



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Dämpfen von Vibrationen eines Ballschlägers, insbesondere eines Tenniserackets, Squashrackets oder Racquetballschlägers.

**[0002]** Konventionelle Einrichtungen zur Dämpfung von Schwingungen eines Tennisschlägers beruhen auf der Energieaufnahme durch Reibung bzw. innere Reibung von Materialien, welche zwischen der Griffschale eines Schlägergriffes und den Rahmenholmen des Schlägerrahmens angeordnet wurden. Um nennenswerte Energie aufnehmen zu können, sind in der Regel relativ schwere Bauteile erforderlich. Dies gilt umso mehr, wenn das Schlägergewicht relativ gering ist, so daß die für die Aufnahme der Energie vorzusehenden Dämpfungselemente einen erheblichen Anteil am Gesamtgewicht des Schlägers erreichen. Da derartige dämpfende Bauteile zu allem Überfluß in der Regel im Griffbereich angeordnet werden, entsteht eine Grifflosigkeit des Schlägers. Um in der Folge kopflastige Schläger herzustellen, müssen Kompensationsgewichte im Kopfbereich angeordnet werden, wodurch sich das Gesamtgewicht des Schlägers wiederum erhöht.

**[0003]** Weitere konventionelle Dämpfungselemente werden zwischen den Saiten einer Bespannung angeordnet. Aus der US-A 5 651 545 ist in diesem Zusammenhang ein Dämpfer bekanntgeworden, bei welchem ein viskoelastischer Träger für ein bewegliches Element zwischen Saiten einer Bespannung festgelegt wird. Bei einem Kontakt des Schlägers mit dem Ball, welcher einen transienten Vorgang darstellt, schwingt der Schläger mit seiner Eigenfrequenz aus, wobei der Schläger dann, wenn er eine relativ geringe Masse aufweist, in geringerem Maße gedämpft mit einer Eigenfrequenz zur Schwingung erregt wird. Die Eigenfrequenz moderner Schläger mit relativ geringem Gewicht und insbesondere mit einem Gewicht zwischen 200 und 250 g liegt je nach Wahl des Materials des Schlägerrahmens bei Frequenzen von etwa 180 bis 280 Hz, wobei diese Eigenfrequenz dem ersten Modus einer Frei-Frei-Schwingung, bei welcher der Schläger nicht eingespannt ist, entspricht. Charakteristisch für eine derartige Frei-Frei-Schwingung ist der Umstand, daß eine maximale Amplitude der Schwingung jeweils am kopfseitigen und am griffseitigen Ende sowie in einem mittleren Bereich vorliegt. Der Bereich der bespannten Fläche liegt ebenso wie der der bespannten Fläche zugewandte Endbereich des Griffes in einem Schwingungsknoten. Die Anordnung von dämpfenden Elementen im Bereich der Bespannung führt immer dann, wenn dieses Element nahe einem Schwingungsknoten angeordnet zu einer relativ geringen Auswirkung und damit zu einer relativ geringen Dämpfung. Im Bereich der Bespannung kommt es darüberhinaus zu zusätzlichen Überlagerungen. Die Auswirkung von Dämpfungen im Bereich der Bespannung hängt im übrigen auch von der Härte der Bespannung und der Wahl der Saiten für die Bespan-

nung ab. Eine exakte Vorhersage der Auswirkung der Dämpfung gelingt in derartigen Fällen daher nicht. Aufgrund der zwischen den Saiten in einem viskoelastischen Element schwingenden Masse liegt ein Zwei-Massensystem mit ebenso vielen Freiheitsgraden vor, wobei sich die Verhältnisse in Abhängigkeit vom Spannungsgewicht der Saiten und vom Material der Saiten in hohem Maße verändern.

**[0004]** Die Erfindung zielt nun darauf ab mit möglichst geringem zusätzlichem Gewicht eine wirkungsvolle Dämpfung von Schlägern mit geringem Eigengewicht zu erzielen und eine geeignete Abstimmung der Dämpfung unabhängig von der Wahl der Saiten der Bespannung und von der Wahl des Spannungsgewichtes sicherzustellen.

