



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 314 950 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.11.2005 Patentblatt 2005/46

(51) Int Cl.7: **F41G 3/32**

(21) Anmeldenummer: **02022511.6**

(22) Anmeldetag: **07.10.2002**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Beurteilen der Richtfehler eines Waffensystems und Verwendung der Vorrichtung**

Method and device for assessing the aiming errors of a weapon system and use of the device

Procédé et dispositif pour l'évaluation des erreurs de pointage d'un système d'arme et utilisation du procédé

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**

(72) Erfinder: **Malakatas, Nicolas, Dr.**
8038 Zürich (CH)

(30) Priorität: **23.11.2001 CH 21672001**

(74) Vertreter: **Heusch, Christian**
OK pat AG
Chamerstrasse 50
6300 Zug (CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.05.2003 Patentblatt 2003/22

(73) Patentinhaber: **OERLIKON CONTRAVES AG**
8050 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 152 206 **WO-A-88/08952**
US-A- 3 981 010 **US-A- 4 429 993**
US-A- 4 878 752

EP 1 314 950 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und nach dem Anspruch 1, ein Waffensystem nach dem Anspruch 7 und eine Verwendung nach einem der Ansprüche 21 bis 23.

[0002] Verfahren und Vorrichtungen dieser Art dienen dazu, die Richtgenauigkeit von Waffensystemen zu beurteilen, die zur Bekämpfung von rasch bewegten Zielen, im allgemeinen Flugzielen, eingesetzt werden.

[0003] Solche Waffensysteme umfassen ein Feuerleitgerät und eines oder mehrere dem Feuerleitgerät zugeordnete Geschütze. Das Feuerleitgerät ist dazu bestimmt, ein Ziel zu detektieren, zu akquirieren und zu verfolgen. Beim Verfolgen des Zieles, das als Tracking bezeichnet wird, werden praktisch laufend, das heisst in zeitlich sehr nahe beieinander liegenden Messzeitpunkten, Messungen durchgeführt, um für jeden Messzeitpunkt den Ort des Zieles zu ermitteln. Eine dem Waffensystem zugeordnete Datenverarbeitungsanlage berechnet retrospektiv aus den Ergebnissen dieser Messungen den Bewegungszustand des Zieles, worunter mindestens eine empirische Weg/Zeit-Funktion, eine empirische Geschwindigkeits/Zeit-Funktion und eine Beschleunigungs/Zeit-Funktion des Ziels verstanden werden. Auf Grund der Weg/Zeit-Funktion, der Geschwindigkeits/Zeit-Funktion und der Beschleunigungs/Zeit-Funktion berechnet die Rechereinheit ferner den zukünftigen Bewegungszustand des Zieles. Hierbei handelt es sich um eine Extrapolation, berechnet wird also nicht der tatsächliche zukünftige Bewegungszustand des Zieles, sondern derjenige Bewegungszustand, den das Ziel vermutlich haben wird und der auch als der erwartete Bewegungszustand des Zieles bezeichnet wird. Bestimmt wird insbesondere ein Fälligkeitszeitpunkt und eine zugehörige Fälligkeitsposition, an welcher das Ziel zum Fälligkeitszeitpunkt erwartet wird. Die Fälligkeitsposition wird derart bestimmt, dass ein Geschoss, das zu einem bestimmten Abschusszeitpunkt von der Waffe abgeschossen wird, zum Fälligkeitszeitpunkt an der Fälligkeitsposition eintrifft oder, vereinfacht gesagt, das Ziel an der Fälligkeitsposition trifft. Die so bestimmte Fälligkeitsposition ist also der erwartete Treffpunkt. Im Zusammenhang damit berechnet die Datenverarbeitungseinheit ferner für die Waffe bzw. für das Waffenrohr einen Richtpunkt, auf welchen das Waffenrohr im Abschusszeitpunkt gerichtet sein muss, bzw. ein Azimut und eine Elevation, welche das Waffenrohr im Abschusszeitpunkt haben muss. In diese Berechnung, die als Vorhaltrechnung bezeichnet wird, werden die relativen Positionen von Feuerleitgerät und Waffe, die interne und die externe Ballistik sowie Verzögerungen, die sich bei der Funktion des Systems ergeben, einbezogen. Offensichtlich liegt der Abschusszeitpunkt, zu dem das Waffenrohr auf den Richtpunkt gerichtet sein muss, vor dem Fälligkeitszeitpunkt, zu dem sich das Ziel an der Fälligkeitsposition befinden wird.

