



**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: **92119673.9**

Int. Cl.<sup>5</sup>: **F42C 13/04**

Anmeldetag: **19.11.92**

Priorität: **18.12.91 CH 3755/91**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**23.06.93 Patentblatt 93/25**

Benannte Vertragsstaaten:  
**BE CH DE ES FR GB IT LI NL**

Anmelder: **Oerlikon-Contraves AG**  
**Schaffhauserstrasse 580**  
**CH-8052 Zürich(CH)**

Erfinder: **Toth, Peter**  
**Regensbergerstrasse 1**  
**CH-8302 Kloten(CH)**

**Verfahren zur Erhöhung der Erfolgswahrscheinlichkeit bei der Flugkörperabwehr mittels eines fernzerlegbaren Geschosses.**

Eine Waffenanlage mit mindestens einem Feuerleitgerät und einem Geschütz benützt zur Abwehr eines Flugkörpers ein fernzerlegbares Geschoss. Dies gestattet, die Trefferwahrscheinlichkeit zu erhöhen, wegen der geringen Dichte der Geschoss-Fragmente ist aber der Abwehrerfolg in Frage gestellt. Das Verfahren benutzt ein Geschoss, dessen Fragmente auf einen Ring (10) konzentriert sind, der sich kegelmantelförmig ausbreitet. Das Geschoss wird beim Abschuss individualisiert. Die Vermessung des

Ziels geht während des Flugs des Geschosses weiter, wodurch der wahrscheinlichste Aufenthaltsort im vorausberechneten Treffzeitpunkt laufend genauer bekannt ist. Der Zerlegungsbefehl wird dem Geschoss möglichst spät mitgeteilt. Es ist immer möglich, mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Treffer herbeizuführen. Wegen der relativ grossen Dichte der auf den Ring (10) konzentrierten Fragmente ergibt sich eine erhöhte Erfolgswahrscheinlichkeit für die Abwehr.

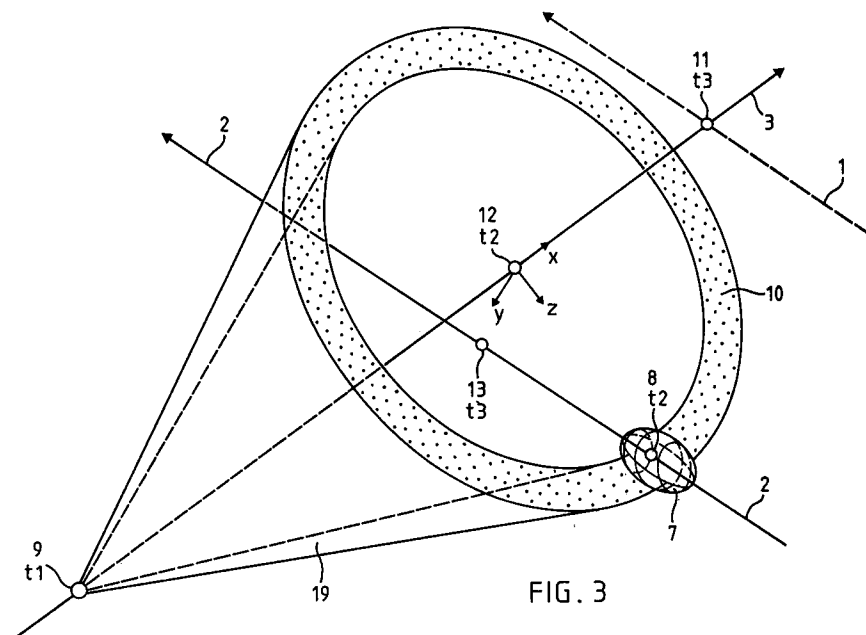


FIG. 3

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Flugkörperabwehr mittels Kanonengeschossen und betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Erfolgswahrscheinlichkeit durch gezielte Zerlegung eines speziell ausgebildeten Geschosses.

Flugkörper sind unbemannte Flugobjekte wie Raketen, Lenkbomben, Geschosse, Dronen. Das Spektrum möglicher Bewegungen derartiger Objekte ist sehr vielfältig. Entsprechend vielfältig sind die Mittel zu deren Bekämpfung; sie reichen von den einfachen Fliegerabwehrgeschützen bis zu komplexen Luft-Luft-Waffen mit Zielsuchköpfen. Anlagen zur Bekämpfung und Vernichtung feindlicher Flugkörper mittels Geschossen, um die es hier geht, umfassen im wesentlichen mindestens eine Kanone zum Verschiessen der Geschosse und eine Feuerleiteinrichtung zum Vermessen der Bewegung des Flugkörpers sowie zur Berechnung der Schussrichtung und des Zeitpunktes der Feuerauslösung. Für die Bekämpfung schneller und wendiger Flugkörper ist eine automatische Feuerleitung unumgänglich, das heisst, die Verfolgung des Ziels - im vorliegenden Fall des Flugkörpers - und die Berechnung der Schussrichtung erfolgt laufend auf Grund der Resultate der Vermessung und die Kanone wird laufend nachgesteuert. Falls gewünscht kann bei aufgehobener Feuersperre auch der Zeitpunkt und die Dauer des Feuerstosses automatisch erfolgen.

Das generelle Problem der Flieger- oder Flugkörperabwehr besteht darin, ein genügend grosses Zerstörpotential rechtzeitig an den momentanen Aufenthaltsort des abzuwehrenden Objekts zu bringen und es dort wirksam werden zu lassen. Im einfachsten Fall besteht das Zerstörpotential in der bewegten Masse eines ballistischen Geschosses, das heisst in kinetischer Energie. Damit sie wirksam wird, muss das Projektil oder zumindest ein Teil davon das Ziel treffen. Eine andere Möglichkeit ist ein Sprenggeschoss. Dieses führt einen Explosivstoff, also gebundene chemische Energie, mit, der bei einem Direkttreffer oder mit Hilfe eines Näherungszünders bei genügender Annäherung an das Ziel detoniert und seine zerstörerische Wirkung durch Wärmestrahlung und Druckwellen ausübt. Die Abwehraufgabe besteht aber darin, das Objekt unschädlich zu machen, das heisst zu vernichten, vom gefährlichen Kurs abzubringen oder so zu beschädigen, dass es seinen Zweck nicht mehr erfüllen kann. Dabei spielt natürlich eine Rolle, wo das Objekt getroffen wird (bzw. in welchem Abstand die Ladung detoniert) und wie die Zerstörerenergie übertragen wird. Ein glatter Durchschuss durch ein Stabilisierungsblech des Objekts ist zwar ein Treffer, bleibt aber ohne wesentliche Wirkung, genauso wie eine genau platzierte Ladung feinsten Schrotkugeln, von denen aber keine die Hülle des Objekts zu durchdringen vermag.

Die Gestaltung der Munition und die Berücksichtigung der Zerstörwahrscheinlichkeiten am Objekt für verschiedene Trefferlagen sind in die Überlegungen zur Flugkörperabwehr mit einzubeziehen. Zunächst wird jedoch davon ausgegangen, dass das Treffer-Problem der Abwehr grundsätzlich gelöst ist:

- aus der Zielvermessung ist die Zielbahn für den Zeitraum der Geschossflugdauer bekannt;
- aus Kenntnis der Ballistik ist die Flugbahn des Geschosses für eine gegebene Abgangsrichtung bekannt;
- aus der Feuerleitrechnung auf Grund der obigen Angaben sind die Ansteuerdaten für die Kanone für einen Treffer bekannt, und
- nach Abgabe des Schusses sind der voraussichtliche Treffpunkt zwischen Geschoss und Ziel im Raum und der Treffzeitpunkt bekannt.

