Dichtungsring und Treibladungslager

Die Erfindung betrifft einen Dichtungsring zur Liderung eines Treibladungslagers einer automatischen Schusswaffe für hülsenlose Munition gegenüber einer Stirnfläche eines Schusswaffenelements gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein solcher Dichtungsring ist aus der DE 10 2005 020 669 A1 bekannt.

Der Dichtungsring der DE 10 2005 020 669 A1 stellt eine klassische sogenannte C-Ring-Dichtung dar (benannt nach dem C-förmigen Querschnitt des Dichtungsrings). Durch die Ringöffnung werden (in Querschnittsansicht) zwei einander gegenüberliegende L-förmige Profile gebildet, deren aufeinander zuweisende Schenkel eine kreisringförmige Dichtfläche bilden.

Eine konventionelle C-Ring-Dichtung ist locker in den für sie vorgesehenen stufenförmig ausgebildeten Dichtringsitz eingesetzt, das heißt es besteht sowohl in axialer als auch in radialer Richtung ein gewisses Spiel zwischen Dichtungsring und Dichtringsitz. Im Moment der Zündung des Treibladungskörpers kann die C-Ring-Dichtung deshalb nach hinten in Richtung Waffenstoßboden (Verschluss) geschleudert werden, wodurch die Treibladungskammer nach hinten abgedichtet werden kann. Bei diesen konventionellen C-Ring-Dichtungen bestand jedoch das Problem, dass diese im Hinblick auf den detonativen Charakter der neuen Treibladungskörper zu langsam reagiert haben. Aufgrund der Massenträgheit der C-Ring-Dichtung wurde das Spiel zwischen Treibladungslagerboden und Stoßboden nicht schnell genug geschlossen. Daher wurden bei Zündung des Treibladungskörpers sehr schnelle Teilchen zwischen die kreisringförmige Dichtungsfläche der C-Ring-Dichtung und die Stirnfläche des Stoßbodens geblasen. Dieser Umstand führte dazu, dass die C-Ring-Dichtungen mit der Zeit immer schlechter abdichteten. Die DE 10 2005 020 669 A1 schlägt zur Lösung dieses Problems vor, den auf der der Dichtungsfläche abgewandten Seite stufig

ausgeformten Dichtungsring unter mechanischer Vorspannung in den unteren Abschnitt des zylindrischen Dichtringsitzes zu zwängen. Bei einer derart eingesetzten C-Ring-Dichtung wird der Trennspalt in axialer Richtung zwischen kreisringförmiger Dichtungsfläche und Stirnfläche des Verschlusses nach der ersten Druckbeaufschlagung aufgehoben. Durch die mechanische Vorspannung des Dichtungsrings in seinem Dichtringsitz nimmt der Dichtungsring nach dieser ersten Druckbelastung eine stabile Kontaktposition zur Stirnfläche des Verschlusses ein. Beim nachfolgenden nächsten Gasdruckwechsel ist dann kein großer axialer Trennspalt mehr zwischen Dichtring und Verschluss vorhanden. Damit ist dann eine gute axiale Anfangsabdichtung gegeben.

Wenngleich auch der Gegenstand der DE 10 2005 020 669 A1 eine Verbesserung bei der Liderung bewirkt hat, so wurde auch bei dieser neuen Liderungsmethode eine mit der Zeit nachlassende Dichtwirkung beobachtet. Dies äußerte sich in einem geringfügigen sogenannten Ausblasen, das heißt Austreten von Treibladungsgasen zwischen Treibladungslager und Verschluss, insbesondere nach längeren Schussfolgen. Als Hauptgrund für die nachlassende Dichtwirkung sah man die – auch bei der neuen Liderungsmethode auftretende – Verschmutzung der Dichtungsfläche an. Die trotz der stabilen Kontaktposition der Dichtringfläche zum Waffenstoßboden auftretende Verschmutzung der Dichtfläche erklärte man sich aus der Erwärmung des Dichtrings nach längeren Schussfolgen und einem damit verbundenen Ausbauchen der Dichtungsringfläche nach außen. Dadurch würde die kontaktierende Dichtfläche auf den Bereich unmittelbar um die Ringöffnung reduziert werden. Dies wiederum würde zu einem vermehrten Ausblasen und in der Folge zu einer zunehmenden Verschmutzung der Dichtfläche führen. Dieses Problem wurde selbst von Fachleuten als nicht behebbar angesehen, da man zum präventiven Ausgleich der wärmebedingten Ausbauchung der Dichtringfläche eine konkave Einbuchtung der Dichtfläche hätte vorsehen müssen. Dies wäre jedoch kontraproduktiv gewesen, weil dann im noch kalten Zustand des Dichtungsrings ein zur Treibladungskammer offener Spalt zwischen Dichtringfläche und Waffenstoßboden entstanden wäre, in welchen die Treibladungsgase samt der in ihnen enthaltenen Verbrennungsrückstände eingedrungen wären. Diese bereits im kalten Zustand des Dichtungsrings erfolgte Verschmutzung der Dichtungsfläche würde bewirken, dass trotz der wärmebedingten Kompensation der konkaven Einbuchtung in der Dichtringfläche keine nachhaltige Liderung möglich ist.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Liderung eines Treibladungslagers einer Schusswaffe für hülsenlose Munition gegenüber einer Stirnfläche eines Schusswaffenelements zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch einen Dichtungsring nach Anspruch 1 sowie durch ein Treibladungslager nach Anspruch 9 gelöst.