[0004] Um die Funktionstüchtigkeit des Waffensystems zu beurteilen, wird die Richtgenauigkeit des Waffensystems, welche die Treffleistung massgeblich bestimmt, getestet. Hierbei wird im Wesentlichen untersucht, ob die Vorgänge zwischen dem Tracken des Ziels und dem Abschuss eines Geschosses wie geplant verlaufen, nämlich so, dass sich Ziel und Geschoss zum Fälligkeitszeitpunkt an der Fälligkeitsposition oder mindestens in deren nahen Umgebung befinden. Es sind verschiedene Verfahren bekannt, um Richtfehler festzustellen. Eine wirklich zutreffende Beurteilung der Treffleistung eines Waffensystems ist aber nur möglich, wenn die Bekämpfung eines Zieles entweder tatsächlich erfolgt oder realitätsnah simuliert wird.

[0005] Eine präzise Beurteilung der Richtgenauigkeit bzw. eine genaue Ermittlung von Richtfehlern kann beispielsweise erfolgen, indem ein Ziel tatsächlich abgeschossen und die winkel- und/oder distanzmässige Ablage der Geschosse vom Ziel bei ihrem Flug bestimmt wird. Allerdings ist die Beurteilung der Richtgenauigkeit bzw. der Treffleistung auf ein verhältnismässig enges Zeitfenster beim Beschuss eingeschränkt und liefert keine Anhaltspunkte über eventuelle Treffer während der restlichen Zeitspanne, zu welcher das Ziel von der eingesetzten Waffe bekämpft werden kann. Als Ziel wird ein Manipulierzil bzw. Übungsziel eingesetzt, das sich mindestens annähernd so verhalten sollte wie diejenigen realen Ziele, zu deren Bekämpfung das Waffensystem vorgesehen ist. Solche Manipulierziele sind unbemannt. Bekannt sind einerseits selbst-flugfähige Manipulierziele, die ferngesteuert sind, und andererseits flugunfähige Manipulierziele, die beispielsweise von einem Schleppflugzeug gezogen werden. Als Munition kann Kriegsmunition oder Übungsmunition verwendet werden. Die Ablage kann auf zwei verschiedene Arten ermittelt werden: Entweder werden die Weg/Zeit-Kurven sowohl des Manipulierzies wie auch der Geschosse bestimmt und daraus die Ablage der Geschosse vom Manipulierzil ermittelt; beispielsweise kann hierzu der örtliche Bereich, in welchem sich Manipulierzil und Geschosse treffen, im zeitlichen Bereich, zu welchem dieses Treffen stattfindet, abgebildet, und hieraus die Ablage ermittelt werden. Oder es werden Sensoren am Manipulierzil angebracht, welche auf die vorbeifliegenden Geschosse reagieren. Der grosse Nachteil dieses Verfahrens liegt darin, dass es sehr aufwändig und kostspielig ist. Unabhängig davon, ob selbst-flugfähige oder geschleppte Manipulierziele eingesetzt werden, sind diese Manipulierziele selbst sowie entweder zusätzliche Einrichtungen zur Ermittlung und Vermessung der Flugbahnen und zur Auswertung der dabei ermittelten Messwerte oder aber Einrichtungen zur Verarbeitung der von den Sensoren zur Verfügung gestellten Signale erforderlich. Die Verwendung unbemannter, flugfähiger, ferngesteuerter Manipulierziele erfordert zusätzlich terrestrische Einrichtungen zum Fernsteuern dieser Manipulierziele. Die Gesamtheit der erforderlichen Einrichtungen ist in jedem Falle, wie oben behauptet, kostspie-

lig in der Anschaffung und aufwändig im Betrieb; meist können diese Einrichtungen nur von spezialisiertem Personal bedient werden und erfordern eine Infrastruktur, die nur auf festen Schiessplätzen, aber nicht im Felde verfügbar ist. Ausserdem besteht stets die Gefahr der Beschädigung oder Zerstörung der Manipulierziele, die nicht vermieden werden kann und nicht vermieden werden soll, da ja das Treffen des Manipulierzies die angestrebte gute Richtgenauigkeit eben gerade dokumentiert.

