

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss mit abwerfbarem Treibspiegel gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der DE-A-2 924 217 ist ein solches flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss bekannt, dessen Stabilisierungsleitwerk am Geschoss um die Geschosslängsachse drehbar angeordnet ist. Am Treibspiegel dieses Geschosses ist ein durchrutschendes Führungsband vorgesehen zur Erzielung eines auf das Geschoss übertragenden Dralles beim Abschuss und gleichzeitig zur Verminderung des auf das Leitwerk wirkenden Dralles, wobei nun durch die drehbare Leitwerkanordnung die infolge schädlicher Wirkung des Restdralles beeinträchtigte Treffbildgüte und Reichweite beseitigt werden soll.

Weiter ist aus der GB-A-2 027 855 ein Verfahren zur Herstellung eines Unterkalibergeschosses bekanntgeworden, bei dem der abwerfbare Treibspiegel direkt auf den Geschosskörper auf einfache Art aufgegossen wird, wobei hier der volle Drall auch auf das Geschoss übertragen wird. Insbesondere kann das Geschoss als Pfeilgeschoss ausgebildet sein.

Im Gegensatz zu den üblichen drallstabilisierten Geschossen, welche ihre Flugstabilität von den gyrokopischen Kräften erhalten, die sich aus der hohen Dralldrehzahl ergeben, werden die Flügelgeschosse während des Fluges durch aerodynamische Kräfte stabilisiert, welche auf das Geschoss wirken. Obwohl der Geschossdrall nicht zur Stabilisierung der Flügelgeschosse beiträgt, ist eine niedrige Drehzahl um die Längsachse erwünscht, zur Verminderung der nachteiligen Effekte der Massen- und Gestaltungs-Asymmetrien, die sich aus Materialfehlern und Herstellungstoleranzen ergeben.

Flügelstabilisierte Geschosse werden vorzugsweise von Glatrohrkanonen abgeschossen; dank dem Fehlen von Drallnuten wird kein Drall erzeugt. Solche Waffen befinden sich zum Beispiel auf vorderen Kampfpanzern und besitzen im allgemeinen ein Kaliber von 60 Millimetern und mehr.

Automatische Kanonen mit einem Kaliber von 12,7 bis 40 Millimetern haben meistens ausschliesslich mit Drallnuten versehene Waffenrohre zum Abschliessen von verschiedenen Arten von drallstabilisierten Geschossen, insbesondere panzerbrechende Geschosse. Zur Verbesserung des Panzerdurchdringungsvermögens solcher Waffen ist es erwünscht, eine Technologie zu entwickeln, die eine erfolgreiche Verwendung von flügelstabilisierten, langen panzerbrechenden, aus Drallrohren abgeschossenen Geschossen mit ihrer eigentümlichen Endwirkung ermöglicht. In diesem Falle bedeutet erfolgreiche Verwendung Anpassung der Munition an das Waffen- und Zuführ-System, welches seinerseits die erforderliche strukturelle Ausbildung benötigt, um unter allen Bedingungen zuverlässig zu funktionieren, zur Erzeugung einer Geschoss-Genauigkeit, die gleich oder besser ist als bei drallstabilisierten Geschossen, welche von der gleichen Waffe abgefeuert werden.

Flügelstabilisierte Geschosse bestehen allgemein aus einem Unterkaliber-Geschosskörper und einem Satz Flügel von vier oder mehr einzelnen Flügeln, die am hinteren Geschossende befestigt sind. Der Geschossaufbau ist symmetrisch zu seiner Längsachse und das Geschoss wird aus der Waffe mit Hilfe eines abwerfbaren Treibspiegels abgeschossen. Der abwerfbare Treibspiegel hat zwei wichtige Aufgaben zu erfüllen, er soll das Unterkalibergeschoss entlang der Mittellinie des Waffenrohres während der Beschleunigung führen und er soll eine Abdichtung bilden, um die Treibgase während des Durchganges im Rohr zu halten. Diese letzte Aufgabe wird durch das Drallband erfüllt, welches in die Drallnuten des Waffenrohres eingreift und dabei den vollen Drall auf das Geschoss überträgt entsprechend der Steigung der Drallnuten und der Mündungsgeschwindigkeit des Geschosses.

Flügelstabilisierte Geschosse, gemäss dem heutigen Stand der Technik, enthalten einen Gleitsitz zwischen dem Drallband und dem Treibspiegel. Der Gleitsitz ist so ausgebildet, dass er die Dralldrehzahl des Treibspiegels annähernd um 70 bis 90% vom Drall des Drallbandes vermindert, welches den vollen Drall aufnimmt. Die Grösse des vom Gleitsitz im Drallband übertragenen Dralls ist durch die Gleitreibung bestimmt. Somit hat beim Austritt des Geschosses aus der Mündung des Waffenrohres das flügelstabilisierte Geschoss eine Dralldrehzahl von ca. 10 bis 30% der Dralldrehzahl eines drallstabilisierten Geschosses, das aus dem selben Waffenrohr abgefeuert wurde.

Es sind da zwei Problemkreise bei dieser Art des Abfeuerns flügelstabiler Geschosse aus Drallrohren zu beachten. Erstens ist es schwierig, die Drallverminderung durch den Gleitsitz mit der erforderlichen Wiederholbarkeit zu steuern, um eine annehmbare Geschoss-Genauigkeit über den ganzen Bereich der Schiessbedingungen bei militärischer Anwendung zu gewährleisten. Änderungen der Geschosstemperatur zwischen -40 bis $+60^{\circ}$, Änderungen der Feuchtigkeit, Herstellungstoleranzen, Verschmutzung durch Staub, Salz oder andere Substanzen, die zwischen das Drallband und seinen Sitz eindringen, beeinflussen den Reibungskoeffizient im Drallbandsitz und damit die Grösse der Drallübertragung.

Zweitens sind die Zentrifugalkräfte, welche an den Teilen des Treibspiegels angreifen, sehr wirksam zur

Einleitung der sofortigen und symmetrischen Trennung des Treibspiegels vom Geschosskörper beim Austritt des Geschosses aus der Mündung des Waffenrohres. Bei vermindertem Geschossdrall werden auch die Zentrifugalkräfte vermindert, welche auf die Teile des Treibspiegels wirken und zwar im Quadrat der Dralldrehzahl. In der Folge ist die Trennung des Treibspiegels weniger schnell und weniger genau als bei nicht gleitendem Drallband und zunehmend mehr von den aerodynamischen Kräften abhängig.