Erst durch Präzisionsvermessungen von neuen und gebrauchten Dichtungsringen haben die Erfinder herausgefunden, dass bei der speziellen Geometrie einer C-Ring-Dichtung der oben beschriebene Sachverhalt überraschenderweise genau umgekehrt ist: Die zunächst planparallele Kreisringfläche des konventionellen Dichtungsrings erfährt infolge der Erhitzung durch einen oder mehrere Schüsse aus der Schusswaffe eine konkave Einbauchung. In den nach Erwärmung entstehenden Spalt zwischen Dichtringfläche und Waffenstoßboden blasen dann die Treibladungsgase. Die in den Treibladungsgasen enthaltenen Verbrennungsrückstände lagern sich sodann auf der Dichtringfläche an und mindern in der Folge dessen Dichtwirkung.

Basierend auf dieser neuen Erkenntnis wurde das erfinderische Konzept ersonnen, dass die Dichtungsfläche des Dichtungsrings einen ersten Bereich um die Ringöffnung des Dichtungsrings und einen zweiten Bereich um den ersten Bereich aufweist, wobei der zweite Bereich gegenüber einer Tangentialebene an den ersten Bereich zurückversetzt ist. Anders ausgedrückt ist der zweite Bereich gegenüber der planparallelen Ausrichtung bei einer klassischen C-Ring-Dichtung konvex geformt, dass heißt ausgebaucht oder vorspringend ausgebildet.

Durch die beim Schießen entstehende Wärme wird die Ausbauchung des zweiten Bereichs in kurzer Zeit kompensiert, so dass der Dichtungsring über den vollen zweiten Bereich unverschmutzt planparallel an der Stirnfläche des Schusswaffenelements zur Anlage kommen kann. Wie durch Tests an einem Demonstrator nachgewiesen werden konnte, kann durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Dichtungsringe eine nachhaltige, vollständige Unterdrückung des Ausblasens erzielt werden.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist der erste Bereich der Dichtungsfläche die Form einer um die Ringöffnung des Dichtungsrings angeordneten ebenen Kreisringfläche auf, und der zweite Bereich weist die Form einer sich außen an die Kreisringfläche anschließenden, konusförmig geformten Fläche auf. Dabei ist die ebene Kreisringfläche vorzugsweise eingerichtet,

bei Umgebungstemperatur planparallel an der ebenen Stirnfläche des Schusswaffenelements zur Anlage gebracht zu werden. Ferner ist dabei vorzugsweise die konusförmig geformte Fläche eingerichtet, nach Erhitzung des Dichtungsrings durch einen oder mehrere Schüsse aus der Schusswaffe planparallel an der ebenen Stirnfläche des Schusswaffenelements zur Anlage gebracht zu werden.

Durch die Ausformung des ersten Bereichs der Dichtungsfläche als ebene Kreisringfläche wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass eine gute Dichtwirkung des Dichtungsrings auch schon zu Beginn einer Schussfolge erreicht werden kann, solange der Dichtungsring noch unter seiner erhöhten Betriebstemperatur liegt. Senkt sich dann der erhöhte erste Bereich der Dichtungsfläche bei Erwärmung des Dichtungsrings nach unten bzw. nach innen, so kommt die Hauptdichtungsfläche im zweiten Bereich der Dichtungsfläche zur Anlage an die Stirnfläche des Schusswaffenelements.

Die Qualität der Liderung steht und fällt mit der Größe des Winkels zwischen der ebenen Kreisringfläche und der konusförmig geformten Fläche des Dichtungsrings. Dieser Winkel ist vorzugsweise so an das Verformungsverhalten des Dichtungsrings bei Erhitzung angepasst, dass die konusförmig geformte Fläche nach Erhitzung des Dichtungsrings planparallel an der ebenen Stirnfläche des Schusswaffenelements zur Anlage gebracht werden kann. Mit anderen Worten: Die Größe des Konuswinkels der konusförmig geformten Fläche im kalten Zustand des Dichtungsrings ist so gewählt, dass der Konuswinkel durch Erhitzen des Dichtungsrings auf 0° kompensiert wird, das heißt dass der zweite Bereich der Dichtungsfläche planparallel an der ebenen Stirnfläche des Schusswaffenelements zur Anlage gebracht werden kann. Um dies zu erreichen, liegt der Winkel zwischen ebener Kreisringfläche und konusförmig geformter Fläche der Dichtungsfläche im Bereich von 5 bis 20 Bogenminuten. Besonders bevorzugt liegt dieser Winkel im Bereich von 10 bis 15 Bogenminuten, also ungefähr bei 0,2°.

