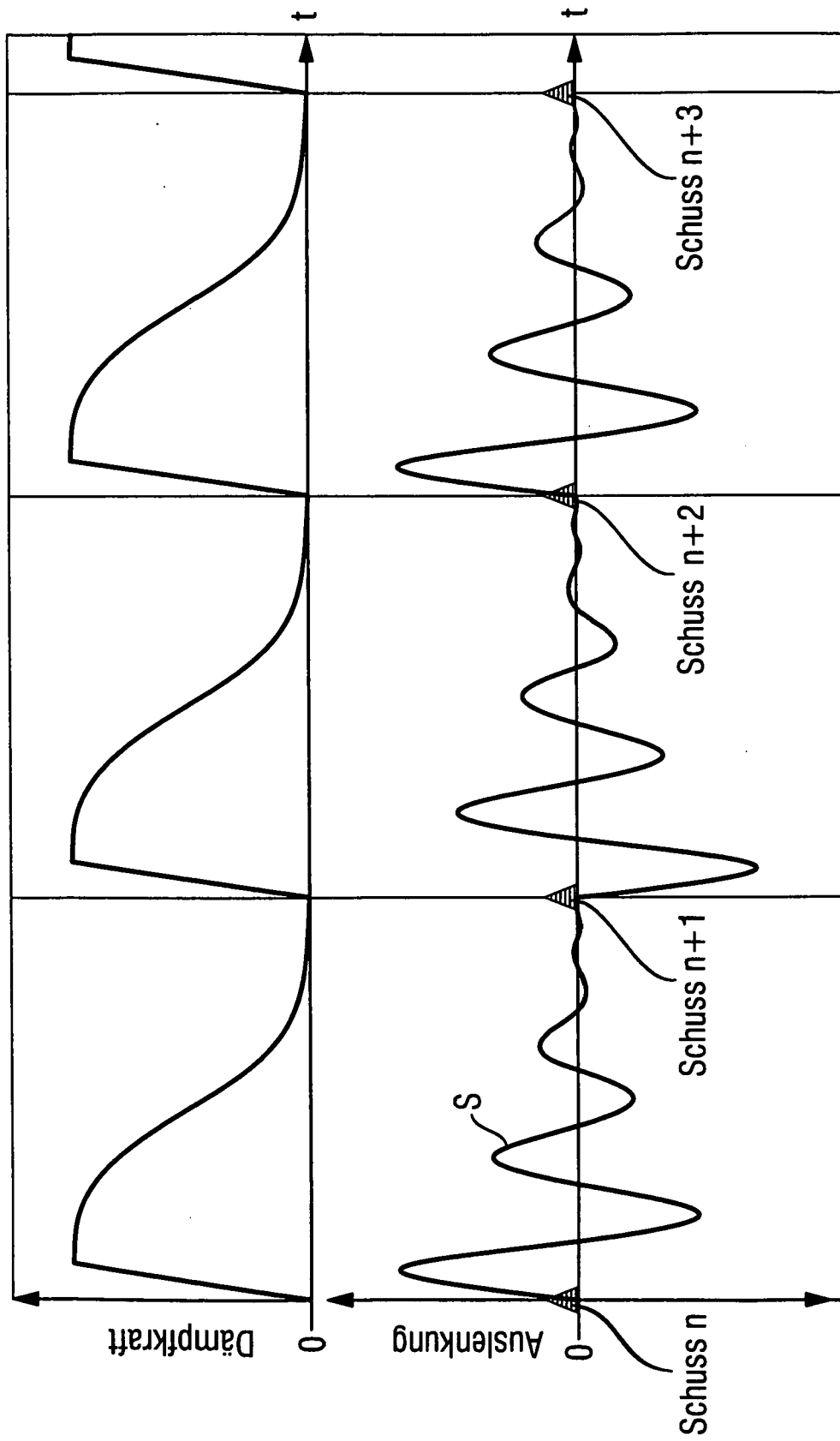
**Fig. 5A**



**Fig. 5B**



**Fig. 5C**



**Fig. 5D**