In Wirklichkeit werden sich Ziel und Geschoss kaum gleichzeitig am berechneten Treffpunkt finden. Die Berechnung basiert auf Extrapolationen, die naturgemäss Unsicherheiten aufweisen. Die Unsicherheit des Aufenthaltsorts des Geschosses zur berechneten Trefferzeit resultiert namentlich aus den Richtfehlern und der Streuung der Kanone, der Streuung der Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses und den aussenballistischen Störungen, wie z.B. den Windeinflüssen. Die Unsicherheit des Aufenthaltsorts des Ziels zur berechneten Trefferzeit resultiert aus der beschränkten Messgenauigkeit bei der Zielverfolgung, der inhärenten Varianz des Vorhersagealgorithmus und den zwischenzeitlich nicht erfassten Zielmanövern. Es besteht daher das Problem der infolge dieser Unsicherheiten unzureichenden Treffer- und Zerstörwahrscheinlichkeit, kurz der unbefriedigenden Erfolgswahrscheinlichkeit für die Flugkörper-Abwehr, die es mit geeigneten Massnahmen zu erhöhen gilt.

Eine bekannte Massnahmen zur Erhöhung der Erfolgswahrscheinlichkeit besteht in der Tempierung des Geschosses. Unmittelbar beim Abschuss wird dabei das Geschoss tempiert, das heisst, es wird ihm eine Zeit eingeprägt, nach der es zur Explosion gebracht oder zerlegt wird. Ein derartiges Geschoss wirkt durch die Fragmente oder die Druckwellen des Explosivstoffs, welche innerhalb eines Kegels im Raum verteilt werden. Der Zeitpunkt der Zerlegung wird so gewählt, dass die Fragmente bzw. die Druckwellen das Gebiet der Unsicherheit des Aufenthalts des Ziels zur berechneten Trefferzeit überdecken. Die eingeprägte Zeit ist die berechnete Geschossflugzeit bis zum idealen Treffpunkt abzüglich der Zeitvorverlegung. Letztere kann konstant sein oder auf Grund der momentanen Verhältnisse optimiert errechnet sein.

Das geschilderte Verfahren hat den Nachteil, dass das zur Verfügung stehende Zerstörpotential

auf den relativ grossen Raum der Ziel-Unsicherheitszone aufgeteilt werden muss, was die Wirkung eines Treffers mindert. Eine diesbezügliche Verbesserung wird mit einem Geschoss mit einem Näherungszünder erreicht. Gemeinhin wird dabei auf die Relativgeschwindigkeit des Ziels zum Geschoss, ermittelt durch Doppler-Messung, abgestellt. Gezündet wird, wenn der in Zielnähe sinkende Relativgeschwindigkeitsbetrag einen vorgegebenen Wert unterschreitet. Ein Direkttreffer wird dadurch nicht vorweggenommen. Die Zerlegung des Geschosses findet in der Regel näher am Objekt statt als beim Verfahren der Tempierung, was eine höhere Zerstörwahrscheinlichkeit ergibt. Der Näherungszünder bedingt aber eine Messung und Signalverarbeitung auf dem Geschoss.

Eine andere Verbesserungsmöglichkeit besteht darin, das Geschoss im Flug zu programmieren. Nach dem Abschuss wird das Ziel weiter vermessen. Dadurch wird zunehmend genauer bestimmbar, wo es sich im berechneten Treffzeitpunkt aufhalten wird. Daraus wiederum lässt sich herleiten, welche Tempierung optimal ist. Wird das Geschoss mit einer Empfangsvorrichtung ausgerüstet und so gestaltet, dass es beim Abschuss nicht nur auf einen Mittelwert tempiert, sondern auch individualisiert werden kann, so lässt sich jedem einzelnen Geschoss im Flug individuell mitteilen, wann es sich zerlegen soll. Die DE-A-2348365 beschreibt ein Waffensystem, das den Zünder eines Projektils im Flug beeinflussen kann. Es umfasst einen Impulssender, der über eine Sendeantenne Daten an den Zünder im Geschoss übermitteln kann. Der Zünder im Geschoss weist unter anderem eine elektronische Empfängereinrichtung für diese Daten auf. Die Daten enthalten die individuelle Adresse, wodurch nur jeweils ein bestimmter Zünder angesprochen wird, und Korrekturwerte für einen laufenden Zähler. Die Detonation erfolgt beim Erreichen eines bestimmten Zählerstandes. Durch die Korrektur des Zählerstandes kann somit der Zündzeitpunkt vor- oder nachverlegt werden. Nach diesem Verfahren ergibt sich also eine kleinere Ziel-Unsicherheitszone und eine angepasste Zeitverlegung. Ergibt sich allerdings, dass Ziel und Geschoss sich in relativ grossem Abstand kreuzen werden, bleibt nichts anderes übrig, als das Geschoss früh zu zerlegen, damit überhaupt noch Fragmente in Zielnähe gelangen. Das Zerstörpotential dieser wenigen Fragmente wird dann kaum noch ausreichen, um das Ziel unschädlich zu machen.

Es besteht daher die Aufgabe, ein Verfahren zu finden, welches die Erfolgswahrscheinlichkeit für die Abwehr eines Flugkörpers durch ein zerlegbares Geschoss erhöht.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale im Patentanspruch 1 gelöst.

Das Verfahren basiert auf einem Geschoss, dessen Fragmente bei der Zerlegung auf einem Kegelmantel konzentriert sind, beispielsweise gemäss EP-A-0 328 877, jedoch mit ferngesteuertem Zünder. Das Ziel wird nach dem Abschuss des Geschosses weiter vermessen. Gegen den vorausgerechneten Treffzeitpunkt hin ist der Aufenthaltsort des Ziels dann zunehmend genauer bekannt. Er wird im allgemeinen nicht mit dem ursprünglich berechneten übereinstimmen. Der Zerlegungsbeefehl wird dem Geschoss im Flug so spät wie möglich mitgeteilt. Der Zerlegungszeitpunkt wird so gewählt, dass die im Kegelmantel divergierenden Fragmente das Ziel auf der neuen Zielbahn treffen. Die Geschosszerlegung wirkt also wie eine einmalige Umlenkung der Geschossflugbahn um den halben Öffnungswinkel des Kegels für einen Teil der Geschossmasse. Dies hat den grossen Vorteil, dass das vorhandene Zerstörpotential stärker konzentriert bleibt als beim herkömmlichen tempierten Geschoss und beim Näherungszünder. Eine aktive Messung vom Geschoss aus, wie bei letzterem unumgänglich, entfällt.

Die Erfindung wird anhand von vier Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt summarisch die Anlage für die Flugkörperabwehr.

Figur 2 skizziert in perspektivischer Darstellung die Verhältnisse für die Flugkörper-Abwehr mittels eines tempierten Geschosses (Stand der Technik)

Figur 3 skizziert die nämlichen Verhältnisse für das erfindungsgemässe Verfahren

Figur 4 zeigt die unterschiedlichen Dichteverteilungen zweier Geschosse zu zwei verschiedenen Zeitpunkten.