Die Einwirkung der aerodynamischen Kräfte auf das Geschoss wird verzögert durch das Ausströmen der Treibgase beim Austritt des Geschosses aus der Waffenrohrmündung. Diese Treibgase umhüllen das Geschoss zeitweilig in entgegengesetzter Strömungsrichtung. Erst beim Eintritt in die Atmosphäre, was etwa in einer Entfernung von ca. 30 Kalibern von der Mündung entfernt erfolgt, bekommen die aerodynamischen Kräfte ihre volle Wirksamkeit für die Trennung des Treibspiegels. Die Grösse der aerodynamischen Kräfte, die zur Trennung des Treibspiegels wirksam sind, betragen nur einen Bruchteil der Zentrifugalkräfte, die zur Verfügung stehen, wenn mit voller Dralldrehzahl abgefeuert wird, und daher ist eine wesentlich zerbrechlichere Treibspiegelkonstruktion erforderlich, um ihr Zerbrechen und Trennen zu gewährleisten. Ausserdem wegen der Begrenzung der Munition auf Kaliber bis zu 40 Millimeter sind die Abmessungen des gleitenden Drallbandes zusammen mit seinem Sitz sehr klein und daraus ergeben sich heikle und zerbrechliche Teile.

Demgegenüber erlaubt die Verwendung von nichtgleitenden Drallbändern den Aufbau von stärkeren Treibspiegeln. Dies ist vorteilhaft bei Schnellfeuerkanonen und der entsprechenden strukturellen Belastung bei der Zufuhr und beim Einschieben ins Waffenrohr.

Flügelstabilisierte Geschosse, welche mit abwerfbarem Treibspiegel versehen sind, die ein gleitendes Drallband aufweisen, ergeben erfahrungsgemäss beachtliche Unterschiede in der Dralldrehzahl beim Austritt aus der Mündung infolge der Abweichungen im Reibungskoeffizient am Gleitsitz des Drallbandes. Demzufolge kann die darauffolgende Beschleunigung oder Verzögerung des Geschossdralles zu Bedingungen führen, bei denen die Dralldrehzahl gleich gross ist wie die Nutationsfrequenz des Geschosses und Resonanz-Instabilitäten können auftreten. Je kleiner der Geschossdrall beim Austritt aus der Waffenrohrmündung ist und somit auch die Zentrifugalkräfte, die auf den Treibspiegel wirken, umso kleiner ist die Geschwindigkeit und die Symmetrie beim Abwerfen der Teile des Treibspiegels, und dadurch vergrössert sich die Geschossstreuung.

Zusammenfassend ergeben sich folgende Nachteile bei abwerfbaren Treibspiegeln an flügelstabilisierten Geschossen für automatische Feuerwaffen mit gleitenden Drallbändern zur Verminderung des Dralles:

1. Beträchtliche Schwankungen des Geschossdralles beim Abschuss infolge Abweichungen des Reibungskoeffizienten im Sitz des Drallbandes.
2. Schwankungen im Geschossdrall beim Abschuss führen zu verminderter Wiederholbarkeit der Treibspiegeltrennung und somit der Geschossbahn, wodurch die Geschossstreuung vergrössert und die Wahrscheinlichkeit des Erstschusstreffers abgewertet wird.
3. Verminderung des Geschossdralles beim Abschuss verkleinert die Zentrifugalkräfte, die für die Treibspiegeltrennung erforderlich sind, was eine schwächere Treibspiegelkonstruktion nötig macht. Der Verlust an Festigkeit und Zuverlässigkeit wird zudem verschlechtert bei der Empfindlichkeit des gleitenden Drallbandes und des Sitzes.

Befürworter der Verwendung gleitender Drallbänder nehmen irrümlicherweise an, dass ein grosser aerodynamischer Strömungswiderstand während der aerodynamischen Drallabnahme des Geschosses besteht, das eine volle Dralldrehzahl beim Abschuss besitzt. Schiessversuche haben jedoch gezeigt, dass der wirksame Strömungswiderstand sehr klein ist, was jedoch nicht überraschend ist in Anbetracht dessen, dass die Drallenergie von flügelstabilisierten Unterkalibergeschossen kleiner ist als ein Prozent ihrer translatorischen kinetischen Energie. In diesem Zusammenhang ist es auch von Interesse, dass infolge der präzisen und symmetrischen Treibspiegeltrennung bei flügelstabilisierten Geschossen mit voller Dralldrehzahl, die maximale Geschossneigung beim Abschuss weniger als fünf Grad betrug. Diese niedrige anfängliche Neigung ist sehr erwünscht, um den aerodynamischen Widerstand und die Geschossverzögerung klein zu halten.

Die vorliegende Erfindung bezweckt die Trefferwahrscheinlichkeit von flügelstabilisierten Unterkalibergeschossen zu verbessern, die von Waffenrohren mit Drallnuten abgeschossen werden, durch Definition der Geschosseigenschaften, welche es ermöglichen, den Abschuss bei voller Dralldrehzahl durchzuführen, ohne die Verwendung eines Drallbandes zur Reduzierung des Dralles. Ferner ermöglicht die Vermeidung eines zerbrechlichen gleitenden Drallbandes die Verbesserung der strukturellen Integrität Festigkeit und Zuverlässigkeit der Munition.

Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf flügelstabilisierte Geschoss für automatische Feuerwaffen mit einem Kaliber von 12,7 bis 40 Millimeter. Ein abwerfbarer Treibspiegel mit starr befestigtem Drallband erzeugt einen Drall während der Beschleunigung des Geschosses im Waffenrohr entsprechend der

Steigung der Drallnuten und der Mündungsgeschwindigkeit des Waffenrohres. Der resultierende Drall beim Abschuss ist daher ausschliesslich von der Mündungsgeschwindigkeit abhängig und daher präzise wiederholbar. Die Drallbewegung wird unvermindert auf das Unterkalibergeschoss übertragen. Anschliessend an den Austritt aus dem Waffenrohr und nach der Treibspiegeltrennung gelangt das Unterkalibergeschoss in die Atmosphäre und ist den aerodynamischen Kräften ausgesetzt. Ausser dass die aerodynamischen Kräfte das Geschoss im Fluge stabilisieren, wirken sie auch auf die Leitflügel und bewirken eine rasche Verminderung der Dralldrehzahl des Geschosses. Nach verhältnismässig kurzer Flugdauer erreicht die Dralldrehzahl den konstanten Wert. Diese konstante Dralldrehzahl ist durch den Abschrägungswinkel der Flügel bestimmt und ausserdem proportional zur Geschoss-Fluggeschwindigkeit. Um stabile Flugbedingungen aufrecht zu erhalten und um Flugbahnabweichungen zu vermeiden ist es notwendig, dass die konstante Dralldrehzahl des Geschosses immer grösser ist als die Nutations- oder Eigenfrequenz. Diese Wahl der konstanten Dralldrehzahl soll das Auftreten von Resonanz-Instabilitäten verhindern, welche zu grossen Anstellwinkeln und sogar zu katastrophalen Schwankungen führen. Die kritische Dralldrehzahl (Nutationsfrequenz) des Geschosses ist durch das Trägheitsmoment und die aerodynamischen Eigenschaften bestimmt und stellt einen festen Wert für ein gegebenes Geschoss dar. Innerhalb gewisser Grenzen kann die Grösse des kritischen Dralles durch die Ausbildung des Geschosses beeinflusst werden.