**[0005]** Zur Lösung dieser Aufgabe besteht die erfindungsgemäße Ausbildung im wesentlichen darin, daß an oder im griffseitigen Ende des Ballschlägers ein Dämpfergewicht elastisch aus der Griffachse auslenkbar festgelegt ist, wobei das Gewicht mit 0,6 bis 3,5 % des Gewichtes des bespannten Schlägers gewählt ist und die elastische Festlegung auf eine wenigstens einachsige Auslenkung mit einer Eigenfrequenz zwischen 100 und 300 Hz ausgelegt bzw. dimensioniert ist. Dadurch, daß nur ein überaus geringes Gewicht, dessen Bemessung zwischen 0,6 bis 3,5 % des Gewichtes des bespannten Schlägers gewählt werden muß, vorliegt, verändert sich die Charakteristik des Schlägers kaum und es kann insbesondere sichergestellt werden, daß ein kopflastiger Schläger ohne zusätzliche Gewichte im Kopfbereich bei insgesamt überaus geringem Gewicht hergestellt werden kann. Dadurch, daß nun dieses relativ geringe Dämpfergewicht in einer Weise elastisch festgelegt ist, daß eine wenigstens einachsige Auslenkung mit einer Eigenfrequenz zwischen 100 und 300 Hz erzielt wird und dadurch, daß das relativ geringe Dämpfergewicht am griffseitigen Ende des Ballschlägers angeordnet ist, gelingt es Schwingungen durch Interferenz nahezu auszulöschen, ohne daß hierfür das Gesamtgewicht des Ballschlägers nennenswert erhöht werden muß. Der relativ leichte Schläger reagiert nach der Erregung durch den Ballkontakt nahezu ungedämpft mit seiner Eigenfrequenz, wobei der Dämpfer auf den gleichen Stoß mit seiner Eigenfrequenz reagiert. Das Ausmaß der Dämpfung der Schwingung des Dämpfungsgewichtes in der elastischen Festlegung ist für die Wirkung der Dämpfung hier nahezu ohne Einfluß, da die beiden Schwingungen, nämlich die Schwingung des Schlägers und die Schwingung des Dämpfungsgewichtes miteinander gekoppelt sind. Für den Spieler sind immer nur die Schwingungen des Rackets entscheidend und dann, wenn die Eigenfrequenz des Dämpfers auf die Eigenfrequenz des Schlägers abgestimmt ist und eine entsprechende Amplitude des Dämpfungsgewichtes gewährleistet ist, gelingt eine wirkungsvolle Dämpfung mit geringsten Massen auf geringstem Raum. Die Anordnung im griffseitigen Ende des Ballschlägers stellt hierbei sicher, daß das Dämpfergewicht immer im

Schwingungsbauch der Eigenschwingung des Schlägers angeordnet ist.

**[0006]** Mit Vorteil ist die erfindungsgemäße Ausbildung hiebei so getroffen, daß das griffseitige Dämpfergewicht zweiachsig elastisch auslenkbar und um die Griffachse elastisch schwenkbar festgelegt ist, wobei mit einer derartigen zweiachsigen elastischen Auslenkung in der Regel aufgrund der Trägheit der Masse des Dämpfergewichtes auch eine Dämpfung von Schwingungen um die Achse des Griffes gelingt. Bei einer äußeren Erregung des Schlägerrahmens verbleibt das Dämpfergewicht aufgrund der Massenträgheit zunächst in seiner ursprünglichen Lage und wird in der Folge durch die elastische Verformung der Festlegung zu einer Rotationsschwingung angeregt, welche der Schwingung des Schlägerrahmens um die Griff längsachse entgegenwirkt.

**[0007]** Mit Vorteil beträgt das Dämpfergewicht zwischen 3 und 10 g, vorzugsweise etwa 5 g. Unter Berücksichtigung der eingangs genannten Schlägergewichte von 180 bis 250 g bei modernen Tennisschlägern und geringfügig geringeren Gewichten für Squashschläger wird somit mit einer überaus kleinen Dämpfergewichtsmasse das Auslangen gefunden.