Ausgangspunkt bildet, etwa in der Art wie in der Figur 1 dargestellt, eine Anlage 30 zur Bekämpfung von Flugkörpern 31 mittels Geschossen 32, mit mindestens einer Feuerleiteinrichtung 33 und mindestens einem Geschütz 34. Grundsätzlich wird angestrebt, den Flugkörper 31 mit dem aus der Kanone 35 abgefeuerten Geschoss 32 direkt zu treffen. Die Feuerleiteinrichtung 33 vermisst laufend das Ziel, also die Bahn 1 des Flugkörpers 31. Zusammen mit der Kenntnis über die Art des Flugkörpers 31 und damit seiner Manövrierfähigkeit wird daraus die voraussichtliche Flugbahn 1 des Ziels in naher Zukunft bestimmt. Andererseits ist die Ballistik des verwendeten Geschosses 32 im Zusammenspiel mit der Kanone 35 bekannt. Für eine vorgegebene Abschussrichtung lässt sich somit die Flugbahn 3 des Geschosses 32 angeben. Weiter kann nun auch bestimmt werden, zu welchem Zeitpunkt das Geschoss 32 in welcher Richtung abgefeuert werden muss, damit die Zielflug-

bahn 1 und die Geschossflugbahn 3 sich schneiden und sich sowohl Geschoss 32' wie Ziel 31' gleichzeitig in diesem Schnittpunkt 11 befinden. Ueblicherweise wird die Kanone 35 durch die automatische Feuerleitung laufend so gerichtet, dass jederzeit ein Geschoss 32 abgefeuert werden kann, das dann die gewünschte Flugbahn einnimmt. Zu diesem Zweck sind die Feuerleiteinrichtung 33 und das Geschütz 34 in einem Gerät kombiniert oder über die notwendigen Leitungen 36 miteinander verbunden.

In der Figur 2 ist dieser bekannte Idealfall einer erfolgreichen Flugabwehr skizziert. Die berechnete Zielflugbahn 1 ist durch eine gerichtete Gerade symbolisiert, die berechnete Geschossflugbahn 3 durch eine ebensolche. Die beiden Bahnen schneiden sich im Treffpunkt 11, in dem sich gemäss Berechnung Ziel und Geschoss zum Treffzeitpunkt  $t_3$  begegnen sollten. Es handelt sich um eine gemischt Darstellung von räumlichen und zeitlichen Elementen. Die Geschossflugbahn 3 zum Beispiel zeigt die Punkte im Raum, welche das Geschoss im Laufe der Zeit überstreicht. Zur Zeit  $t_0$  befindet es sich im Punkt 4, zur Zeit  $t_3 > t_0$  im Treffpunkt 11. Räumlich betrachtet bewegt sich das Geschoss von links hinten aus der Ebene der Figur heraus nach vorne rechts oben.

Naturgemäss sind jedoch die Berechnungen für die Aufenthaltsorte sowohl des Ziels wie des Geschosses mit Unsicherheiten behaftet. Bestimmend dafür sind Mess- und Modellungenauigkeiten sowie externe Störungen. Für das Ziel spielen namentlich Messfehler des Sensors eine Rolle, insbesondere wenn es nur über kurze Zeit verfolgt werden kann und eine verhältnismässig lange Geschossflugzeit einzuberechnen ist, die Art der Extrapolationsrechnung sowie die unbekannten Manöver des Ziels nach dem Geschossabgang. Für das Geschoss sind die Streuung der Waffe und der Munition, bei letzterer vor allem die Anfangsgeschwindigkeitsstreuung, die Richtfehler, namentlich infolge von Regelabweichungen in der Servosteuerung, sowie meteorologische Einflüsse von Belang. Bei den zu Grunde gelegten Flugbahnen handelt es sich also um die nach dem Berechnungsmodell wahrscheinlichsten Bahnen. Zu jedem Bahnpunkt gibt es eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für den tatsächlichen Aufenthaltsort des Ziels bzw. Geschosses, hier kurz Unsicherheitszone genannt.

In der Figur 2 ist eine Unsicherheitszone 6 beispielhaft skizziert. Zum Zeitpunkt  $t_3$ , zu dem sich das Ziel am wahrscheinlichsten im Treffpunkt 11 aufhält, gibt es ein (nicht eingezeichnetes) Raumgebiet, innerhalb dessen sich das Ziel mit einer nahe an eins grenzenden Wahrscheinlichkeit befindet. Zum nämlichen Zeitpunkt lässt sich ein Raumgebiet (nicht gezeichnet) angeben, innerhalb dessen sich das Geschoss mit einer nahe an eins

grenzenden Wahrscheinlichkeit aufhält. Die Ueberlagerung beider Gebiete ergibt die skizzierte Unsicherheitszone 6 um den gemeinsamen Punkt 11, deren Form hier modellhaft angegeben ist. Dabei überwiegt der Anteil der Zielunsicherheit erheblich. Es lässt sich unschwer feststellen, dass eine erhebliche Wahrscheinlichkeit dafür besteht, dass das Geschoss das Ziel verfehlt.

Zur Sicherstellung eines Treffers bietet sich die Tempierung des Geschosses an. Die Figur 2 zeigt die entsprechenden Verhältnisse ebenfalls. Der Zünd- oder Zerlegungszeitpunkt  $t_0$  liegt zeitlich vor dem berechneten Treffzeitpunkt  $t_3$ . Zur Zeit  $t_0$  befindet sich das Geschoss im Zerlegungspunkt 4. Nach der Zündung breiten sich die Fragmente des Geschosses kegelförmig aus. Dieser Kegel 14 ist in der Figur 2 angedeutet - er öffnet sich gegen den Betrachter hin. Die Spitze des Kegels 14 liegt am Ort des Geschosses bei der Zündung, die Achse liegt in der Bewegungsrichtung des Geschosses und der Öffnungswinkel und die Dichteverteilung der Fragmente ist ein Charakteristikum des Geschosses; typischerweise nimmt die Dichte gegen aussen ab. Zur Zeit  $t_3$  sind die Fragmente im wesentlichen in einer kreisförmig begrenzten Ebene verteilt und bilden eine Fragmentenscheibe 5. Die Ebene liegt orthogonal zur Geschossflugbahn 3 und enthält den berechneten Treffpunkt 11. Der Radius der Fragmentenscheibe 5 ist idealerweise gerade etwa so gross, dass die grösste Ausdehnung der Unsicherheitszone 6 darin Platz findet. Die Zeitvorverlegung, das ist die Zeitdifferenz  $t_3 - t_0$ , um die das Geschoss vor dem berechneten Treffzeitpunkt  $t_3$  zerlegt wird, wird in Kenntnis der Geschosscharakteristik, namentlich des Öffnungswinkels des Kegels, mit Vorteil so gewählt, dass zur Zeit  $t_3$  die Fragmentenscheibe 5 die Ausdehnung der Unsicherheitszone 6 aufweist. Für lange Geschossflugzeiten ist die Unsicherheitszone 6 deutlich grösser als für kurze. Hier zeigt sich der Vorteil einer Tempierung erst beim Abschuss, wenn die Verhältnisse bekannt sind. Die Zeitvorverlegung lässt sich dann auf die vorliegende Situation einstellen.

Die Trefferwahrscheinlichkeit kann durch das Verfahren der Tempierung also wesentlich erhöht werden. Die Erfolgswahrscheinlichkeit steigt dabei aber nicht in gleichem Masse. Mit zunehmender Zeitvorverlegung bzw. zunehmendem Radius der Fragmentenscheibe 5 nimmt die Fragmentendichte quadratisch ab. Mit der Dichte nimmt aber auch die Zerstörungswahrscheinlichkeit ab. Dies gilt bei gegebenem Gesamtgewicht grundsätzlich, unabhängig von der Optimierung zwischen Fragmentzahl und Fragmentgewicht.