Um eine gute Dichtwirkung des Dichtungsrings auch zu Beginn einer Schussfolge zu erzielen, liegt die Dicke des Kreisrings der ebenen Kreisringfläche der Dichtungsfläche, also die Differenz zwischen äußerem Kreisringradius und innerem Kreisringradius, im Bereich von 0,5 mm bis 2 mm. Besonders bevorzugt liegt die Dicke im Bereich von 0,5 mm bis 1 mm.

Für die Dichtwirkung des Dichtungsrings insgesamt über alle Betriebstemperaturen betrachtet hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass das Verhältnis von Dicke des

Kreisrings der ebenen Kreisringfläche zur Länge der Mantellinie des Kegelstumpfes der konusförmig geformten Fläche im Bereich von 1 : 6 bis 1 : 4 liegt. Eine besonders gute Gesamtdichtwirkung wird bei einem Verhältnis von 1 : 5 erzielt.

Das Material, aus dem der Dichtungsring gefertigt ist, umfasst vorzugsweise ein Metall oder eine Metalllegierung. Insbesondere die Verwendung von hochtemperaturfesten Stählen ist von Vorteil. Es wird betont, dass der erfindungsgemäße Dichtungsring zur Erzielung seiner verbesserten Dichtwirkung keiner biegeelastischen Abschnitte und auch keiner elastisch vorgespannten Abschnitte bedarf. Die erhöhte Dichtwirkung wird alleine schon durch die erwärmungsbedingte Verformung der Dichtungsfläche erreicht. Gleichwohl ist es natürlich nicht ausgeschlossen, dass auch elastische Vorspannungen verschiedener Abschnitte des Dichtungsrings, wie sie z. B. in der DE 10 2005 020 669 A1 beschrieben sind, zur Ergänzung des erfinderischen Dichtungskonzepts eingesetzt werden.

Bevorzugt kommt der erfindungsgemäße Dichtungsring in einem Treibladungslager für eine automatische Schusswaffe für hülsenlose Munition zum Einsatz. Dabei kann das Treibladungslager ein oder mehrere, vorzugsweise zwei, Treibladungskammern aufweisen, welche verschlussseitig und projektillagerseitig mit jeweils einem Dichtungsring versehen sind.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst ein solches Treibladungslager stufenförmig ausgebildete Dichtringsitze, in welche die Dichtungsringe, welche auf der der Dichtungsfläche abgewandten Seite stufig ausgeformt sind, unter Ausbildung einer Labyrinthdichtung eingesetzt sind. Dabei sind ein oder mehrere, vorzugsweise sechs, Federn in den Dichtringsitzen positioniert (vorzugsweise in Ausnehmungen), welche die Dichtungsringe gegen einen den seitlichen Rand der Dichtungsringe übergreifenden Anschlag drücken. Dadurch kann in vorteilhafter Weise das Spiel zwischen Treibladungslagerboden und Stoßboden durch Federkraft variabel (je nach Drehstellung des Treibladungslagers und je nach Wärmeausdehnungszustand des Treibladungslagers) auf null reduziert (angedrückt) werden.

Es ist auch denkbar, dass die Anpresskraft dieser Federung auch aktiv steuerbar sein kann. So könnte z. B. der Dichtungsring gezielt direkt vor der Zündung des Treibladungskörpers aktiv an den Stoßboden gedrückt werden.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Verbesserungen der Erfindung ergeben sich aus nachstehender Beschreibung von bevorzugten Realisierungsbeispielen der Erfindung. Es wird darauf hingewiesen, 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.

Nachstehend wird die Erfindung anhand ihrer vorteilhaften Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

In den Zeichnungen bezeichnen die gleichen oder ähnlichen Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Teile. In den Zeichnungen zeigen:

Figur 1	eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Dichtungsrings,
Figur 2	eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Dichtungsrings,
Figur 3a	eine Liderungssituation unter Einsatz eines Dichtungsrings gemäß der zweiten Ausführungsform im kalten Zustand,
Figur 3b	eine Liderungssituation unter Einsatz eines Dichtungsrings gemäß der zweiten Ausführungsform im erhitzten Zustand,
Figur 4	eine Liderungssituation mit einem Dichtungsring der zweiten Ausführungsform im Kontext mit einem Dichtringsitz eines Treibladungslagers,
Figur 5	eine Schnittzeichnung, welche den Einsatz der erfindungsgemäßen Dichtungsringe bzw. des erfindungsgemäßen Treibladungslagers in einer Schusswaffe für hülsenlose Munition darstellt, welche sich im Wesentlichen im Betriebszustand der Figur 7g befindet,

Figuren 6a und 6b perspektivische Ansichten einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Treibladungslagers (ohne Dichtungsringe), und

Figuren 7a bis 7g mehrere zeitlich aufeinander folgende Momentaufnahmen einer automatischen Schusswaffe für hülsenlose Munition, in welcher der erfindungsgemäße Dichtungsring und das erfindungsgemäße Treibladungslager in vorteilhafter Weise zum Einsatz gebracht werden können.