Das flügelstabilisierte Geschoss ist mit einem abwerfbaren Treibspiegel versehen, der im wesentlichen drei Hauptteile aufweist, nämlich ein Treibspiegelheck, einen Treibspiegelkörper und eine Schutzhaube. Das Treibspiegelheck ist vorzugsweise aus Leichtmetall, insbesondere Aluminium, das aus drei oder mehr gleichen Elementen zusammengesetzt ist und den Penetrator im mittleren Bereich in coaxialer Lage zum Waffenrohr festhält. Das Treibspiegelheck überträgt die längsgerichteten Beschleunigungskräfte und den Drall, der durch die Drallnuten vom Treibspiegel auf den Penetrator übertragen wird. Ein Treibspiegelkörper aus Kunststoff ist vor dem Treibspiegelheck angeordnet und ist mit einem integrierten Drallband versehen, das in die Drallnuten eingreift und sowohl als Abdichtung als auch zur Uebertragung der Drallbewegung - die von den Drallnuten auf den Penetrator übertragen wird - vorgesehen ist. Der Treibspiegelkörper umfasst ferner die drei oder mehr Längsnuten, die sich radial von seiner äusseren zylindrischen Oberfläche erstrecken und einen Steg von gegebener Dicke an der Innenseite der Längsnuten übriglassen. Der Treibspiegel wird entlang diesen Längsnuten unter der Wirkung der Zentrifugalkraft beim Austritt aus der Waffenrohrmündung zerbrechen.

Gemäss einem wesentlichen Merkmal der Treibspiegelausbildung ist eine mechanische Verbindung zwischen Treibspiegelkörper und Treibspiegelheck vorhanden, welche den vorderen Teil des Treibspiegelhecks und den hinteren Teil des Treibspiegelkörpers miteinander verankert. Diese Verbindung verhindert die Trennung der Teile unter der Wirkung des Treibgasdruckes, der beim Abschuss auf die hintere Seite des Drallbandes einwirkt. Ausserdem überträgt die Verbindung den Drall von Treibspiegelkörper auf das Treibspiegelheck.

Gemäss einem weiteren wichtigen Merkmal der vorliegenden Erfindung sind die Trennflächen zwischen den Teilen des Treibspiegelhecks abgedichtet und die Verbindung der Rückseite des Treibspiegelhecks mit dem Penetrator ist mit einer ringförmigen Dichtung versehen. Die Abdichtung der Heckteile, die ringförmige Dichtung und der Treibspiegelkörper bilden eine einzige integrierte Einheit vorzugsweise aus einem faserverstärkten Kunststoff. Wegen des komplizierten Aufbaues von Treibspiegelkörper und Dichtungen wird diese Einheit vorzugsweise im Spritzgussverfahren auf der zuvor zusammengestellten Einheit von Treibspiegelheck und Penetrator hergestellt.

Eine Schutzhaube wird auf das vordere Ende des Treibspiegelkörpers aufgesetzt, um das vordere Ende des Penetrators zu schützen und um das Geschoss der automatischen Zuführvorrichtung anzupassen.

Im Anschluss an die Abtrennung des Treibspiegels ist die induzierte Abnahme des Geschossdralles auf den konstanten Geschossdrall sehr schnell, sehr genau und wiederholbar. Dies kombiniert mit der Tatsache, dass die anfängliche Dralldrehzahl an der Mündung ebenso genau steuerbar ist wie die Mündungsgeschwindigkeit. Im allgemeinen beträgt die Abweichung vom Standard nicht mehr als ein Prozent und ergibt einen genau wiederholbaren Ablauf des Geschossdralles während des Fluges.

Der volle Drall, der sich bei einem festen, nicht gleitenden Drallband ergibt, bewirkt die hohen Zentrifugalkräfte, welche auf die Treibspiegelteile einwirken und die für die sofortige und symmetrische radiale Trennung beim Austritt des Geschosses aus der Rohrmündung erforderlich sind. Dieses Verfahren der Treibspiegelabtrennung - kombiniert mit der gesteuerten Geschossdrall-Abnahme entlang der Geschossbahn - wie das bei Geschossen mit festem Drallband möglich ist, ergibt eine Geschossgenauigkeit, die mit den bekannten Geschossen bisher nicht erreichbar war.

Die Erfindung bezweckt die Schaffung eines flügelstabilisierten Geschosses mit abwerfbarem Treibspiegel, das von einem mit Drallnuten versehenen Waffenrohr mit vollem Drall entsprechend der Steigung der Drallnuten des Waffenrohres abgeschossen wird.

Die Erfindung bezweckt ferner die Schaffung eines flügelstabilisierten Geschosses mit abwerfbarem Treibspiegel, das mit vollem Drall von einem mit Drallnuten versehenen Waffenrohr abgeschossen wird und anschliessend auf eine konstante Dralldrehzahl in schneller, präziser und genau wiederholbarer Weise verzögert wird mit Hilfe einer aerodynamischen Dämpfung, die zu einer genau wiederholbaren Drallabnahme während der Flugbahn des Geschosses führt.

Die Erfindung bezweckt ferner die Schaffung eines flügelstabilisierten Geschosses mit abwerfbarem Treibspiegel, das von einem mit Drallnuten versehenen Waffenrohr abgeschossen wird, das den vollen Drall beim Abschuss erreicht und eine konstante Dralldrehzahl besitzt, die grösser ist als die Nutationsfrequenz des Geschosses.

Die Erfindung bezweckt ferner die Schaffung eines flügelstabilisierten Geschosses mit abwerfbarem Treibspiegel, das mit vollem Drall von einem mit Drallnuten versehenen Waffenrohr abgeschossen wird und eine Halbwertszeit von nicht mehr als 0,1 Sekunden besitzt, wobei diese Halbwertszeit erforderlich ist, um die Dralldrehzahl auf einen Wert abzusinken, der auf halbem Weg zwischen Anfangswert beim Abschuss und der konstanten Dralldrehzahl liegt.

Die Erfindung bezweckt ferner die Schaffung eines flügelstabilisierten Geschosses, das einen robusten Treibspiegel aufweist, der sich unter der Wirkung der Zentrifugalkräfte sofort und radial-symmetrisch nach dem Abschuss trennen lässt.

Die Erfindung bezweckt ferner die Schaffung eines abwerfbaren Treibspiegels für ein flügelstabilisiertes Geschoss, bei welchem der Treibspiegel drei Elemente aufweist, nämlich ein Treibspiegelheck, einen Treibspiegelkörper aus Kunststoff mit einem integrierten Drallband und Dichtungen und einer ballistischen Schutzhaube.