Eine diesbezügliche Verbesserung lässt sich erreichen, wenn während des Flugs des Geschosses das Ziel weiter vermessen und die Tempierung

erst im Flug eingestellt wird. Wie letzteres beispielsweise bewerkstelligt werden kann, lehrt die DE-A-2348365. Die benötigten Daten werden mit Hilfe einer Funkverbindung, in der Figur 1 symbolisch durch die Antenne 38 und das Funksignal 39 dargestellt, an das Geschoss 32' weitergegeben. Zum Zeitpunkt der Tempierung ist dank der fortgeführten Vermessung und Berechnung der Zielbahn bereits die Angabe eines korrigierten Treffpunkts möglich, und die Unsicherheitszone für den Aufenthaltsort des Ziels ist im allgemeinen kleiner. Für den Fall eines nahezu unveränderten berechneten Treffpunkts auch im Zeitpunkt der Tempierung im Flug hat die Figur 2 unverändert Gültigkeit, jedoch gilt nun gegenüber vorher ein anderer Massstab. Die Unsicherheitszone 6 ist dank der fortgesetzten Messung in ihren Ausdehnungen kleiner (und in der Form etwas verändert) und der Abstand des Zerlegungspunkts 4 vom berechneten Treffpunkt 11 ist kürzer. Die Dichte der Fragmentscheibe 5 ist entsprechend höher. Bei ungefähr gleichbleibender Trefferwahrscheinlichkeit kann also die Zerstörungswahrscheinlichkeit und damit auch die Erfolgswahrscheinlichkeit erhöht werden, sofern das Geschoss sich "auf dem richtigen Weg" befindet.

Ergibt jedoch die fortgesetzte Vermessung einen korrigierten Treffpunkt, der gegen den Rand der ursprünglichen Unsicherheitszone zu liegen kommt, so bleibt nichts anderes übrig, als eine ähnlich grosse Zeitvorverlegung wie bei der Tempierung beim Abschuss zu wählen, damit ein Treffer überhaupt möglich wird. Die Trefferwahrscheinlichkeit kann zwar erhalten werden, die Erfolgswahrscheinlichkeit jedoch nicht gesteigert. Oder anders ausgedrückt: ist der Treffpunkt berechnet und das Geschoss entsprechend abgefeuert, so lässt sich durch fortgesetzte Messung zwar der voraussichtliche Zielaufenthaltsort in der Nähe des theoretischen Treffpunkts zunehmend genauer bestimmen, die Möglichkeiten, mit dem Geschoss darauf zu reagieren, sind aber sehr beschränkt. Nur wenn die zusätzliche Information eine günstige Konstellation zwischen Geschoss und Ziel bestätigt, kann eine kleinere Zeitvorverlegung gewählt werden, wodurch die Fragmentdichte bei der Kollision und damit die Zerstörungswahrscheinlichkeit höher ist.

Hier schafft nun die Erfindung Abhilfe. Die zusätzliche Information wird genutzt, um bei in etwa gleichbleibender Trefferwahrscheinlichkeit die zerstörungswahrscheinlichkeit gegenüber dem Verfahren mit dem im Flug tempierten Fragmentgeschoss jedenfalls zu erhöhen und so die Erfolgsaussichten zu verbessern. Zu diesem Zweck wird ein Geschoss benützt, das ebenfalls im Flug durch das Feuerleitsystem tempiert oder bevorzugterweise ferngezündet werden kann, dessen Fragmente sich jedoch nach der Zerlegung kegelmantelförmig ausbreiten. Das Zerstörpotential in Form kinetischer

Energie in den Fragmenten wird also auf einem sich ausweitenden Ring konzentriert.

Die Figur 3 zeigt in gleicher Art wie die Figur 2 in einer gemischten Darstellung von räumlichen und zeitlichen Elementen die Verhältnisse nach der Zerlegung eines derartigen Kegelmantelgeschosses. Zur Zeit  $t_1$  befindet sich das Geschoss im Zerlegungspunkt 9. Von da an fliegen die Fragmente des Geschosses im Raum mit ungefähr derselben axialen Geschwindigkeit weiter und breiten sich dabei alle mit annähernd gleichem radialem Geschwindigkeitsbetrag gleichmässig in allen Richtungen aus. Die Fragmente überstreichen so mit fortschreitender Zeit im Raum einen Kegelmantel 19 endlicher Stärke, wie er in Figur 3 skizziert ist. Der Betrachter blickt in den sich verengenden Trichter hinein. Die berechnete Geschossflugbahn 3, die wiederum durch eine gerichtete Gerade angegeben ist, bildet die Achse des Kegels, der Zerlegungspunkt 9 die Spitze. Zum Zeitpunkt  $t_2$  hätte sich das Geschoss im Punkt 12 auf der Flugbahn 3 befunden. Nun ist es zerteilt auf einem kreisförmigen Fragmentring 10, der in etwa in der Orthogonalebene zur Bahn 3 durch den Punkt 12 liegt. Es ist leicht einzusehen, dass die Fragmentdichte in diesem Ring wesentlich höher ist, als jene bei Verteilung der gleichen Zahl von Fragmenten über die ganze Kreisfläche.

Die Figur 3 zeigt ferner die Verhältnisse für eine erfolgreiche Flugkörperabwehr nach dem erfinderischen Verfahren. Die zum Zeitpunkt des Abfeuerns des Geschosses berechnete Zielflugbahn 1 schneidet die Geschossflugbahn 3 im dannzumal vorausberechneten Treffpunkt 11 zur theoretischen Trefferzeit  $t_3$ . Mit Hilfe der fortgesetzten Zielvermessung kann während der Geschossflugzeit, aber noch bevor das Geschoss den Punkt 9 erreicht hat, die voraussichtliche Zielflugbahn um die Zeit  $t_3$  herum genauer bestimmt werden. Diese ist als korrigierte Zielflugbahn 2 eingezeichnet. Im Zeitpunkt  $t_2$  - für die Figur gilt  $t_2 < t_3$ , was aber nicht zwingend ist - befindet sich das Ziel höchstwahrscheinlich im Punkt 8. Der Aufenthaltsort des Ziels ist zur Zeit  $t_2$  bis auf eine Unsicherheitszone 7 bekannt, die im allgemeinen wesentlich kleiner ist als die in der Figur 2 aufgezeigte Unsicherheitszone 6 für den Aufenthaltsort des Ziels um den theoretischen Treffpunkt 11 zur Zeit  $t_3$ , wie sie beim Abfeuern des Geschosses festliegt. Der Aufenthaltsort 13 des Ziels zur Zeit  $t_3$  nach aufdatierter Berechnung liegt natürlich innerhalb der Unsicherheitszone 6.