[0006] Während beim oben beschriebenen Verfahren als Ziele Manipulierziele eingesetzt werden und bei der Beurteilung auf echte, tatsächlich von Geschossen durchflogene Flugbahnen abgestellt wird, können bei dem im Folgenden beschriebenen, unter der Bezeichnung 'Zero-Test' bekannten Verfahren nach Belieben echte Ziele oder Manipulierziele eingesetzt werden; die Flugbahnen der Geschosse werden optisch simuliert, wobei die simulierenden Strahlen nur in ihren Anfangs- und Endpunkten mit den simulierten Geschossflugbahnen übereinstimmen. Mit dem Zero-Test wird nur verifiziert, ob das Tracking des Zieles durch das Feuerleitgerät und das vom Feuerleitgerät gesteuerte Richten des Waffenrohrs auf das Ziel fehlerlos verläuft, nicht aber die eigentliche Vorhaltrechnung geprüft.

[0007] Beim Zero-Test wird die Verfolgung des Zieles, das heisst das Tracking, vom Feuerleitgerät in üblicher Weise durchgeführt. Das Waffenrohr wird laufend dem Ziel nachgeführt und zwar so, dass es dauernd auf das Ziel gerichtet ist. Das Ziel wird nicht beschossen, sondern eine am Waffenrohr montierte Videokamera nimmt Bilder vom Ziel auf. Diese Bilder werden sofort oder später visualisiert. Die Richtgerade, also eine Gerade in Verlängerung der Waffenrohrachse, wird durch eine Marke in den wiedergegebenen Bildern dargestellt. Der Richtfehler erscheint als Ablage des Bildes des Zieles von dieser Marke. Das Ziel, das beim Zero-Test ein echtes Ziel sein kann, wird also nicht mit Geschossen beschossen sondern der Beschuss wird gewissermassen durch optische Strahlen simuliert; allerdings wird bei der Simulation ein Strahl aufgenommen und visualisiert, der nicht von der Waffe zum Ziel sondern vom Ziel zur Waffe verläuft, was aber für das Verfahren ohne Belang ist. Beim Zero-Test wird die Waffe dem Ziel unmittelbar nachgeführt, das heisst, Azimut und Elevation sind so, dass bei perfekter Richtgenauigkeit das Waffenrohr genau auf das Ziel gerichtet ist; beim Visualisieren der Bilder der Videokamera liegt dann das Ziel stets auf der Marke. Da in Wirklichkeit die Richtgenauigkeit nicht perfekt ist, weil praktisch immer gewisse Richtfehler auftreten, befindet sich beim Visualisieren der Bilder der Videokamera das Bild des Zieles im Allgemeinen nicht auf der Marke. Die Abweichung des Bildes des Zieles von der Marke entspricht der Ablage der Geschosse vom Ziel. Der Zero-Test beruht auf der Fiktion, dass Geschosse ohne Masse verwendet werden, die mit unendlicher Geschossgeschwindigkeit ihre Flugbahn durchlaufen, so dass die Geschossflugzeit vom Waffenrohr

zum Ziel null ist, womit auch die Bezeichnung 'Zero-Test' erklärt ist. Vorhalt sowie Einbezug innenballistischer Grössen der Geschosse werden von der dem Waffensystem zugeordneten Datenverarbeitungseinheit nicht in den Berechnungen von Azimut und Elevation bzw. die Steuerung des Waffenrohres berücksichtigt; innerhalb der Fiktion der unendlichen Geschossgeschwindigkeit spielen sie auch tatsächlich keine Rolle. Der Vorteil des Zero-Tests liegt darin, dass die zusätzlich benötigten Einrichtungen nicht kostspielig sind, und dass die Durchführung des Testes einfach ist, so dass kein spezialisiertes Personal eingesetzt werden muss; die Durchführung des Testes kann nicht nur auf Schiessplätzen sondern auch im Feld stattfinden. Die Vereinfachungen, die beim Zero-Test stattfinden, das heisst das Ausblenden von allen Fakten, die mit der Vorhaltrechnung im Zusammenhang stehen, sind gleichzeitig die Nachteile des Zero-Tests.

[0008] Es ist somit **Aufgabe** der Erfindung,

- ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, welches die Nachteile des Standes der Technik vermeidet; einerseits sollte das neue Verfahren bezüglich der dazu benötigten Einrichtungen kostengünstiger und bezüglich seiner Durchführung einfacher sein als das herkömmliche Verfahren, bei welchem ein Manipulierziel und echte Geschosse zum Einsatz kommen; andererseits sollte das neue Verfahren, anders als der vorbekannte Zero-Test, auch alle Fakten im Zusammenhang mit der Vorhaltrechnung berücksichtigen;
- eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens vorzuschlagen und
- eine Verwendung der neuen Vorrichtung anzugeben.