Unter Bezugnahme auf die Figur 1 wird nun das Prinzip des erfindungsgemäßen Dichtungsrings erläutert.

Figur 1 zeigt einen Dichtungsring zur Liderung, welcher insbesondere in einer Schusswaffe für hülsenlose Munition eingesetzt werden kann. Wenngleich der Einsatz dieses Dichtungsrings bei einer Schusswaffe für hülsenlose Munition besonders vorteilhaft ist, so heißt dies doch nicht, dass der Einsatz des erfindungsgemäßen Dichtungsrings nicht auch bei einer Schusswaffe für Hülsenmunition möglich wäre. Der Dichtungsring 100 der Figur 1 weist einen im Wesentlichen C-förmigen Querschnitt auf. Die Ringöffnung D wird radialsymmetrisch vom im Wesentlichen L-förmigen Profil des Dichtungsrings 100 umlaufen. In der Aufsicht auf die Figur 1 ergeben sich somit kreisförmige, konzentrische Strukturen.

Eine Dichtungsfläche wird durch die in Figur 1 nach oben weisende Außenseite eines Schenkels des L-förmigen Profils gebildet. Diese Dichtungsfläche weist einen ersten Bereich A_1 um die Ringöffnung D des Dichtungsrings 100 auf. Die Dichtungsfläche weist ferner einen zweiten Bereich A_2 um den ersten Bereich A_1 auf. Der erste Bereich A_1 wird also von dem zweiten Bereich A_2 umgeben oder umschlossen. Dabei ist der zweite Bereich A_2 gegenüber einer Tangentialebene T, welche an den ersten Bereich A_1 gelegt wird, zurückversetzt. Bei dieser Tangentialebene T muss es sich nicht zwingend um die Stirnfläche eines Schusswaffenelementes, also eines Verschlusses oder eines Projektillagers handeln. Vielmehr handelt es sich bei der Tangentialebene T um eine beliebige, die Fläche des ersten Bereichs A_1 in einem beliebigen Punkt tangierende Ebene. Dabei kann der erste Bereich – zumindest teilweise – in einer Ebene liegen, welche senkrecht zur zentralen Symmetrieachse des Dichtungsrings 100 durch die Ringöffnung D orientiert ist. Der erste Bereich A_1 kann aber auch nur eine zur Ringmitte hin abfallende (in der Figur 1: nach unten abfallende) Oberfläche aufweisen.

Dieser abfallende Bereich des ersten Bereichs A_1 kann konvex gekrümmt sein oder kann linear (trichterförmig) nach innen abfallen. Es ist aber genauso gut auch eine Mischung aus diesen beiden vorgenannten Möglichkeiten für den ersten Bereich A_1 möglich. Eine solche Mischung ist exemplarisch in Figur 1 dargestellt. Dort geht im ersten Bereich A_1 eine ebene Kreisringfläche zur Ringmitte hin in eine konvex gekrümmte, abfallende Fläche über. Die untere Innenkante der Ringöffnung D kann angeschrägt sein.

Außen um den ersten Bereich A_1 herum schließt sich der zweite Bereich A_2 zurückversetzt an. Das bedeutet, dass die Punkte der Fläche im zweiten Bereich A_2 hinter (in Figur 1: unter) dem höchsten Punkt des ersten Bereichs A_1 zurückfallen. Die Oberfläche des zweiten Bereichs A_2 ist also nach außen hin abfallend oder zurückfallend ausgebildet.

Die oben beschriebene Struktur weist die Dichtungsfläche des Dichtungsrings 100 vorzugsweise im nicht durch Abfeuern von Schüssen erhitzten Zustand auf. Dadurch wird es ermöglicht, dass die zurückversetzte Orientierung des zweiten Bereichs A_2 durch Erhitzung im Rahmen der Abgabe mehrerer Schüsse nach und nach kompensiert wird.

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Dichtungsrings. Der erste Bereich A_1 der Dichtungsfläche weist die Form einer um die Ringöffnung D des Dichtungsrings 100 angeordneten ebenen Kreisringfläche auf. Diese Kreisringfläche liegt in einer Ebene senkrecht zur Symmetrieachse des Dichtungsrings 100 durch die Ringöffnung D. Die obere Ringlochkante, welche in der Ebene der ebenen Kreisringfläche liegt, ist vorzugsweise scharfkantig ausgebildet. Dies ermöglicht eine bessere Abdichtungsfähigkeit des Dichtungsrings 100 im kalten Zustand. Die untere Ringlochkante wiederum kann vorzugsweise angeschrägt ausgebildet sein. Der zweite Bereich A_2 der Dichtungsfläche weist die Form einer sich außen an die Kreisringfläche A_1 anschließenden, konusförmig geformten Fläche auf.