Die Erfindung bezweckt ferner die Schaffung eines abwerfbaren Treibspiegels für ein flügelstabilisiertes Geschoss, in welchem Treibspiegelheck und Treibspiegelkörper eine mechanische Verbindung besitzen und der Treibspiegelkörper ein integriertes Drallband besitzt zum Abdichten der Treibgase und zum Übertragen des vollen Dralles auf das Geschoss, der durch die Drallnuten des Waffenrohres erzeugt wird.

Die Erfindung bezweckt ferner die Schaffung eines abwerfbaren Treibspiegels für ein flügelstabilisiertes Geschoss, bei welchem der Treibspiegelkörper ein integriertes Drallband aufweist zum Abdichten der Treibgase in den Drallnuten und mit einer Abdichtung, die sich über die Zwischenflächen der Treibspiegelheckteile erstreckt und mit einer Dichtung an der Berührungsfläche zwischen Treibspiegelheck und Penetrator.

Die Erfindung bezweckt ferner die Schaffung eines abwerfbaren Treibspiegels für ein flügelstabilisiertes Geschoss, das eine integrierte Konstruktion von Treibspiegelkörper, Drallband und Dichtung der Elemente des Heckteiles und Dichtung zwischen Heck und Penetrator aufweist.

Die Erfindung bezweckt ferner die Schaffung eines Treibspiegelkörpers für ein flügelstabilisiertes Geschoss, der im Spritzgussverfahren direkt auf das mit dem Penetrator vereinigte Treibspiegelheck aufgegossen wird.

Diese und andere Merkmale der Erfindung werden besser verständlich aus der folgenden Beschreibung der Erfindung:

Die Erfindung ist im folgenden anhand eines Ausführungsbeispieles beschrieben, das in der beigefügten Zeichnung dargestellt ist. Es zeigt:

- Fig.1 einen Längsschnitt durch ein flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss mit abwerfbarem Treibspiegel;
- Fig.2 eine Längsansicht des flügelstabilisierten Unterkalibergeschosses;
- Fig.3 ein Diagramm der Dralldrehzahl des flügelstabilisierten Geschosses in Funktion der zurückgelegten Flugbahn;
- Fig.4 einen Längsschnitt durch das flügelstabilisierte Unterkalibergeschoss mit abwerfbarem Treibspiegel;
- Fig.5 einen Querschnitt durch das Unterkalibergeschoss entlang der Linie 4-4 in Fig.4;
- Fig.6 einen Querschnitt durch den Treibspiegelkörper und das Unterkalibergeschoss entlang der Linie 2-2 in Fig.4;
- Fig.7 einen Querschnitt durch das Treibspiegelheck und das Unterkalibergeschoss entlang der Linie 3-3 in Fig.4;
- Fig.8 einen Schnitt durch das mit Flügeln versehene hintere Ende des Penetrators und Fig.9 eine Ansicht dieses Penetrators von hinten.

In Fig.1 ist ein Längsschnitt durch das Unterkaliber-Geschoss, das sich in einem abwerfbaren Treibspiegel befindet, dargestellt. Das Unterkaliber-Geschoss besteht aus einem Penetrator 10 und einer Flügelanordnung 12 an seinem hinteren Ende. Für viele Anwendungen ist ein pyrotechnischer Leuchtsatz 14 vorgesehen, der sich allgemein im zentralen Körper der Flügelanordnung befindet. Zur Erzielung einer

grossen Eindringleistung wird ein Schwermetall, insbesondere eine Wolframlegierung oder eine angereicherte Uraniumlegierung, für den Penetrator 10 verwendet. Zur Herstellung der Flügelanordnung wird entweder Stahl oder Aluminium verwendet. Im Falle von Hochgeschwindigkeitsgeschossen müssen die Aluminium-Flügel mit einer Schutzschicht versehen sein, um ein Abbrennen durch die aerodynamische Erhitzung zu verhindern.

Im allgemeinen besteht die Flügelanordnung aus 4 bis 6 Flügeln, welche symmetrisch um den zentralen Körper herum angeordnet sind. In Fig.2 ist eine Flügelanordnung mit vier Flügeln dargestellt. Im Hinblick auf die Waffe muss die Flügelspannweite 16 gleich oder kleiner sein als der Bohrungsdurchmesser des Waffenrohres. Zur Verminderung des aerodynamischen Strömungswiderstandes ist die vordere Kante der Flügel pfeilförmig abgeschrägt, wobei die Flügel verhältnismässig dünn sind. Der Grundriss der Flügel muss genügend gross sein, um eine aerodynamische Stabilität in Längsrichtung des Unterkaliber-Geschosses zu gewährleisten mit einer Stabilitätsspanne von nicht weniger als 1,5 Unterkalibergeschossdurchmessern, wobei die Stabilitätsspanne definiert wird als der Abstand des aerodynamischen Druckzentrums 24 gegenüber dem Schwerpunkt 26 des Geschosskörpers.

Erfindungsgemäss soll die Flügelanordnung ein aerodynamisches Roll- oder Quermoment bezüglich der Längsachse 20 des Geschosses erzeugen, um eine konstante Dralldrehzahl während des Fluges zu gewährleisten, entsprechend dem Antrieb durch einen Propeller. Das Rollmoment wird aerodynamisch erzeugt, entweder durch den Anstellwinkel der Flügel, ähnlich den Stabilisierungsflügeln an einem Flugzeug, oder durch eine abgeschrägte Führungskante 22 der in Fig.2 dargestellten Flügel, oder durch abgeschrägte Ablaufkanten der Flügel. Vorzugsweise sind alle Flügel gleich ausgebildet.

Die Erfindung bezweckt in erster Linie, dass das Unterkalibergeschoss den vollen Drall erhält entsprechend der Steigung der Drallnuten und der Mündungsgeschwindigkeit des Waffenrohres. Dies erfordert, dass der abwerfbare Treibspiegel ein starr befestigtes Drallband aufweist, welches den durch die Drallnuten erzeugten Drall auf das Unterkaliber-Geschoss ohne Schlupf überträgt. Beim Austritt des Geschosses aus der Rohrmündung und der Abtrennung des Treibspiegels gelangt das Unterkaliber-Geschoss in die Atmosphäre und wird sofort einer drallreduzierenden aerodynamischen Dralldämpfung ausgesetzt. Die schnelle Drallverminderung dauert an, bis ein konstanter Drall erreicht ist, entsprechend der Ausbildung der Flügel und der Geschossgeschwindigkeit. Die Halbwertszeit, d.h. die Zeit, welche notwendig ist, um die Dralldrehzahl des Geschosses auf den halben Wert zwischen dem anfänglichen Wert beim Abschuss und der konstanten Drehzahl zu bringen, sollte nicht grösser sein als 0,1 Sekunden. Während dieser Phase erhält das Geschoss wachsende dynamische Stabilität und die Halbwertszeit ist grösser als 0,1 Sekunden und ist somit zu kurz, um eine mögliche Steigerung der Präzessionsbewegung infolge der Magnuskräfte zuzulassen.