[0009] Die **Lösung** dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäss

- für das Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs **1**;
- für die Vorrichtung durch die Merkmale des Anspruchs **7**; und
- für die Verwendung der Vorrichtung durch die Merkmale der Ansprüche **21** bzw. **22** bzw. **23**.

[0010] Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemässen Verfahrens und der erfindungsgemässen Vorrichtung sind durch die jeweiligen abhängigen Ansprüche definiert.

[0011] Die einzelnen Schritte des Verfahrens können mindestens teilweise auch in anderen Reihenfolgen durchgeführt werden.

[0012] Beim neuen Verfahren werden, wie beim herkömmlichen Zero-Test, echte Ziele oder Manipulierziele verwendet, und es werden Geschosse bzw. deren Flugbahn - genauer gesagt Anfang und Ende der Flugbahn - optisch simuliert; im Gegensatz zum herkömmlichen

Zero-Test wird aber eine Vorhaltrechnung durchgeführt. Es wird also nicht nur getestet, ob das Waffenrohr dem trackenden Feuerleitgerät genau folgt, sondern es wird auch die Genauigkeit der Vorhaltrechnung in den Test mit einbezogen. Die damit erzielten Vorteile sind im Wesentlichen die Folgenden:

- Obwohl ein umfassenderes Testergebnis erzielt werden kann, sind - im Vergleich mit dem Zero-Test - keine zusätzlichen Einrichtungen erforderlich, um den Test durchzuführen.
- Das Verfahren ist in der Durchführung nicht aufwändig; die Hilfe von Spezialisten ist nicht erforderlich und das Verfahren kann auch ausserhalb von Schiessplätzen erfolgen.
- Das Verfahren ist umweltfreundlich; es entstehen keine Beschädigungen am Ziel, und es wird keine Munition verwendet; dadurch entfallen auch akustische Immissionen.

[0013] Das neue Verfahren ist sehr kostengünstig und einfach in der Durchführung, aber es ist - wie auch der herkömmliche Zero-Test - nur ein Testverfahren, das Aufschluss gibt über die Gesamtheit der Richtfehler einschliesslich der Vorhaltrechnung. Das Verfahren erlaubt daher keine Diagnosen über die Ursachen der Richtfehler. Korrekturen der Richtfehler können daher nur durch Fehlerkompensationen aber nicht durch Beseitigung der Fehlerursachen vorgenommen werden. Dies mindert aber nicht den Wert des Verfahrens, da letztlich nur die Wirkung des Waffensystems von Bedeutung ist und es bedeutungslos ist, ob Richtfehler ursächlich oder kompensatorisch ausgeschaltet werden.

[0014] Das neue Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- Auf Grund mehrerer Messungen der Zielposition erfolgt eine retrospektive Berechnung der Bewegungszustände des Ziels, das heisst es werden im Wesentlichen eine empirische Weg/Zeit-Kurve, eine empirische Geschwindigkeits/Zeit-Kurve und eine Beschleunigungs/Zeit-Funktion des Zieles bestimmt.
- Auf Grund der retrospektiven Berechnung der Bewegungszustände des Ziels erfolgt eine extrapolierende Berechnung von zukünftigen Bewegungszuständen des Ziels, das heisst es wird eine vermutete zukünftige Weg/Zeit-Kurve des Ziels bestimmt.
- Festgehalten werden Wertepaare von Fälligkeitszeitpunkten und Fälligkeitspositionen, nämlich
 - Fälligkeitszeitpunkte, zu welchem sich das Ziel an einer bestimmten Position befinden wird und
 - Fälligkeitspositionen, wo sich das Ziel zu den zugehörigen Fälligkeitszeiten vermutlich befinden wird.
- Jede Fälligkeitsposition wird jeweils für einen be-

stimmten Abschusszeitpunkt unter Berücksichtigung der Geschossgeschwindigkeit und der innerballistischen Werte des Geschosses derart bestimmt, dass ein Geschoss, das zu diesem Abschusszeitpunkt von der Waffe abgeschossen würde, zum Fälligkeitszeitpunkt an der Fälligkeitsposition eintreffen würde.