An dieser Stelle sei nochmals angemerkt, dass es sich bei den vorstehenden Betrachtungen um Relativangaben bezüglich einer als fest angenommenen Geschossflugbahn handelt. Absolut im Raum wird auch die Geschossflugbahn anders liegen als vorausberechnet. Auch sie ist mit Unsicher-

heiten behaftet. Diese sind jedoch mit jenen des Ziels zusammengefasst in eine Unsicherheitszone des Ziels bezüglich einer determinierten Geschossflugbahn. Allfällig ermittelte Abweichungen der tatsächlichen Geschossflugbahn von der im voraus berechneten, insbesondere z.B. auf Grund von Geschossabgangsmessungen, sind in einer reduzierten Unsicherheitszone des Ziels verrechnet. Ferner werden für die Berechnungen in unmittelbarer Nähe des Treffpunkts die ballistischen Einflüsse vernachlässigt und die Bewegungen von Geschoss und Fragmenten näherungsweise als geradlinig und mit gleichförmiger Geschwindigkeit erfolgend angesehen. Diese Betrachtungsweise wird im folgenden beibehalten.

Die wichtigste Geschossabgangsmessung ist jene der Anfangsgeschwindigkeit, welche letztere wesentlichen Einfluss auf die Geschossflugbahn hat. Weiter sind in servogesteuerten Geschützen die Richtfehler infolge Regelabweichungen gut messbar und für die Bestimmung der Unsicherheitszone verwertbar.

Für eine spezielle Ausgestaltung des Verfahrens wird die Anlage überdies durch eine Verfolgungs- und Vermessungseinrichtung 37 (Fig. 1) für die abgefeuerten Geschosse ergänzt. Diese befindet sich mit Vorteil auf dem Geschütz, kann aber auch mit der Feuerleiteinrichtung 33 kombiniert sein. Damit kann auch der voraussichtliche Aufenthaltsort jedes einzelnen Geschosses 32' im vorausberechneten Treffzeitpunkt laufend genauer bestimmt werden, was zu einer weiteren Schrumpfung der Unsicherheitszone beiträgt.

Wie in der Figur 3 skizziert, befindet sich das Ziel zur Zeit  $t_2$  innerhalb der Unsicherheitszone 7 um den Punkt 8, der seinerseits in der Mitte der Wandstärke des Fragmenttrings 10 liegt. Es ist dies die Treffersituation, wobei das Geschoss zur Zeit  $t_1$  zerlegt wurde, so dass der Fragmentring 10 sich im Zeitpunkt  $t_2$  mit dem Ziel trifft. Dank der relativ hohen Fragmentdichte ist bei einem derartigen Treffer die Zerstörungswahrscheinlichkeit gross.

Hier besteht ein wesentlicher Unterschied zum herkömmlichen, allenfalls im Flug tempierten Geschoss, dessen Fragmentdichte nach aussen abnimmt; da die Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Ziels im Zentrum der Unsicherheitszone höher ist als gegen aussen werden die Fragmente auf die Mitte konzentriert, weil so am meisten Aussicht auf Erfolg besteht. Die Figur 4 zeigt über den Radius  $r$  aufgetragen die unterschiedlichen Fragmentdichten  $d$  für die beiden Geschossarten zu zwei verschiedenen Zeitpunkten. Die Kurve 21 zeigt eine mögliche Dichteverteilung des herkömmlichen Fragmentgeschosses eine gewisse Zeit  $T_1 = r_1/v_r$  nach der Zerlegung, die Kurve 22 jene des Kegelmantelgeschosses im gleichen Zeitpunkt. In beiden Fällen nimmt die Dichte mit der Zeit quadratisch ab, da

sich die feste Zahl der Fragmente auf eine Fläche verteilt, die sich mit der Zeit quadratisch ausdehnt, weil der Radius der Kreisfläche linear mit der Zeit zunimmt. Die Kurve 23 zeigt die Verhältnisse für das herkömmliche Fragmentgeschoss zur Zeit  $2 \cdot T_1$  nach der Zerlegung, die Kurve 24 jene des Kegelmantelgeschosses.

Es sei daran erinnert, dass das angegebene Verfahren in erster Linie dazu dient, Flugkörper abzuwehren. Flugkörper haben kleine Abmessungen. Zielflächen von 700 Quadratcentimeter und weniger sind keine Seltenheit. Bei einer zu kleinen Fragmentdichte besteht daher die Gefahr, dass gar kein Treffer mehr zu Stande kommt bzw. die Treffer einiger sehr kleiner Fragmente nicht genügen, um den Flugkörper unschädlich zu machen.

Anhand der nachstehenden Ueberlegungen wird nun gezeigt, dass mit dem beschriebenen Verfahren ein Zusammentreffen von Fragmentring und voraussichtlichem Aufenthaltsort des Ziels immer herbeiführbar ist, so dass mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Treffer erfolgt, wobei dank der dabei relativ hohen Fragmentdichte auch der Erfolg sehr wahrscheinlich ist. Dabei wird eine vereinfachende Betrachtung angewendet, die auf lineare Gleichungen abstützt. Bei Anwendung der Erfindung kann der Fachmann zur Erhöhung der Genauigkeit auf ein detaillierteres Modell zurückgreifen. Für die Berechnungen wird ein kartesisches Koordinatensystem zu Grunde gelegt, dessen Achsrichtungen wie folgt definiert sind: x-Achse in Richtung der Geschossflugbahn 3, y-Achse in der Orthogonalebene dazu horizontal; die z-Achse hat damit die Richtung der Schnittgeraden zwischen einer Vertikalebene durch die Geschossflugbahn und die Orthogonalebene zur Geschossflugbahn. Die Achsrichtungen sind in der Figur 3 im Punkt 12 angegeben. Das Geschoss bewegt sich mit der Geschwindigkeit  $v_g > 0$  entlang der x-Achse, die Fragmente haben zusätzlich eine radiale Komponente  $v_r$ . Das Verhältnis  $v_r/v_g$  bestimmt den Öffnungswinkel des Kegels. Die Fragmente haben zur Zeit  $t > t_1$  alle die x-Koordinate  $x_g(t)$  und den Abstand  $r(t) = v_r \cdot (t - t_1)$  von der Geschossflugbahn 3. Der momentane Zielort  $p(t)$  wird durch die Komponenten  $x_f(t)$ ,  $y_f(t)$  und  $z_f(t)$ , die Zielgeschwindigkeit durch die Komponenten  $v_{fx}$ ,  $v_{fy}$  und  $v_{fz}$  angegeben. Wo auf der Kegelachse, das heisst der Geschossflugbahn 3 der Ursprung des Koordinatensystems gewählt wird, spielt keine Rolle.

Auf Grund der fortgesetzten Messung ist der Zielort 13 zur Zeit  $t_3$ ,  $p(t_3)$ , bekannt. Gesucht ist der Zerlegungszeitpunkt  $t_1$  so, dass zur vorläufig unbekannten korrigierten Treffzeit  $t_2$  der Fragmentring 10 den Ort 8 des Ziels,  $p(t_2)$ , enthält. Daraus ergibt sich eine erste Bedingung, wonach die x-Koordinaten von Geschossfragmenten und Ziel gleich sein müssen, das heisst  $x_f(t_2) = x_g(t_2)$ . Die

vorläufig ebenfalls unbekannte Differenz zwischen der korrigierten Treffzeit  $t_2$  und der zuvor berechneten Treffzeit  $t_3$  sei mit  $T$  bezeichnet:  $T = t_2 - t_3$ .  $T$  kann positiv oder negativ sein - in der Figur 3 ist  $T$  offensichtlich negativ. Es gilt:

$$x_f(t_2) = x_f(t_3) + v_{fx} \cdot T \text{ und } x_g(t_2) = x_g(t_3) + v_{gx} \cdot T$$

woraus sich durch Gleichsetzen unmittelbar ergibt:

$$T = \frac{x_f(t_3) - x_g(t_3)}{v_{gx} - v_{fx}}.$$

Die Gleichung hat immer eine Lösung, die in guter Näherung einen Wert für die Korrektur  $T$  der Treffzeit ergibt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die einzig sinnvolle Voraussetzung erfüllt ist, wonach  $v_{gx} > v_{fx}$ , das heisst, dass das Ziel sich nicht schneller in Geschossrichtung bewegt als das Geschoss selber; im Normalfall gilt sogar  $v_{fx} < 0$ . Die örtliche Ablage  $x_f(t_3) - x_g(t_3)$ , das ist in der Figur 3 die x-Komponente des Abstands des Punktes 13 vom Punkt 11, ist beschränkt durch die ursprüngliche Unsicherheitszone 6.  $T$  ist somit immer bestimmbar und genügend klein.