Die Erfindung bezweckt ferner, eine konstante Dralldrehzahl des Unterkaliber-Geschosses zu bestimmen, um das Auftreten von Resonanz-Instabilitäten zu verhindern sowie entsprechende Resonanz-Sprünge während des Geschossfluges. Sich drehende flügelstabilisierte Geschosse sind Resonanz-Instabilitäten ausgesetzt; das sind Verhältnisse, bei denen der Geschossdrall gleich gross ist wie die Nutationsfrequenz oder Eigenfrequenz des Geschosses. Diese sind gekennzeichnet durch eine Zunahme eines nicht drehenden Ausgleichsgriffswinkels, der sich aus der konstruktiven Asymmetrie ergibt, die z.B. durch Herstellungstoleranzen entsteht oder durch Materialfehler. Die Nutationsfrequenz ω_1 eines flügelstabilisierten Geschosses wird durch die dreistufige Theorie der Bewegung bestimmt entsprechend der folgenden Gleichung:

$$\omega_1 = \frac{p}{2} \frac{I_A}{I_T} \left(1 + \frac{1}{\tau} \right) ; \quad \tau = \frac{1}{1 - \frac{1}{s}}$$

p = Dralldrehzahl
 I_A = axiales Trägheitsmoment
 I_T = transversales Trägheitsmoment
s = gyroskopischer Stabilitätsfaktor

Resonanz-Instabilität führt zu grossen Angriffswinkeln und führt somit zu unannehmbaren Geschossstreuungen. Ausserdem kann die Resonanz begleitet sein von Drehbewegungen und Gierungen. Um das Auftreten von Resonanz-Instabilität zu vermeiden, muss die konstante Dralldrehzahl sich von der Nutations-

frequenz des Geschosses unterscheiden. Die vorliegende Erfindung bezweckt, dass die Geschossdralldrehzahl schnell von ihrem Anfangswert beim Abschuss auf die konstante Dralldrehzahl abnimmt, welche grösser ist als die Nutationsfrequenz des Geschosses und zwar um mindestens einen Faktor zwei unter allen Bedingungen im Operationsbereich der Munition. Dieses Verfahren, das auch als Dralldrehzahlanpassung bezeichnet wird, ist ferner an einem weiteren Beispiel gemäss Figur 3 beschrieben. Die Darstellung zeigt die Geschossdralldrehzahl in Funktion der Geschossflugweite für ein flügelstabilisiertes Geschoss, das von einer automatischen 25mm-Kanone mit einer Steigung der Drallnuten von 7,5% abgeschossen wurde. Bei einer Mündungsgeschwindigkeit von 1300 Meter/Sekunde beträgt die entsprechende Dralldrehzahl 13'890 rad/sec. Anschliessend an die Abtrennung des Treibspiegels vermindert sich die Geschossdrehzahl schnell infolge der aerodynamischen Drehzahldämpfung. Die Halbwertszeit (7505 rad/sec) wird nach 0,058 Sekunden erreicht und gemäss einer Geschosseschwindigkeit von 1300 m/sec im Abstand von 75 Metern von der Waffe. Bei einer Entfernung von annähernd 600 Metern von der Waffe hat das Geschoss seine konstante Drallgeschwindigkeit von etwa 1320 rad/sec erreicht. Diese Dralldrehzahl wird proportional zur Geschosseschwindigkeit noch weiter abnehmen. Bei einem horizontalen Abstand von der Waffe von ca. 2000 Metern beträgt die Geschosseschwindigkeit noch ca. 1200 m/sec und der konstante Drall beträgt noch ca. 1106 rad/sec. Die Eigenfrequenz des Geschosses beträgt ca. 440 rad/sec. Somit ist bei maximaler Reichweite des Geschosses die konstante Dralldrehzahl immer noch um einen Faktor 2,5 grösser als die Nutationsfrequenz und somit wird die Resonanz-Instabilität vermieden. Die vorgelegten Angaben beruhen auf Schiessversuchen und zeigen die Wirkung der Drallabstimmung, die einen Gegenstand der vorliegenden Erfindung darstellt.

Die Erfindung bezweckt ferner die Schaffung eines abwerfbaren Treibspiegels für ein flügelstabilisiertes Unterkaliber-Geschoss. Gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel besteht der abwerfbare Treibspiegel aus drei Hauptkomponenten, wie in dem Längsschnitt von Fig.4 dargestellt ist. Die hinterste Komponente ist ein Treibspiegelheckteil 28, das aus drei oder mehr gleichen Elementen 29 besteht, welche den Penetrator 10 des Unterkaliber-Geschosses in coaxialer Lage enthalten. Diese drei Elemente 29 berühren sich gegenseitig entlang radial gerichteten ebenen Flächen 30. Die Anordnung des Treibspiegelheckteils 28 ist auch anhand der Fig.5 beschrieben, welche eine Ansicht des abwerfbaren Treibspiegels von hinten zeigt. Die Berührungsfläche des Treibspiegelheckteiles mit dem mittleren Teil des Penetrators 10 hat verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Erstens bewirkt diese Fläche, dass der Penetrator sich in coaxialer Lage bezüglich der Waffenrohrachse befindet. Zweitens muss diese Berührungsfläche genügend stark sein, um die in Längsrichtung wirkenden Beschleunigungskräfte vom Treibspiegel auf das Geschoss beim Abschuss zu übertragen. Drittens soll die Berührungsfläche ohne Schlupf den Drall übertragen, der durch die Drallnuten des Waffenrohres vom Treibspiegel auf den Penetrator wirkt. Die soeben beschriebenen Funktionen werden am besten mit Hilfe einer Schraubenfläche 32 erfüllt oder durch eine Anzahl ringförmiger Nuten.

Eine weitere Komponente des abwerfbaren Treibspiegels bildet der Kunststoff-Treibspiegelkörper 34, der sich vor dem Treibspiegelheckteil befindet, wie aus Fig.4 ersichtlich ist. Der Treibspiegelkörper weist ein integriertes Drallband 36 auf, welches beim Abschuss in die Drallnuten des Waffenrohres eingreift, und das sowohl zur Abdichtung für die Treibgase dient, als auch zur Übertragung der Drallbewegung, die von den Drallnuten des Waffenrohres auf das Unterkaliber-Geschoss übertragen wird. Der Treibspiegelkörper 34 weist drei oder mehr in Längsrichtung sich erstreckende Nuten 38 auf, welche sich auch in radialer Richtung von der äusseren Zylinderfläche bis zum Penetrator 10 erstrecken und bis zur Treibspiegelbasis 28, derart dass eine Rippe 40 stehen bleibt, welche eine bestimmte Dicke an der inneren Begrenzung der Nut 38 besitzt. Diese Längsnuten sind in Fig.4 und 6 dargestellt. Beim Austritt des Geschosses aus der Mündung der Waffe zerbricht der Treibspiegelkörper sofort entlang diesen Rippen 40 unter der Wirkung der Zentrifugalkräfte, die durch den grossen Drall erzeugt werden. Die Anwesenheit dieser Rippen gewährleistet eine Abdichtung gegen das Eindringen von Wasser und anderer schädlicher Einwirkungen während der Speicherung und dem Transport der Munition.