Dadurch, dass der erste Bereich A_1 der Dichtungsfläche die Form einer ebenen Kreisringfläche aufweist, liegt diese Kreisringfläche vollständig in der oben beschriebenen Tangentialebene T. Die ebene Kreisringfläche A_1 bildet mit der konusförmig geformten Fläche A_2 den Winkel α. Dieser Winkel α, mit dem der zweite Bereich A_2 gegenüber der Tangentialebene T und damit gegenüber der ebenen

Kreisringfläche A_1 abfällt, ist vom Betrag her identisch mit dem Konuswinkel α, also mit dem Böschungswinkel der konusförmig geformten Fläche A_2.

Die Figur 3a zeigt eine Liderungssituation unter Einsatz eines Dichtungsrings 100 gemäß Figur 2 im kalten Zustand. Im kalten Zustand, also bei Umgebungstemperatur, ist die ebene Kreisringfläche A_1 eingerichtet, planparallel an der ebenen Stirnfläche S eines Verschlusses 77 oder eines Projektillagers 2 zur Anlage gebracht zu werden. Figur 3a zeigt den Dichtungsring 100 in diesem Zustand in dieser Position, in der die ebene Kreisringfläche A_1 planparallel an der ebenen Stirnfläche S zur Anlage kommt. In dieser Situation wird durch die Ausformung des ersten Bereichs A_1 der Dichtungsfläche als ebene Kreisringfläche sowie durch die Scharfkantigkeit bzw. Rechtwinkligkeit der oberen inneren Kante der Ringöffnung D in vorteilhafter Weise erreicht, dass eine gute Dichtwirkung des Dichtungsrings 100 auch schon zu Beginn einer Schussfolge erreicht werden kann, solang der Dichtungsring 100 noch unter seiner erhöhten Betriebstemperatur liegt. Die Dichtungsfunktion wird in dieser Phase also hauptsächlich vom ersten Bereich A_1 um die Ringöffnung D des Dichtungsrings 100 übernommen.

Figur 3b zeigt eine Liderungssituation unter Einsatz des Dichtungsrings 100 gemäß Figur 2 im erhitzten Zustand. Durch die Abgabe mehrerer Schüsse wurde der Dichtungsring 100 soweit erhitzt, dass sich der ursprünglich erhöhte erste Bereich A_1 der Dichtungsfläche nach unten gesenkt hat. In Folge dessen kommt nun der ursprünglich konusförmig ansteigende zweite Bereich A_2 der Dichtungsfläche planparallel an der ebenen Stirnfläche S des Verschlusses 77 oder des Projektillagers 2 zur Anlage. In diesem Zustand übernimmt nun hauptsächlich der zweite Bereich A_2 der Dichtungsfläche die Liderungsfunktion.

Die Größe des Winkels α zwischen ebener Kreisringfläche A_1 und konusförmig geformter Fläche A_2 bzw. der Konuswinkel α sind in den Figuren 1 bis 3 zur Verdeutlichung stark übertrieben dargestellt. In Wirklichkeit ist der entsprechende Winkel α so klein, dass er mit bloßem Auge kaum wahrzunehmen ist. Die Größe des Winkels α liegt für einen Dichtungsring 100 für eine Schusswaffe im Kaliberbereich 10 bis 20 mm im Bereich von 5 bis 20 Bogenminuten, vorzugsweise im Bereich von 10 bis 15 Bogenminuten.

Figur 4 zeigt eine Liderungssituation mit einem Dichtungsring 100 gemäß Figur 2 im Kontext mit einem Dichtringsitz 15 eines Treibladungslagers 4. Der Dichtringsitz 15 ist

stufenförmig ausgeformt. Die Stufen des Dichtringsitzes 15 sind als Gegenstück zu der stufigen Ausformung des Dichtungsringes 100 auf seiner der Dichtungsfläche abgewandten Seite ausgebildet. Durch diese Konstellation entsteht unter Ausbildung mehrerer abwechselnd aufeinanderfolgender Kreisringspalte und zylindermantelförmiger Spalte eine Labyrinthdichtung, welche den Dichtungsring 100 zur Seite hin, also radial abdichtet. Zur Steigerung der lateralen Dichtwirkung des Dichtungsrings 100 kann auf das Konzept der DE 10 2005 020 669 A1 zurückgegriffen werden. Im Dichtringsitz 15 sind Ausnehmungen 18 zur Aufnahme von Federn 16 vorgesehen. Diese Federn 16 drücken den Dichtungsring 100 gegen einen Anschlag 17, welcher den seitlichen Rand des Dichtungsrings 100 übergreift. Dadurch kann in vorteilhafter Weise das Spiel zwischen Treibladungslagerboden und Stoßboden S durch Federkraft variabel (je nach Drehstellung des Treibladungslagers 4 und je nach Wärmeausdehnungszustand des Treibladungslagers 4) auf null reduziert werden, das heißt angedrückt werden.