- Das Waffenrohr wird nun bezüglich Elevation und Azimut so eingestellt, dass es zu jedem Fälligkeitszeitpunkt auf die zugehörige Fälligkeitsposition gerichtet. Das Richten des Waffenrohres auf die Fälligkeitsposition kann in einem Richtzeitpunkt, der kurz vor dem Fälligkeitszeitpunkt liegt, erfolgen, wird aber vorzugsweise im Fälligkeitszeitpunkt durchgeführt.
- Die Bildaufnahmevorrichtung erfasst laufend oder zeitweilig, insbesondere aber zum Fälligkeitszeitpunkt oder mindestens in dessen unmittelbarer zeitlicher Nähe, die Fälligkeitsposition und ihre Umgebung; die dabei aufgenommenen Bilder werden mittels der Bildwiedergabevorrichtung sichtbar gemacht.
- Zum Fälligkeitszeitpunkt würde sich das abgeschossene Geschoss in der Fälligkeitsposition befinden und das Ziel befindet sich vermutlich in der Umgebung der Fälligkeitsposition. Die Fälligkeitsposition wird durch eine Marke im Bild der Bildwiedergabevorrichtung dargestellt und das tatsächliche Ziel wird abgebildet. Der Abstand zwischen der Marke und dem Bild des Zieles entspricht der Ablage eines Geschosses, das um die Geschossflugzeit vor dem Fälligkeitszeitpunkt mit Richtung auf die Fälligkeitsposition abgeschossen worden wäre.

[0015] Wie weiter oben erklärt, wird für die Berechnungen des Flugverhaltens der zu simulierenden Geschosse nur die innere Ballistik entsprechender Geschosse berücksichtigt. Dies ist sinnvoll, da mit dem Verfahren nur die Richtfehler, also nur das interne Verhalten des Waffensystems, getestet werden soll.

[0016] Beim neuen Verfahren erfolgen die oben beschriebenen Schritte laufend und vorzugsweise getaktet, worunter zu verstehen ist, dass die Berechnungsschritte für die Wertepaare Fälligkeitszeitpunkte/Fälligkeitspositionen zu Berechnungszeitpunkten durchgeführt werden, die durch sehr kleine und vorzugsweise gleiche Zeitabstände getrennt sind. Die Bildwiedergabevorrichtung zeigt somit laufend für eine ganze Zieltrajektorie die Richtfehler des Waffensystems an.

[0017] Jeder Fälligkeitszeitpunkt wird vorzugsweise ausgehend von einem Berechnungszeitpunkt berechnet und er fällt daher im Allgemeinen nicht mit einem der nachfolgenden Berechnungszeitpunkte zusammen. Beim Richten des Waffenrohres zu einem Berechnungszeitpunkt muss daher im Allgemeinen die entsprechende Fälligkeitsposition durch eine Interpolation zwischen Fälligkeitspositionen bestimmt werden, deren zugehörige Fälligkeitszeitpunkte in der Nähe dieses

dem Berechnungszeitpunkte zugehörigen Fälligkeitzeitpunkt liegen.

[0018] Beim neuen Verfahren müssen für die Berechnungen die Abweichung der Standorte des Feuerleitgerätes und der Waffe berücksichtigt werden. Das Verfahren kann auch dann durchgeführt werden, wenn sich die Waffe relativ zum Feuerleitgerät bewegt, also beispielsweise auf einem fahrenden Panzer montiert ist. In diesem Falle muss die sich verändernde Waffenposition laufend vermessen und in die Berechnungen miteinbezogen werden.

[0019] Die oben beschriebene Fortbewegung einer Waffe relativ zum Feuerleitgerät ist nicht zu verwechseln mit schwingungsartigen Bewegungen einer Waffe, die sich an einer bewegten Plattform, zum Beispiel an Bord eines Schiffes oder Panzers, befindet. Waffen auf Schiffen und Panzern können sowohl Fortbewegungen als auch schwingungsartige und rüttelnde Bewegungen durchführen. Zur Kompensation solcher schwingungsartiger Bewegungen verfügen die Schiffe bzw. Panzer im Allgemeinen über Stabilisationsanlagen. Beim neuen Verfahren werden schwingungsartige Bewegungen, die durch Stabilisationsanlagen kompensiert werden sollten, nicht in die Berechnungen einbezogen. Dies bedeutet, dass die Teststrecke nach dem neuen Verfahren nicht nur die Funktionen des Waffensystems zwischen dem Tracken des Zieles und dem Richten des Waffenrohres unter Berücksichtigung der Vorhaltrechnung umfasst, sondern auch die Wirkung der Stabilisationsanlagen einschliesst.