Da sind zwei kritische Konstruktions-Kennzeichen, die für eine erfolgreiche Wirkung des Treibspiegelkörpers 34 wesentlich sind. Das erste Merkmal betrifft die konstruktive Ausbildung der Berührungsfläche 42 zwischen dem vorderen Teil des Treibspiegelhecks 28 und dem hinteren Teil des Treibspiegelkörpers 34, gemäss Fig.4. Diese mechanische Verbindung ist notwendig, um den Treibspiegelkörper 34 am Treibspiegelheck 28 zu verankern und dadurch eine Trennung zwischen den beiden Komponenten unter der Wirkung der Treibgaskräfte zu verhindern, welche auf das hintere Ende des Drallbandes 36 während des Abschusses einwirken, und um den Drall vom Treibspiegelkörper auf das Treibspiegelheck zu übertragen. Die Ausbildung dieser Verbindung ist so gestaltet, dass sich die Wirkung der Gasdichtung zwischen Treibspiegelkörper 34 und Treibspiegelheck 28 während des Gasdruckes auf das Drallband beim Abschuss im Waffenrohr vergrössert.

Die Form der Verbindung ist gegeben durch die äussere Kontur der vorderen zwei Drittel der

Heckoberfläche vor der Haltnute 43 für die Patronenhülse, wobei diese Kontur sich im wesentlichen unter dem Drallband des Treibspiegelkörpers befindet. Beim Abschuss des Geschosses werden das Drallband und der Treibspiegelkörper zusammengedrückt und bilden eine wirksame Gasdichtung entlang der Zwischenfläche, wodurch ein Durchtritt von Treibgasen durch diese Zwischenfläche verhindert wird. Ausserdem überträgt der Treibspiegelkörper den Drall, der durch die Drallnuten erzeugt wird über das Treibspiegelheck ohne Schlupf auf den Penetrator 10 an der mechanischen Verbindungsfläche.

Das zweite kritische Merkmal ist die Dichtung 44, die sich nach hinten durch die Kanäle 41 erstreckt, die sich in den Berührungsflächen der Treibspiegelheck-Segmente befinden. Am hinteren Ende des Treibspiegelhecks 28 ragt die Dichtung, welche sich durch die Kanäle erstreckt, in eine ringförmige Abdichtung 46, die sich an der Rückseite 37 des Treibspiegelhecks 28 befindet und den Penetrator 10 umgibt. Die Rückseite 37 umfasst auch eine ringförmige Nut 39 zur Verankerung der ringförmigen Abdichtung 46. Die Dichtung 44 ist auch aus Fig.7 ersichtlich, welche einen Querschnitt durch das Treibspiegelheck 28 zeigt. Diese Dichtung ist von Bedeutung: um zu verhindern, dass Treibgase in die Treibspiegelanordnung während des Abschusses eindringen und zwar entweder durch die Berührungsflächen 30 der Treibspiegelheck-Segmente oder entlang dem Umfang des Penetrators 10. Die Dichtung 44 und die Abdichtung 46 und der Treibspiegelkörper bilden eine einzige integrale Einheit, welche wegen ihrer komplizierten Ausbildung im Spritzgussverfahren in einem einzigen Arbeitsgang auf dem zuvor zusammengesetzten Treibspiegelheck hergestellt wird. Diese Herstellung im Spritzgussverfahren an Ort und Stelle auf dem Treibspiegelheck erfordert eine spezielle Form, in welcher die Geschoss-Treibspiegelheck-Untergruppe eingesetzt und zentriert wird, damit eine koaxiale Ausrichtung aller Teile gewährleistet ist.

Der Querschnitt der Dichtung 44 und die entsprechenden Kanäle in den Berührungsflächen 30 der Treibspiegelsegmente 28 kann grösser sein als in Fig.4 dargestellt. Immerhin ist es notwendig, dass der Treibspiegelkörper 34, die Dichtung 44 und die Abdichtung 46 eine einzige Einheit bilden. Vorzugsweise wird ein kohle- oder glasfaserverstärkter Kunststoff verwendet, wie z.B. Nylon oder flüssiges Kristall-Polymer (LCP), das sich für das Spritzgussverfahren an Ort und Stelle für den Treibspiegelkörper als Dichtung und Abdichtung eignet.

Die dritte wesentliche Komponente des abwerfbaren Treibspiegels ist die Schutzhaube 48, die am vorderen Ende des Treibspiegelkörpers befestigt ist. Die äussere Form muss den Anforderungen an die Oberfläche der Munition für Feuerwaffen entsprechen. Die Haube ist notwendig zum Schutze des Unterkaliber-Geschossteiles, das über das vordere Ende des Treibspiegelkörpers herausragt, solange die Munition gespeichert, transportiert und der Waffe zugeführt wird. Zur Verminderung des Gewichts der Schutzhaube ist diese hohl, mit einer dünnen Wand und vorzugsweise aus Kunststoff im Spritzgussverfahren hergestellt. Die Schutzhaube wird vorzugsweise am Treibspiegelkörper mit Hilfe eines Schnappsitzes 50 befestigt.

Wie bereits weiter oben ausgeführt, ist die Stabilität des Geschosses, d.h. der Abstand S zwischen dem Schwerpunkt 26 des Penetrators 10 und dem Luftangriffspunkt 24 am Penetrator 10 von der Ausbildung des Stabilisierungsflügels 12 abhängig. Ebenso ist die Halbwertszeit des Dralles einerseits und die Grösse des konstanten Dralles von der Ausbildung der Stabilisierungsflügel 12 abhängig. Wie gesagt soll dieser Abstand S zwischen Schwerpunkt 26 und Luftangriffspunkt 24 im Minimum 1,2 mal grösser sein als der Unterkaliber-Durchmesser des Penetrators 10. Die Halbwertszeit soll 0,10 Sekunden betragen und der konstante Drall soll um 50 Prozent grösser sein als die Nutationsfrequenz oder Eigenfrequenz des Penetrators 10, wie aus Fig.3 ersichtlich ist. Die Eigenschaften des Penetrators 10 werden nur durch eine entsprechende Ausbildung der Stabilisierungsflügel 12 erreicht. Daher soll die Konstruktion der vier Stabilisierungsflügel 12 anhand der Figuren 8 und 9 noch ausführlicher erläutert werden.