Figur 5 zeigt eine Schnittzeichnung, welche den Einsatz der erfindungsgemäßen Dichtungsringe 100 bzw. des erfindungsgemäßen Treibladungslagers 4 in einer Schusswaffe für hülsenlose Munition darstellt, welche sich im Wesentlichen im Betriebszustand der Figur 7g befindet. In diesem Betriebszustand liegen der Verschluss 77, eine Treibladungskammer 5 des Treibladungslagers 4, eine Projektilkammer 3 des Projektillagers 2 und das Waffenrohr 1 genau in Flucht miteinander. Das bedeutet, dass die Längsachse der Projektilkammer 3 und die Längsachse der Treibladungskammer 5 in der Verlängerung der Seelenachse A des Waffenrohrs 1 liegt. In dieser Position wird das Projektil 6 abgefeuert.

Wie in Figur 5 zu sehen ist, ist das erfindungsgemäße Treibladungslager 4 zwischen der Stirnfläche S des Verschlusses 77 und der Stirnfläche S des Projektillagers 2 angeordnet. Figuren 6a und 6b zeigen perspektivische Darstellungen einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Treibladungslagers 4 (zur deutlicheren Darstellung ohne die noch einzusetzenden Dichtungsringe 100). Deutlich zu sehen sind in den Figuren 6a und 6b die stufenförmig ausgebildeten Dichtringsitze 15 mit den Ausnehmungen 18 für die Federn 16. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Treibladungslagers 4 umfasst das Treibladungslager 4 zwei Treibladungskammern 5, 50. Am vorderen und am hinteren Ende einer jeden Treibladungskammer 5, 50 ist jeweils ein Dichtungsring 100 gemäß der Darstellung in Figur 4 eingesetzt. Das gesamte Treibladungslager 4 mit seinen zwei Treibladungskammern 5, 50 weist also vier Dichtungsringe 100 auf.

Figuren 7a bis 7g zeigen schließlich zur Erläuterung mehrere zeitlich aufeinander folgende Momentaufnahmen einer automatischen Schusswaffe für hülsenlose Munition, in welcher der erfindungsgemäße Dichtungsring 100 und das erfindungsgemäße Treibladungslager 4 in vorteilhafter Weise zum Einsatz gebracht werden können.

Bezugsziffer 1 bezeichnet ein Waffenrohr eines vorzugsweise automatisch zu betreibenden Waffensystems mit hülsenloser Munition und hoher Schussfolge. Das Waffensystem beinhaltet ein vorzugsweise zwei Kammern 3, 30 umfassendes Projektillager 2 zur Aufnahme von in einem Vorrats- oder Beladeraum 11 befindlichen Projektilen 6. Eine Einschubeinrichtung 8 dient dazu, das in Einschubposition positionierte Projektil 6 in die Kammer 3 des Projektillagers 2 zu verbringen (siehe Figuren 7a bis 7c). In dem Beladeraum 11 befindet sich eine Mehrzahl von bevorrateten Projektilen 6, die mittels einer (nicht dargestellten) Zuführeinrichtung in die Einschubposition für die nächste Kammer, z. B. 30, verbringbar sind.

Das Waffensystem umfasst zudem ein Treibladungslager 4 mit einer Anzahl von Kammern 5, 50, in die jeweils eine Treibladung 7 einbringbar ist. Vorzugsweise stimmt die Anzahl der Kammern 5, 50 des Treibladungslagers 4 mit der Anzahl der Kammern 3, 30 des Projektillagers 2 überein. Im vorliegenden Beispiel der Figuren 5, 6 und 7 ist dementsprechend die Anzahl der Kammern 5, 50 des Treibladungslagers 4 gleich zwei. Die Beladung des Treibladungslagers 4 wird über eine Einschubeinrichtung 9 gewährleistet. Die in dem Beladeraum 12 befindlichen, bevorrateten Treibladungen 7 werden nacheinander in Einschubposition gebracht und der jeweiligen Kammer (in Figuren 7a bis 7c: der Kammer 5) des Treibladungslagers 4 zugeführt. Sowohl das Treibladungslager 4 als auch das Projektillager 2 sind als Drehlager ausgeführt, welche sich vorzugsweise gegenläufig drehen. Durch die gegenläufige Drehung von Treibladungslager 4 und Projektillager 2 kann eine hohe Laufruhe des Waffensystems erreicht werden. Der Grund für die erhöhte Laufruhe ist der gegenseitige Ausgleich etwaiger Unwuchten des Treibladungslagers 4 und des Projektillagers 2 sowie die gegenseitige Kompensation von Lagerkräften, welche auf die Drehlagerungen des Treibladungslagers 4 und des Projektillagers 2 wirken. Wie der Figur 7a zu entnehmen ist, ist das Treibladungslager 4 um die Drehachse Y drehbar gelagert und das Projektillager 2 ist um die Drehachse X drehbar gelagert. Die beiden Achsen X, Y sind jeweils parallel versetzt zur Seelenachse A des Waffenrohrs 1 angeordnet. Das Treibladungslager 4 und das Projektillager 2 sind zwischen dem hinteren Ende des