[0020] Bei der Beurteilung der Ergebnisse des neuen Verfahrens muss berücksichtigt werden, dass die Treffleistung eines Waffensystems im Allgemeinen eher besser ist als auf Grund der auf der Bildwiedergabevorrichtung erscheinenden Bilder angenommen werden könnten, erstens, weil die als Waffen verwendeten Fliegerabwehrgeschütze meistens mehrere Waffenrohre aufweisen, zweitens, weil in einem Waffensystem einem Feuerleitgerät meist mehrere Waffen zugeordnet sind und drittens, weil beim Schiessen mit echten Geschossen immer mit Streuungen zu rechnen ist. Es ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass das neue Verfahren die Aussenballistik, welche die Treffleistung negativ beeinflussen kann, nicht einbezieht.

[0021] Zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens werden eine Bildaufnahmevorrichtung und eine mit der Bildaufnahmevorrichtung über eine Verbindungsvorrichtung in Verbindung stehende Bildwiedergabevorrichtung verwendet. Im Weiteren müssen eine Datenverarbeitungseinheit mit der benötigten Software und eine Speichereinheit zur Verfügung stehen.

[0022] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Bildwiedergabevorrichtung so mit der Bildaufnahmevorrichtung verbunden, dass die aufgenommenen Bilder sofort laufend wiedergegeben werden.

[0023] Als Bildaufnahmevorrichtung kann beispielsweise eine Videokamera benutzt werden.

[0024] Für die Anordnung der Bildaufnahmevorrichtung bestehen verschiedene Varianten. Mindestens annähernd gestreckte Flugbahnen vorausgesetzt, werden die genauesten Testergebnisse erzielt, wenn die optische Achse der Bildaufnahmevorrichtung mit der Waffenrohrachse zusammenfällt. Dies ist zwar nicht bei allen Montagevarianten möglich, aber grundsätzlich sollte angestrebt werden, dass die optische Achse der Bildaufnahmevorrichtung und die Waffenrohrachse möglichst übereinstimmen. Eine erste Variante ist die Befestigung der Bildaufnahmevorrichtung am oder im Waffenrohr, zwar so, dass ihre optische Achse mit der Waffenrohrachse zusammenfällt, das heisst richtungsmässig und lagemässig mit ihr übereinstimmt. Eine zweite Variante ist die Befestigung der Bildaufnahmevorrichtung am Waffenrohr, und zwar so, dass ihre optische Achse mit der Waffenrohrachse richtungsmässig aber nicht lagemässig übereinstimmt. Eine dritte Variante ist die Befestigung der Bildaufnahmevorrichtung am Waffenrohr, und zwar so, dass ihre optische Achse weder richtungsmässig noch lagemässig mit der Waffenrohrachse übereinstimmt. Bei der zweiten und der dritten Variante der Befestigung der Bildaufnahmevorrichtung kann vor Beginn des eigentlichen Verfahrens der Unterschied zwischen optischer Achse der Bildaufnahmevorrichtung und Waffenrohrachse, beispielsweise mittels im Waffenrohr befestigten Justierkamera, ermittelt und in die nachfolgenden Verfahrensschritte als kompensatorische Korrektur entweder rein optisch oder durch Berücksichtigung bei den Berechnungen einbezogen werden. Auf eine solche Korrektur kann verzichtet werden, wenn mindestens der lagemässige Unterschied zwischen optischer Achse der Bildaufnahmevorrichtung und Waffenrohrachse im Vergleich zu dem Abstand zwischen Waffe und Ziel verhältnismässig gering ist.

[0025] Ist die Bildaufnahmevorrichtung so montiert, dass ihre optische Achse mit der Waffenrohrachse zusammenfällt, so kann sie nur temporär an der Waffe befestigt werden.

[0026] Ist die Bildaufnahmevorrichtung aber so montiert, dass ihre optische Achse lagemässig nicht mit der Waffenrohrachse zusammenfällt, so kann sie auch definitiv an der Waffe befestigt werden. Vorteilhaft daran ist, dass das Verfahren nach der Erfindung dann praktisch jederzeit und ohne Vorbereitung durchgeführt werden kann; beispielsweise lässt sich rasch testen, ob Misserfolge bei der Bekämpfung von Zielen auf Richtfehlern des Waffensystems oder auf unerwarteten Zielbewegungen beruhen. Die Fixierung muss aber verhältnismässig robust sein, insbesondere wenn die Bildaufnahmevorrichtung direkt am Waffenrohr befestigt wird, da sie beim regulären Schiessen grossen Erschütterungen ausgesetzt ist.