Mit nun bekanntem  $T$  und  $t_2 = t_3 + T$  ergibt sich der Abstand  $a(t_2)$  des Ziels von der Geschossflugbahn 3 bzw. der Kegelachse aus der Wurzel der Quadratsumme von

$$y_f(t_2) = y_f(t_3) + v_{fy} \cdot T \text{ und } z_f(t_2) = z_f(t_3) + v_{fz} \cdot T$$

$$a(t_2) = \sqrt{[y_f(t_2) - y_g(t_2)]^2 + [z_f(t_2) - z_g(t_2)]^2}.$$

Als zweite Treffbedingung muss der Fragmentringradius gleich dem Abstand des Ziels von der Geschossflugbahn, das heisst die Bedingung  $r(t_2) = a(t_2)$  muss erfüllt sein, wobei gilt:

$$r(t_2) = v_r \cdot (t_2 - t_1) = v_r \cdot (t_3 + T - t_1).$$

Daraus ergibt sich der gesuchte Zerlegungszeitpunkt  $t_1$  zu

$$t_1 = t_3 + T - \frac{a(t_2)}{v_r}.$$

Sowohl  $a(t_2)$  als auch  $v_r$  sind positive Werte.  $t_1$  ist also jedenfalls kleiner als  $t_2 = t_3 + T$ , das heisst, die gesuchte Lösung existiert.

Für den praktischen Einsatz wird man für die Radialgeschwindigkeit  $v_r$  der Fragmente eine gewisse Streuung vorsehen, damit der Fragmentring

10 endliche Breite erhält. Mit dieser Massnahme wird der verbleibenden, reduzierten Unsicherheitszone 7 Rechnung getragen.

Das erfindungsgemässe Verfahren gewährleistet also eine hohe Trefferwahrscheinlichkeit gepaart mit einer hohen Konzentration der Fragmente des Geschosses und sichert so eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit.

Selbstverständlich lässt sich das Verfahren auch auf die Bekämpfung anderer bewegter Ziele, namentlich die Abwehr von Flugzeugen und Kampfhelikoptern, anwenden. In Kenntnis der Erfindung ist es dem Fachmann ohne weiteres möglich, die notwendigen Anpassungen an die charakteristische Aufgabenstellung vorzunehmen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung der Erfolgswahrscheinlichkeit bei der Flugkörperabwehr mittels eines fernzerlegbaren Geschosses (32), abgefeuert aus einer Waffenanlage (30) enthaltend eine Feuerleiteinrichtung (33) und ein Geschütz (34), wobei das Geschoss (32) beim Abschuss individualisiert und sein Zerlegungszeitpunkt im Flug fernbestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielvermessung durch die Feuerleiteinrichtung (33) nach dem Abschuss des Geschosses (32) weitergeführt und damit der Aufenthaltsort des Ziels im voraussichtlichen Treffzeitpunkt zunehmend genauer bestimmt wird, dass ein Geschoss (32) verwendet wird, dessen Geschossteile nach der Zerlegung mit annähernd gleicher radialer Geschwindigkeit kegelmantelförmig auf einem sich ausweitenden Ring (10) auseinanderstreben, und dass der Zeitpunkt der Zerlegung so gewählt wird, dass sich ein örtliches und zeitliches Zusammentreffen des Ziels mit einem Punkt (8) auf dem Ring (10) der Geschossteile ergibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Geschossteile auf dem sich ausweitenden Ring (10) gleichmässig verteilt sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim Abschuss des Geschosses (32) Abgangswerte gemessen, daraus der voraussichtliche Aufenthaltsort des Geschosses (32') im voraussichtlichen Treffzeitpunkt genauer bestimmt und in die Berechnung des Zerlegungszeitpunktes einbezogen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei als Abgangswert die Anfangsgeschwindigkeit des

Geschosses (32) gemessen und in die Berechnung einbezogen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei als Abgangswert die Richtfehler des Geschützes (34) gemessen und in die Berechnung einbezogen werden. 5
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Geschoss (32) nach dem Abschuss im Flug vermessen und daraus der Aufenthaltsort des Geschosses (32') im voraussichtlichen Treffzeitpunkt zunehmend genauer bestimmt wird. 10
- 15