Waffenrohrs 1 und dem Verschluss 77 angeordnet. Der Verschluss 77 weist einen Schlagbolzen 777 auf.

In den Figuren 7a bis 7c ist eine erste Phase des Betriebszyklus des Waffensystems dargestellt, in welcher sich die Kammer 3 des Projektillagers 2 in einer ersten Position, nämlich einer Ladeposition befindet. In dieser ersten Position ist die Einschubeinrichtung 8 zum Einschieben eines Projektils 6 in diese Kammer 3 aktivierbar. Ferner befindet sich in dieser ersten Position die Kammer 5 des Treibladungslagers 4 in der Ladeposition, bei der eine Einschubeinrichtung 9 zum Einschieben einer Treibladung 7 in diese Kammer 5 aktivierbar ist. Die Figuren 7a bis 7c zeigen diese beiden Einschubvorgänge für das Projektil 6 und die Treibladung 7. Dabei können die Einschubeinrichtung 8 zum Einschieben des Projektils 6 in die Kammer 3 und die Einschubeinrichtung 9 zum Einschieben der Treibladung 7 in die Kammer 5 miteinander gekoppelt sein. Durch diese – vorzugsweise starre – Kopplung zwischen den beiden Einschubeinrichtungen 8, 9 kann auf einfache Weise ein synchroner Einschub des Projektils 6 und der Treibladung 7 erreicht werden.

Die Figuren 7d und 7e zeigen den Übergang von der ersten Position in eine zweite Position, der Schussposition, wie sie in den Figuren 7f, 7g und Figur 5 dargestellt ist. In der Schussposition liegen die Kammer 3 des Projektillagers 2 und die Kammer 5 des Treibladungslagers 4 in Flucht mit dem Waffenrohr 1. Der Übergang zwischen der ersten Position und der zweiten Position wird durch die vorzugsweise gegenläufige Drehung des Projektillagers 2 und des Treibladungslagers 4 um ihre jeweiligen Drehachsen X, Y erreicht.

In der Schussposition (siehe Fig. 7g und Fig. 5) schließen die Stirnflächen S des Projektillagers 2 und des Verschlusses 77 dank der zwei Dichtungsringe 100 dicht mit der Treibladungskammer 5 des Treibladungslagers 4 ab. Dadurch wird eine optimale Druckentwicklung bei Zündung der Treibladung 7 gewährleistet.

Während der in Figuren 7d und 7e dargestellten Drehphase des Projektillagers 2 und des Treibladungslagers 4 werden die Einschubeinrichtungen 8, 9 vorzugsweise nicht bewegt oder allenfalls von der maximalen Einschubposition der Figur 7c ein kleines Stück zurückgezogen, um eine ungestörte Drehung des Projektillagers 2 und des Treibladungslagers 4 zu gewährleisten.

In Figur 7g und Figur 5 wird in der Schussposition der Schlagbolzen 777 betätigt. Der Schlagbolzen 777 schlägt auf den in Kammer 5 befindlichen Treibladungskörper 7, evtl. auch auf ein an der Treibladung 7 angebrachtes Zündplättchen. Die Treibladung 7 explodiert daraufhin in der Kammer 5 des Treibladungslagers 4 und beschleunigt dass in der Kammer 3 befindliche Projektil 6, welches durch das Waffenrohr 1 in Richtung Ziel beschleunigt wird.

Weitere Zyklusschritte und Betriebssituationen einer oben beschriebenen automatischen Schusswaffe für hülsenlose Munition können der WO 2009/146809 A1 entnommen werden.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Dichtungsrings 100 kann eine nachhaltige, vollständige Abdichtung eines Treibladungslagers einer Waffe für hülsenlose Munition über den gesamten Betriebstemperaturbereich erreicht werden.