**[0008]** In bevorzugter Weise erfolgt die Anordnung des Dämpfergewichtes in einem Hohlraum am Ende des Griffes, wobei mit Vorzug das Dämpfergewicht in einem elastischen Träger angeordnet ist, welcher an wenigstens zwei einander in Bezug auf die Griffachse diametral gegenüberliegenden Stellen an der Wand des Hohlraumes abgestützt ist. Ein derartiger elastischer Träger kann in einfacher Weise aus elastomerem Material, insbesondere Silikon-Kautschuk bestehen, wobei der Träger nach Art eines Trägers gleicher Festigkeit einen Querschnitt aufweist, welcher sich in der Achsrichtung des Griffes ausgehend vom Dämpfergewicht zu den Wänden des Hohlraumes vergrößert. Auf diese Weise wird auch für den elastischen Träger ein überaus kleiner Bauteil benötigt, welcher selbst wiederum in möglichst geringem Ausmaß zur Gesamtmasse des Schlägers beiträgt. Um sicherzustellen, daß die Schwingung tatsächlich im Bereich des Schwingungsbauches der Frei-Frei-Schwingung des Schlägers kompensiert werden kann, ist mit Vorteil die Ausbildung so getroffen, daß der Träger und das Dämpfergewicht sich in axialer Richtung des Griffes über weniger als 1/10 der Länge des Griffes erstrecken, wodurch gegenüber konventionellen Konstruktionen eine weitere wesentliche Gewichtsreduktion erzielt werden kann.

**[0009]** Vorteilhaft für eine möglichst wirkungsvolle Aufnahme der Schwingung und eine entsprechende Reduktion derselben ist hiebei auch eine entsprechende Abstimmung der Amplituden des Dämpfers relativ zur Amplitude des Schlägers. Die Eigenfrequenz der Schwingung des Dämpfergewichtes hängt von der Steifigkeit und von der Masse ab. Die entsprechende physikalische Formel für diese Eigenfrequenz  $f = \sqrt{c/m}$  ist universell gültig, wobei  $c$  ein Maß für die Steifigkeit und

$m$  die Masse des Dämpfergewichtes bezeichnet. Die Steifigkeit des elastischen Trägers kann hierbei durch Kompression bzw. die Art der Einspannung des Trägers und die Formgebung des Trägers beeinflusst werden. In der Regel ist die Steifigkeit des Dämpfers von der Biegesteifigkeit des Elastomers ausschlaggebend beeinflusst. Die Meßung der Eigenfrequenz des Dämpfers ist meßtechnisch relativ schwierig, da mit überaus kleinen Beschleunigungsaufnehmern gemessen werden muß. Eine gute Annäherung ergibt sich jedoch aufgrund der rechnerischen Ermittlung der Eigenfrequenz in Kenntnis des Materials für das Elastomer und der Formgebung des Trägers bei gleichzeitiger Kenntnis der Masse des Schwingungsdämpfers.

**[0010]** In vorteilhafter Weise ist somit im Rahmen der Erfindung die Eigenfrequenz der Schwingung des Dämpfergewichtes durch Wahl der Steifigkeit und/oder der Kompression des Trägers und Wahl der Masse des Gewichtes auf eine Frequenz eingestellt, welche der Frequenz der Frei-Frei-Schwingung erster Ordnung des Ballschlägers entspricht. Eine derartige Auslegung der Eigenfrequenz der Schwingung des Dämpfergewichtes führt zu einer nahezu sofortigen Auslöschung der Schwingungen des Rackets, wobei geringfügige Unterschiede in den Frequenzen immer noch eine überaus rasche Dämpfung zur Folge haben. Erfindungsgemäß ist hiebei zur Erzielung einer optimalen Dämpfung bei geringem Gewicht die Anordnung so getroffen, daß das Dämpfergewicht und insbesondere der Schwerpunkt des Dämpfergewichtes im Bereich des Schwingungsbauches und insbesondere der auf die Achse des Griffes normalen Ebene, welche vom Schwingungsbauch der Frei-Frei-Schwingung erster Ordnung des Ballschlägers durchsetzt wird, am Griffende angeordnet ist.

**[0011]** Um Schwingungen effektiv zu tilgen, ist neben der Maßnahme die Eigenfrequenz des Dämpfers auf die Eigenfrequenz des Schlägers abzustimmen, auch die entsprechende Anpassung der Amplitude und insbesondere eine Vergrößerung der Amplitude von besonderem Vorteil. Die zum Dämpfen notwendige Amplitude des Dämpfers ist proportional dem Verhältnis der Steifigkeit des Schlägers zur Steifigkeit des Dämpfers. Je leichter der Schläger wird, desto größere Amplituden müssen für den Dämpfer zugelassen werden und es ist daher die Auslegung mit Vorteil so getroffen, daß die Schwingungsamplitude des Dämpfergewichtes proportional dem Verhältnis der Steifigkeit des Schlägers zur Steifigkeit des Trägers bei geringerem Schlägergewicht größer als bei höherem Schlägergewicht gewählt ist.