20

25

30

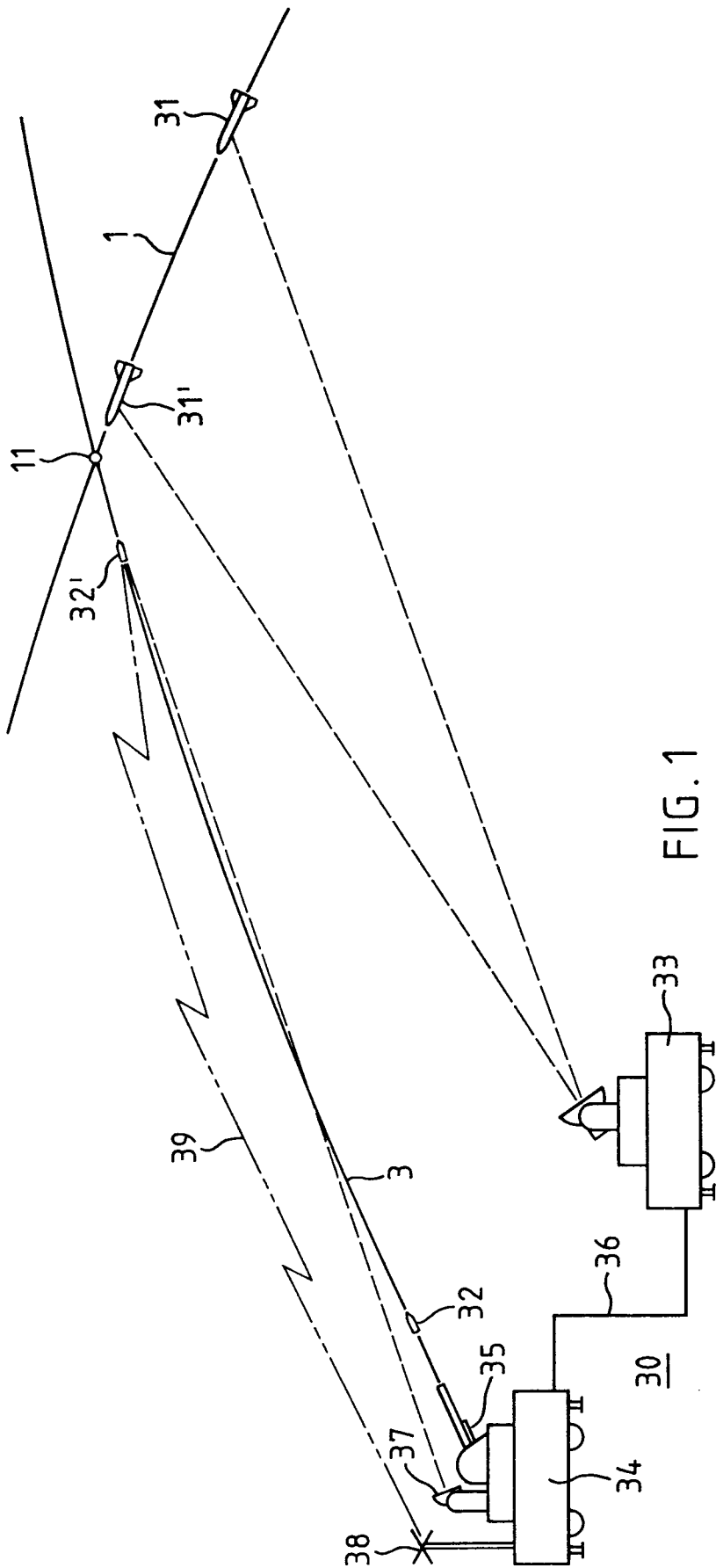
35

40

45

50

55



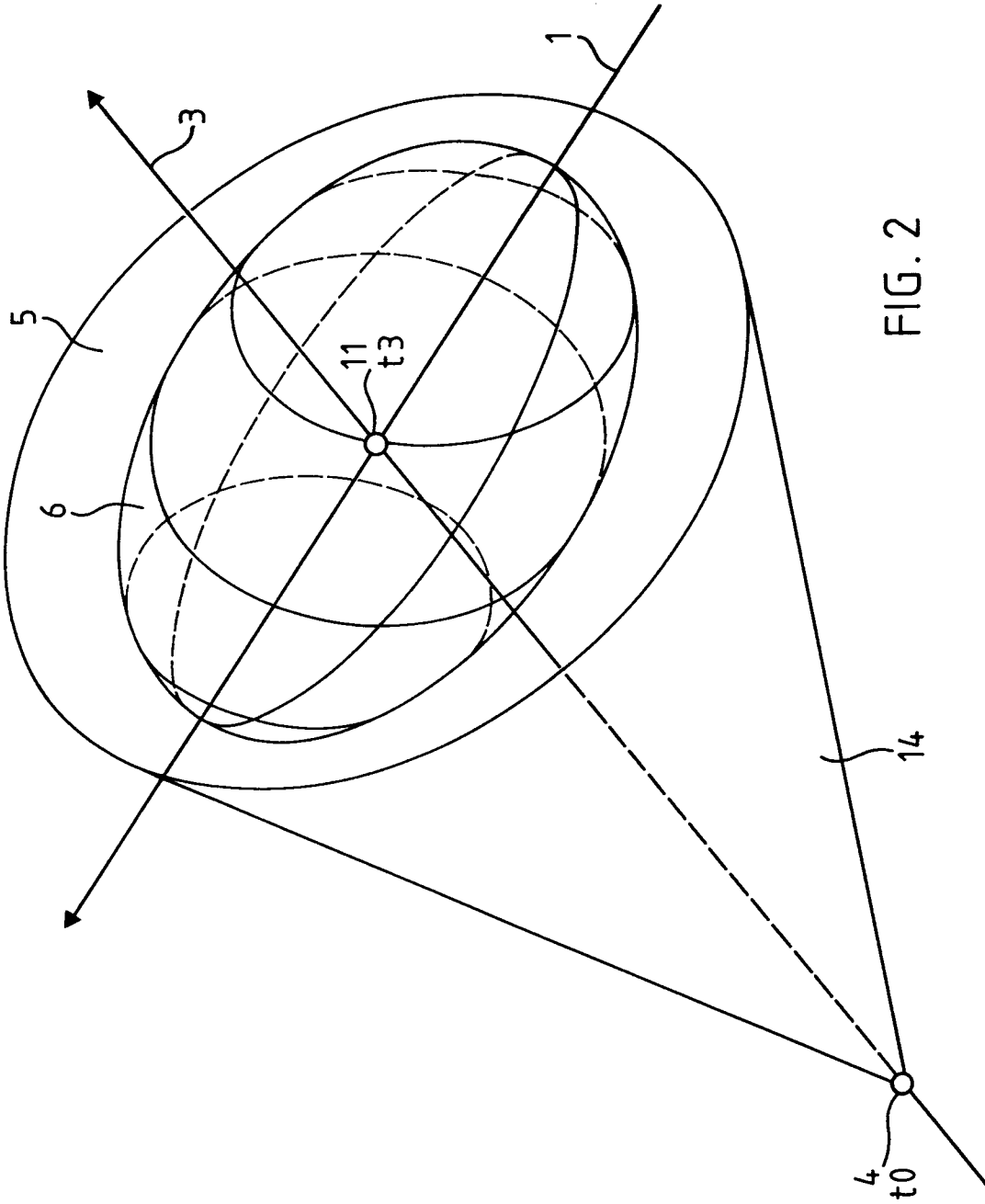


FIG. 2

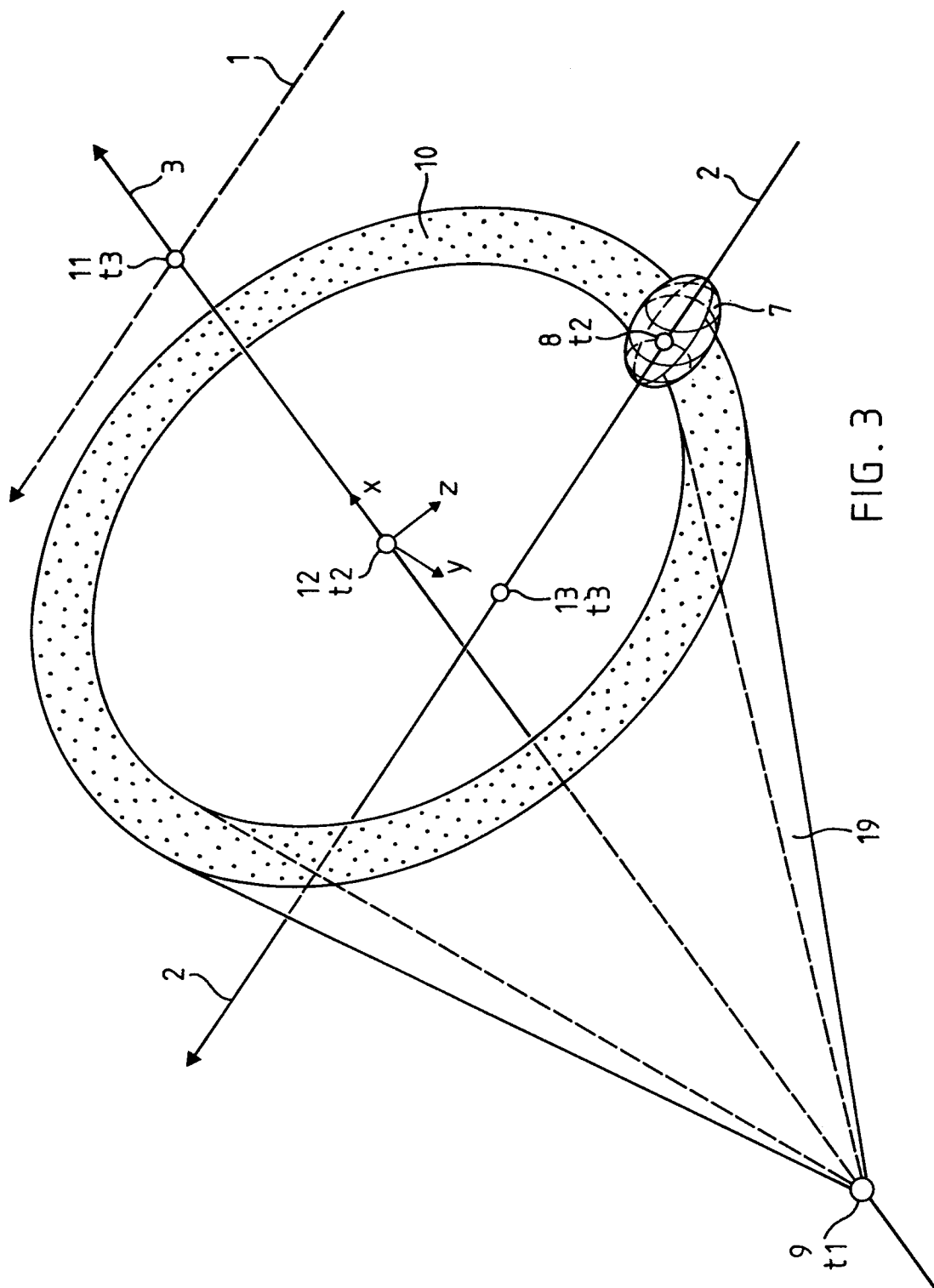


FIG. 3

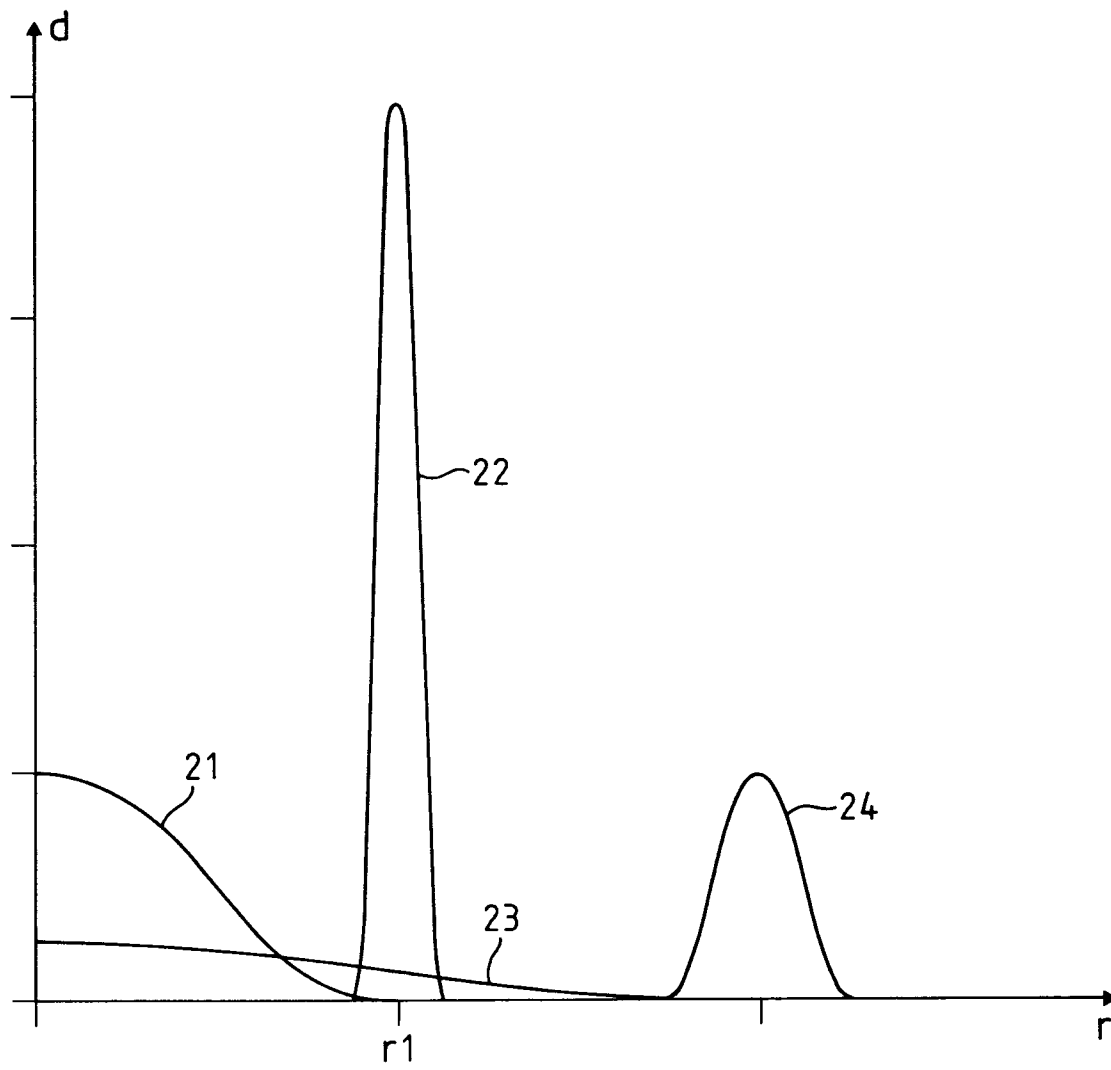


FIG. 4



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 9673

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                              |                                              |                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                          | Betrifft Anspruch                            | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EP-A-0 161 962 (SNIAS)<br>* Zusammenfassung *<br>* Seite 1, Zeile 1 - Seite 18, Zeile 25;<br>Abbildungen 1-8 *<br>---                                        | 1,2                                          | F42C13/04                                |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | NAVY TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN<br>Bd. 2, Nr. 2, Februar 1977,<br>Seiten 1 - 4<br>H. A. BULGERIN 'Command detonate fuze'<br>* das ganze Dokument *<br>--- | 1,2                                          |                                          |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EP-A-0 309 734 (OERLIKON BUEHRLE AG)<br>* Zusammenfassung *<br>* Seite 2, Zeile 2 - Seite 6, Zeile 13;<br>Abbildungen 1-5 *<br>---                           | 1,2                                          |                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DE-A-3 123 339 (WEGMANN)<br>* Zusammenfassung *<br>* Seite 3, Zeile 6 - Seite 8, Zeile 29;<br>Abbildungen 1-6 *<br>---                                       | 1                                            |                                          |
| D,A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | US-A-3 955 069 (ZIEMBA)<br>* Zusammenfassung *<br>* Spalte 2, Zeile 9 - Zeile 36; Abbildung 1 *<br>---                                                       | 1                                            | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int. Cl.5) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | US-A-4 267 776 (EICKERMAN)<br>* Zusammenfassung *<br>* Spalte 1, Zeile 7 - Spalte 6, Zeile 8;<br>Abbildungen 1-4 *<br>-----                                  | 1,3,4                                        | F42C                                     |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                              |                                              |                                          |
| Recherchenort<br>DEN HAAG                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                              | Abschlußdatum der Recherche<br>01 MAERZ 1993 | Prüfer<br>BLONDEL F.J.M.L.               |
| <b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b><br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                                              |                                              |                                          |