Gemäss Fig.8 ist die abgeschrägte Führungskante 22 um beispielsweise 30° geneigt und weist gemäss dem Schnitt A-A eine zweite Abschrägung von 10° auf und gemäss der Ansicht B beträgt diese Abschrägung 5°. Wesentlich ist dabei, dass die Flügel 12 nur auf einer Seite abgeschrägt sind und zwar in Drallrichtung des Geschosses gesehen auf der hinteren oder abgewandten Seite. Schlussendlich hat auch die Flügelänge a in Fig.8 eine Bedeutung für die Stabilität des Penetrators 10.

Gemäss Fig.9 sind vier Flügel 12 gleichmässig am Umfang verteilt angeordnet und relativ dünn, d.h. beispielsweise 0,5 - 1,0 Millimeter. Gemäss Fig.8, Ansicht B, ist die Kante 22 mehr oder weniger scharf, d.h. der Wert b liegt zwischen 0 - 70% der Dicke des Flügels. Zur Lage des Schwerpunktes 26 und des Luftangriffspunktes 24 können noch folgende Werte genannt werden: Gemäss Fig.2 beträgt der Abstand S1 zwischen der Spitze des Penetrators 10 und dem Schwerpunkt 26 beispielsweise 86 - 93 Millimeter und der Abstand S2 zwischen der Spitze des Penetrators 10 und dem Luftangriffspunkt 24 beträgt beispielsweise 100 - 120 Millimeter. Die Stabilität des Penetrators 10 ergibt sich somit aus der Differenz S2-S1 und dem Durchmesser des Penetrators 10.



Patentansprüche

1. Flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss mit abwerfbarem Treibspiegel zum Abschiessen aus einem mit Drallnuten versehenen Waffenrohr, mit einem Penetrator (10), der aus einem langen Stab besteht und an dessen hinterem Ende ein Satz Stabilisierungsflügel (12) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Treibspiegel zum Übertragen des vollen Dralles entsprechend der Steigung der Drallnuten und der Mündungsgeschwindigkeit auf das Geschoss vorhanden ist, dass die Stabilisierungsflügel (12) am Penetrator (10) ortsfest befestigt sind und dass die aerodynamische Form der Stabilisierungsflügel (12) derart ausgebildet ist, dass der Penetrator (10) ein Minimum an Längsstabilität (Abstand des aerodynamischen Druckzentrums (24) hinter dem Schwerpunkt (26) des Unterkalibergeschosses) von 1,2 Penetrator-Durchmesser, eine aerodynamischen Rolldämpfung, die eine Drallhalbwertszeit von nicht mehr als 0,10 Sekunden bewirkt, und anschliessend eine konstante Dralldrehzahl, welche mindestens 50% grösser ist als die gegebene Nutationsfrequenz des Geschosses, während der Flugzeit des Geschosses aufweist.
2. Flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine aerodynamische Rolldämpfung, die eine Drallhalbwertszeit ergibt, die kleiner ist als die Zeit für Änderungen in der Geschosspräzession, die sich aus dem Magnuseffekt ergibt.
3. Flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Penetrator (10) mit genügend aerodynamischer Dämpfung für seine Nutations- und Präzessionsbewegung versehen wird, aus der sich eine zunehmende dynamische Stabilität ergibt, wenn sich die Rollbewegung des Geschosses vermindert.
4. Flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine konstante Dralldrehzahl, um das Auftreten von Resonanzsprüngen sowie Rollbewegungen oder katastrophale Gierungen des Geschosses während der ganzen Flugzeit des Geschosses zu vermeiden.
5. Flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Stabilisierungsflügel (12) an ihrer Führungskante (22) nach hinten abgeschrägt und in Drallrichtung gesehen ebenfalls abgeschrägt sind, derart, dass sich die gewünschte Längsstabilität, Drallhalbwertszeit und konstante Dralldrehzahl ergibt.
6. Flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich die Länge der Stabilisierungsflügel (12) in Achsrichtung des Geschosses so gewählt ist, dass sich die gewünschte Längsstabilität, Drallhalbwertszeit und konstante Dralldrehzahl ergibt.
7. Flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch einen Treibspiegel, enthaltend ein segmentiertes, metallisches Heck (28) mit einer Anzahl Zwischenflächen (30) sowie Mittel zur drehfesten Aufnahme des Penetrators (10) im Bereich seines Schwerpunktes (26) und entlang der Längsachse (20), einen Treibspiegelkörper (34) aus Kunststoff, der am Heck (28) befestigt ist, von diesem aus entlang der Geschossachse (20) nach vorne ragt und ein integriertes Drallband (36) aufweist, um dem Penetrator (10) einen schlupffreien Drall zu erteilen, sowie Mittel (44,46) zum Abdichten der Heck-Zwischenflächen (30) und zum Abdichten der Verbindung zwischen Penetrator (10) und Heck (28).
8. Flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss gemäss Anspruch 7, gekennzeichnet durch einen im Spritzgussverfahren hergestellten Treibspiegelkörper (34), enthaltend eine integrierte Dichtung (44,46), die sich nach hinten durch die sich in Längsrichtung erstreckenden Schlitzte (30) des metallischen Treibspiegelhecks (28) erstreckt und eine ringförmige Abdichtung (46) bildet, welche den Penetrator (10) an der Rückseite des Hecks (28) umgibt, wobei die Abdichtung (44,46) verhindert, dass die Treibgase in den Treibspiegel (28,34) zwischen den sich in Längsrichtung erstreckenden Segmenten (29) des Heckteiles (28) und der Verbindung (32) zwischen Penetrator (10) und Treibspiegel (28,34) eindringen.
9. Flügelstabilisiertes Unterkalibergeschoss nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Heck (28) eine Verbindungsfläche (42) aufweist, die sich nach vorne erstreckt, um in den Treibspiegelkörper (34) einzugreifen, der ebenfalls den Penetrator (10) in coaxialer Lage enthält.