**[0012]** Ein weiteres charakteristisches Maß für die Wirkung des Dämpfers stellt die sogenannte Vergrößerungsfunktion dar. Diese Vergrößerungsfunktion ist definiert als Amplitude des Rackets durch die Erregeramplitude. Wenn dieses Verhältnis zwischen der Eigenfrequenz des Dämpfers und der Eigenfrequenz des Schlägers Werte kleiner 1 annimmt, wird eine besonders nachhaltige Dämpfung des Gesamtsystems erreicht. Mit Vorteil ist daher die Ausbildung so getroffen, daß das

Verhältnis zwischen Amplitude des Ballschlägers und Erregeramplitude im Bereich zwischen der Eigenfrequenz des Dämpfergewichtes und der Eigenfrequenz des Ballschlägers kleiner 1 gewählt ist.

**[0013]** Eine besonders wirkungsvolle Dämpfung mit geringen Gewichten läßt sich hierbei dadurch erzielen, daß das Gewicht der Lagerung des Dämpfungselementes maximal 30 %, vorzugsweise maximal 25 % des Dämpfergewichtes, beträgt. Auf diese Weise läßt sich der Einfluß der Lagerung auf das Schwingungsverhalten des Dämpfergewichtes minimieren und eine besonders gewichtssparende, effektive Dämpfung durch Interferenzen realisieren.

**[0014]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigen Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Schläger, Fig. 2 eine Seitenansicht in Richtung des Pfeiles II der Fig. 1 mit der schematischen Darstellung der Frei-Frei-Eigenfrequenz erster Ordnung, Fig. 3 eine Ansicht in Richtung des Pfeiles III der Fig. 1 auf das untere Griffende und Fig. 4 eine analoge Ansicht wie Fig. 3 mit einer schematischen Anordnung eines zweiachsig elastisch aufgehängten Dämpfergewichtes.

**[0015]** In Fig. 1 ist ein Tennisracket 1 dargestellt, dessen Bespannungsoval mit 2 bezeichnet ist. Der Tennisschläger 1 weist einen Griff 3 auf, dessen axiale Höhe mit a bezeichnet ist. Die Achse des Griffes bzw. des Tennisschlägers ist mit 4 bezeichnet.

**[0016]** Am unteren Ende des Griffes 3 ist ein Dämpfer 5 angeordnet, dessen axiale Höhe b sich über weniger als 1/10 der axialen Länge a des Griffteiles 3 erstreckt.

**[0017]** Bei der Darstellung nach Fig. 2 ist die Frei-Frei-Schwingung erster Ordnung mit 6 angedeutet. Die Schwingungsknoten 7 dieser Frei-Frei-Schwingung erster Ordnung durchsetzen das Bespannungsoval 2 und den Griffteil 3, wohingegen die maximalen Amplituden c im Bereich des Schwingungsbauches jeweils am kopfseitigen Ende und am griffseitigen Ende des Ballschlägers 1 sowie bei der gewählten Darstellung knapp unterhalb des Bespannungsovals 2 vorliegen.

**[0018]** In Fig. 3 ist die Dämpfungseinrichtung 5 in der Ansicht entsprechend des Pfeiles III der Fig. 1 ersichtlich. Die Dämpfungseinrichtung 5 besteht aus einem Träger und einem Dämpfungsgewicht 8, wobei zwischen den Trägern 9 das Dämpfungsgewicht 8 elastisch auslenkbar gehalten ist. Bei einer Erregung des Schlägerrahmens durch Ballkontakt wird das Dämpfergewicht 8 elastisch ausgelenkt, wobei die Art der Einspannung, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist, eine mehrachsige Auslenkung zuläßt. Die Auslenkung kann somit sowohl in Richtung des Doppelpfeiles 10 als auch quer hiezu in Richtung des Doppelpfeiles 11 erfolgen, wobei immer dann, wenn außermittige Stöße auf das Bespannungsoval den Schlägerrahmen zu einer Torsionsschwingung anregt, eine entsprechende elastische Torsionsschwingung der Masse des Dämpfergewichtes 8 gleichfalls zugelassen ist.