Bezugszeichenliste

100	Dichtungsring
A_1	erster Bereich der Dichtungsfläche (von Dichtungsring); ebene Kreisringfläche
A_2	zweiter Bereich der Dichtungsfläche (von Dichtungsring); konusförmig geformte Fläche
D	Ringöffnung (in Dichtungsring)
T	Tangentialebene (an ersten Bereich der Dichtungsfläche)
α	Winkel (zwischen ebener Kreisringfläche und konusförmig geformter Fläche)
1	Waffenrohr
2	Projektillager
3, 30	Projektilkammer
4	Treibladungslager
5, 50	Treibladungskammer
6	Projektil
7	Treibladung
8	Stempel; Einschubeinrichtung (Projektil)
9	Stempel; Einschubeinrichtung (Treibladung)
10	Auswerfdorn; Auswerfeinrichtung (Treibladung)
11	Beladeraum (Projektile)
12	Beladeraum (Treibladungen)
13	Auswerfdorn; Auswerfeinrichtung (Projektile)
15	Dichtringsitz
16	Feder
17	Übergriff, Anschlag (für Dichtungsring)
18	Ausnehmung (in Dichtringsitz; für Feder)
77	Verschluss
777	Schlagbolzen
X	Rotationsachse (Projektillager)
Y	Rotationsachse (Treibladungslager)
A	Seelenachse (Waffenrohr)

Patentansprüche

1. Dichtungsring (100) zur Liderung eines Treibladungslagers (4) einer automatischen Schusswaffe für hülsenlose Munition insbesondere gegenüber einer Stirnfläche (S) eines Schusswaffenelements, insbesondere eines Verschlusses (77) oder eines Projektillagers (2), wobei der Dichtungsring (100) eine an die Stirnfläche (S) zur Anlage bringbare Dichtungsfläche aufweist,

   dadurch gekennzeichnet, dass

   die Dichtungsfläche einen ersten Bereich (A_1) um die Ringöffnung (D) des Dichtungsrings (100) und einen zweiten Bereich (A_2) um den ersten Bereich (A_1) aufweist, wobei der zweite Bereich (A_2) gegenüber einer Tangentialebene (T) an den ersten Bereich (A_1) zurückversetzt (α) ist.

2. Dichtungsring (100) nach Anspruch 1,
   wobei der erste Bereich (A_1) der Dichtungsfläche die Form einer um die Ringöffnung (D) des Dichtungsrings (100) angeordneten ebenen Kreisringfläche aufweist, und
   wobei der zweite Bereich (A_2) die Form einer sich außen an die Kreisringfläche anschließenden, konusförmig geformten Fläche aufweist.

3. Dichtungsring (100) nach Anspruch 2,
   wobei die ebene Kreisringfläche (A_1) eingerichtet ist, bei Umgebungstemperatur planparallel an der ebenen Stirnfläche (S) zur Anlage gebracht zu werden.

4. Dichtungsring (100) nach Anspruch 2 oder 3,
   wobei die konusförmig geformte Fläche (A_2) eingerichtet ist, nach Erhitzung des Dichtungsrings (100) durch einen oder mehrere Schüsse aus der Schusswaffe planparallel an der ebenen Stirnfläche (S) zur Anlage gebracht zu werden.

5. Dichtungsring (100) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der Winkel (α) zwischen ebener Kreisringfläche (A_1) und konusförmig geformter Fläche (A_2) im Bereich von 5 bis 20 Bogenminuten, vorzugsweise im Bereich von 10 bis 15 Bogenminuten liegt.

6. Dichtungsring (100) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei die Dicke des Kreisrings der ebenen Kreisringfläche (A_1), also die Differenz zwischen äußerem Kreisringradius und innerem Kreisringsradius, im Bereich von 0,5 mm bis 2 mm, vorzugsweise im Bereich von 0,5 mm bis 1 mm liegt.

7. Dichtungsring (100) nach Anspruch 6, wobei das Verhältnis von Dicke des Kreisrings der ebenen Kreisringfläche (A_1) zur Länge der Mantellinie des Kegelstumpfes der konusförmig geformten Fläche (A_2) im Bereich von 1 : 6 bis 1 : 4, vorzugsweise bei 1 zu 5 liegt.

8. Dichtungsring (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Material, aus dem der Dichtungsring (100) gefertigt ist, ein Metall oder eine Metalllegierung, insbesondere Stahl, umfasst.

9. Treibladungslager (4) für eine automatische Schusswaffe für hülsenlose Munition, mit zumindest einem Dichtungsring (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Treibladungslager (4) ein oder mehrere, vorzugsweise zwei, Treibladungskammern (5, 50) aufweist, welche verschlussseitig und projektillagerseitig mit jeweils einem Dichtungsring (100) versehen sind.

10. Treibladungslager (4) nach Anspruch 9, umfassend stufenförmig ausgebildete Dichtringsitze (15), in welche die Dichtungsringe (100), welche auf der der Dichtungsfläche abgewandten Seite stufig ausgeformt sind, unter Ausbildung einer Labyrinthdichtung eingesetzt sind, wobei ein oder mehrere, vorzugsweise sechs, Federn (16) in den Dichtringsitzen (15), vorzugsweise in Ausnehmungen (18), positioniert sind, welche die Dichtungsringe (100) gegen einen den seitlichen Rand der Dichtungsringe (100) übergreifenden Anschlag (17) drücken.