Claims

1. Fin-stabilised sub-calibre projectile with discarding sabot for launching from a refiled gun barrel, having a penetrator (10), which consists of a long rod with a set of stabilising fins (12) arranged at its rear, **characterised in that** a sabot is provided for transferring the full spin commensurate with the rifling twist and the muzzle speed to the projectile, that the stabilising fins (12) are attached in a fixed location on the penetrator (10), and that the aerodynamic shape of the stabilising fins (12) is such that the penetrator (10), whilst in flight, has a minimum of longitudinal stability (distance of the aerodynamic pressure centre (24) behind the centre of mass (26) of the sub-calibre projectile) of 1.2 penetrator diameter, aerodynamic roll damping causing a spin half life of not more than 0.10 seconds, and subsequently a constant rate of spin which is at least 50% greater than a given nutation frequency of the projectile.
2. Fin-stabilised sub-calibre projectile according to claim 1, **characterised by** aerodynamic roll damping producing a spin half life which is smaller than the time for changes in the projectile precession due to the Magnus effect.
3. Fin-stabilised sub-calibre projectile according to claim 1, **characterised in that** the penetrator (10) is provided with sufficient aerodynamic damping for its nutation and precession movement, from which is derived an increasing dynamic stability when the roll movement of the projectile reduces.
4. Fin-stabilised sub-calibre projectile according to claim 1, **characterised by** a constant rate of spin so as to avoid the occurrence of resonance jumps and roll movements or catastrophic yaws of the projectile during its entire flight.
5. Fin-stabilised sub-calibre projectile according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the stabilising fins (12) are at their guide edge (22) rearwardly swept back and also canted, as seen in the direction of spin, so that the desired longitudinal stability, spin half life and constant rate of spin are established.
6. Fin-stabilised sub-calibre projectile according to claim 5, **characterised in that** furthermore the length of the stabilising fins (12) in the axial direction is chosen so that the desired longitudinal stability, spin half life and constant rate of spin are established.
7. Fin-stabilised sub-calibre projectile according to one of claims 1 to 6, **characterised by** a sabot comprising a segmented, metallic rear (28) with a number of intermediate surfaces (30) and means for non-rotational accommodation of the penetrator (10) in the region of the centre of mass (26) and along the longitudinal axis (20), a sabot body (34) of plastics material, which is attached to the body (28), extends therefrom forward along the projectile axis (20) and comprises an integrated rotating band (36), so as to give the penetrator (10) non-slip spin, as well as means (44, 46) for sealing the base intermediate surfaces (30) and for sealing the connection between penetrator (10) and base (28).
8. Fin-stabilised sub-calibre projectile according to claim 7, **characterised by** an injection-moulded sabot body (34), comprising an integrated seal (44, 46), which extends rearwardly through longitudinally extending slots (30) of the metallic sabot base (28) and forms an annular obturator (46) which envelops the penetrator (10) at the rear of the base (28), in which respect the obturator (44, 46) prevents propellant gases from entering the sabot (28, 34) between longitudinally extending segments (29) of the base portion (28) and the connection (32) of penetrator (10) and sabot (28, 34).
9. Fin-stabilised sub-calibre projectile according to claim 8, **characterised in that** the base (28) has a connecting surface (42) which extends forward so as to engage the sabot body (34) which also accommodates the penetrator (10) in a coaxial position.

Revendications

1. Projectile sous-calibré, stabilisé par des ailettes comportant un sabot éjectable pour le départ du coup dans un canon rayé, projectile comportant un dard (10) constitué par une tige allongée dont l'extrémité arrière est munie d'un jeu d'ailettes de stabilisation (12), projectile caractérisé par un sabot pour



- transmettre toute la rotation en fonction du pas des rainures et de la vitesse à l'embouchure pour le projectile, les ailettes de stabilisation (12) étant fixées en un point déterminé du dard (10) et en ce que la forme aérodynamique des ailettes de stabilisation (12) est telle que le dard (10) offre un minimum de stabilité longitudinale (distance entre le centre de poussée aérodynamique (24) derrière le centre de gravité (26) du projectile sous-calibré) correspondant à 1,2 fois le diamètre du dard, un amortissement du roulis aérodynamique, présentant un demi-temps de rotation qui ne dépasse pas 0,10 seconde et une vitesse de rotation constante qui est au moins supérieure de 50 % à la fréquence de nutation donnée du projectile pendant le vol du projectile.
- 5
- 10 2. Projectile sous-calibré, stabilisé par les ailettes selon la revendication 1, caractérisé par un amortissement aérodynamique du roulis qui donne un demi-temps de rotation inférieur au temps nécessaire à modifier la précession du projectile résultant de l'effet Magnus.
- 15 3. Projectile sous-calibré, stabilisé par des ailettes selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dard (10) présente un amortissement aérodynamique suffisant pour son mouvement de nutation et son mouvement de précession, donnant une stabilité dynamique croissante lorsque le mouvement de roulis du projectile diminue.
- 20 4. Projectile sous-calibré, stabilisé par des ailettes selon la revendication 1, caractérisé par une vitesse de rotation constante pour éviter que ne se produisent des sauts de résonance ainsi que des mouvements de roulis ou des girations catastrophiques du projectile pendant tout son temps de vol.
- 25 5. Projectile sous-calibré, stabilisé par des ailettes selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les ailettes de stabilisation (12) ont un bord d'attaque (22) incliné vers l'arrière et elles sont également en biais dans la direction de rotation de manière à obtenir la stabilité longitudinale, le demi-temps de rotation et la vitesse de rotation constante souhaités.
- 30 6. Projectile sous-calibré, stabilisé par des ailettes selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'en plus la longueur des ailettes de stabilisation (12) est choisie dans la direction axiale du projectile pour obtenir la stabilité longitudinale, le demi-temps de rotation et une vitesse de rotation constante, choisis.
- 35 7. Projectile sous-calibré, stabilisé par des ailettes selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par un sabot comportant un arrière (28) métallique, segmenté ayant un certain nombre de surfaces intermédiaires (30) ainsi que des moyens pour recevoir le dard (10) solidement en rotation au niveau de son centre de gravité (26) et le long de l'axe longitudinal (20), un corps de sabot (34) en matière synthétique, fixé à l'arrière (28), dépasse de celui-ci le long de l'axe (20) du projectile et comporte une ceinture (36) intégrée, de mise en rotation pour communiquer une rotation sans glissement, au dard (10), ainsi que des moyens (44, 46) pour assurer l'étanchéité des surfaces intermédiaires arrière (30) ainsi que celle de la liaison entre le dard (10) et la partie arrière (28).
- 40 8. Projectile sous-calibré, stabilisé par des ailettes selon la revendication 7, caractérisé par un corps de sabot (34) fabriqué par injection, comportant un joint intégré (44, 46) qui s'étend vers l'arrière à travers des fentes (30) disposées dans la direction longitudinale et appartenant à l'arrière (28) du sabot métallique ainsi qu'un moyen d'étanchéité (46) annulaire qui entoure le dard (10) sur le côté arrière de la partie arrière (28), le moyen d'étanchéité (44, 46) évitant que les gaz de propulsion ne pénètrent dans le sabot (28, 34) entre les segments (29) de la partie arrière (28) s'étendant dans la direction longitudinale et la liaison (32) entre le dard (10) et le sabot (28, 34).
- 45 9. Projectile sous-calibré, stabilisé par des ailettes selon la revendication 8, caractérisé en ce que la partie arrière (28) présente une surface de liaison (42) qui s'étend vers l'avant pour pénétrer dans le corps (34) du sabot qui comporte également le dard (10) en position coaxiale.
- 50
- 55