**[0019]** Die Art der elastischen Aufhängung ist schematisch in Fig. 4 dargestellt, wobei hier eine zweiachsige Aufhängung über Federn 12 vorgesehen ist. Durch Wahl der geeigneten Materialien für den Träger 9 bzw. die Federn 12 und Wahl der geeigneten Vorspannung kann die Eigenfrequenz der Dämpfungseinrichtung 5 auf die Frei-Frei-Eigenfrequenz der Schwingung des Schlägerrahmens nach einem Ballkontakt abgestimmt werden und auf diese Weise eine wirkungsvolle Dämpfung erzielt werden.

## Patentansprüche

1. Einrichtung zum Dämpfen von Vibrationen eines Ballschlägers, insbesondere eines Tennisrackets, Squashrackets oder Racquetballschlägers, dadurch gekennzeichnet, daß am oder im griffseitigen Ende des Ballschlägers (1) ein Dämpfergewicht (8) elastisch aus der Griffachse (4) auslenkbar festgelegt ist, wobei das Dämpfergewicht (8) mit 0,6 bis 3,5 % des Gewichtes des bespannten Schlägers (1) gewählt ist und die elastische Festlegung auf eine wenigstens einachsige Auslenkung mit einer Eigenfrequenz zwischen 100 und 300 Hz ausgelegt bzw. dimensioniert ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das griffseitige Dämpfergewicht (8) zweiachsig elastisch auslenkbar und um die Griffachse (4) elastisch schwenkbar festgelegt ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfergewicht (8) zwischen 3 und 10 g, vorzugsweise etwa 5 g, beträgt.
4. Einrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfergewicht (8) in einem Hohlraum am Ende des Griffes (3) in einem elastischen Träger (9) angeordnet ist, welcher an wenigstens zwei einander in Bezug auf die Griffachse (4) diametral gegenüberliegenden Stellen an der Wand des Hohlraumes abgestützt ist.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der elastische Träger (9) aus elastomerem Material, insbesondere Silikon-Kautschuk besteht, wobei der Träger (9) nach Art eines Trägers gleicher Festigkeit einen Querschnitt aufweist, welcher sich in der Querschnittsansicht des Griffes ausgehend vom Dämpfergewicht zu den Wänden des Hohlraumes hin vergrößert.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (9) und das Dämpfergewicht (8) sich in axialer Richtung des Griffes (3) über weniger als 1/10 der Länge des Griffes

fes (3) erstrecken.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Eigenfrequenz der Schwingung des Dämpfergewichtes (8) durch Wahl der Steifigkeit und/oder der Kompression des Trägers (9) und Wahl der Masse des Gewichtes (8) auf eine Frequenz eingestellt ist, welche der Frequenz der Frei-Frei-Schwingung erster Ordnung (6) des Ballschlägers (1) entspricht. 5  
10
  
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfergewicht (8) und insbesondere der Schwerpunkt des Dämpfergewichtes (8) im Bereich des Schwingungsbauches und insbesondere der auf die Achse (4) des Griffes (3) normalen Ebene, welche vom Schwingungsbauch der Frei-Frei-Schwingung erster Ordnung (6) des Ballschlägers (1) durchsetzt wird, am Griffende angeordnet ist. 15  
20
  
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingungsamplitude des Dämpfergewichtes (8) proportional dem Verhältnis der Steifigkeit des Schlägers (1) zur Steifigkeit des Trägers (9) bei geringerem Schlägergewicht größer als bei höherem Schlägergewicht gewählt ist. 25
  
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen Amplitude des Ballschlägers (1) und Erregeramplitude im Bereich zwischen der Eigenfrequenz des Dämpfergewichtes (8) und der Eigenfrequenz des Ballschlägers (1) kleiner 1 gewählt ist. 30  
35
  
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewicht der Lagerung des Dämpfungselementes maximal 30 %, vorzugsweise maximal 25 % des Dämpfergewichtes (8), beträgt. 40

45

50

55