[0027] Zur Montage der Bildaufnahmevorrichtung an der Waffe werden übliche geeignete Fixiermittel benutzt. Vorzugsweise wird dabei berücksichtigt, dass die Waffen im Feld grossen Temperaturdifferenzen ausgesetzt sein können

[0028] Als Bildwiedergabevorrichtung wird üblicherweise ein Monitor benutzt. Die Bildwiedergabevorrichtung ist so ausgebildet, dass bei der Visualisierung der von der Bildaufnahmevorrichtung gelieferten Bilder eine Marke, zum Beispiel ein Fadenkreuz bzw. Koordinatensystem oder ein entsprechendes Feld, sichtbar wird; die Marke, das heisst der Ursprung des Fadenkreuzes bzw. Koordinatensystems bzw. das entsprechende Feld repräsentieren die Richtgerade, worunter eine die Waffenrohrachse verlängernde Gerade verstanden wird. Fällt das Ziel mit der Marke zusammen, so ist keine Ablage vorhanden und die Richtgenauigkeit ist perfekt, was allerdings nicht ausschliesst, dass mehrere Fehler in der Steuerkette zwischen dem Tracken des Zieles und dem Richten des Waffenrohres auftreten, die sich aber aufheben. Durch zusätzliche Markierungen bzw. Eichungen kann an der Bildwiedergabevorrichtung das Ausmass der Ablage abgelesen werden.

[0029] Die Verbindungsvorrichtung zwischen Bildaufnahmevorrichtung und Bildwiedergabevorrichtung kann eine herkömmliche Kabelverbindung, eine Glasfaserverbindung oder eine nicht-materielle Verbindung mit einem Sender an der Bildaufnahmevorrichtung und einem Empfänger an der Bildwiedergabevorrichtung sein. Nicht-materielle Verbindungsvorrichtungen haben den Vorteil, dass kein Kabelgewirr entsteht, wenn das Waffenrohr um einen grossen Winkel, ggfs. um mehr als 360°, geschwenkt wird. Sie sind aber leicht störfähig. Werden materielle Verbindungsanordnungen verwendet, die weniger störungsanfällig sind, so müssen Massnahmen getroffen werden, um bei weitwinkligen Verschwenkungen des Waffenrohres ein Kabelgewirr zu verhindern; hierfür können gegeneinander rotierende Kontakte verwendet oder Kabel beispielsweise über eine Art Galgen geführt werden.

[0030] Als Datenverarbeitungseinheit kann im Allgemeinen die dem Waffensystem zugeordnete Datenverarbeitungseinheit benutzt werden. Diese Einheit kann ausschliesslich am Feuerleitgerät oder teils am Feuerleitgerät und teils an der Waffe selbst angeordnet sein. Es kann auch eine separate und ggfs. von Waffe und Feuerleitgerät getrennte Rechner- und/oder Speichereinheit benutzt werden, die ggfs. modulartig zugeschaltet werden kann.

[0031] Wie weiter oben erwähnt, muss die relative Lage, das heisst die Distanz und die Winkellage, zwischen Waffe und Feuerleitgerät bekannt sein und in den Berechnungen berücksichtigt werden.

[0032] Sind sowohl die Waffe wie auch das Feuerleitgerät ortsfest, so ist diese relative Lage die konstante Geschützparallaxe. Die Geschützparallaxe muss vor Beginn des Verfahrens bestimmt werden. Zur Bestimmung der Geschützparallaxe wird eine Positionsmesseinrichtung verwendet. Hierbei kann es sich um eine vollständig externe Einrichtung in der Art einer Triangulationseinrichtung oder um eine interne Einrichtung des Waffensystems oder um eine mit einem GPS zusammenwirkende Einrichtung handeln.

[0033] Die relative Lage zwischen Waffe und Feuerleitgerät kann sich aber auch verändern, zum Beispiel, wenn die Waffe auf einem sich fortbewegenden Vehikel, zum Beispiel auf einem Panzer, montiert ist, während das Feuerleitgerät ortsfest ist. In diesem Falle muss die laufende Veränderung der relativen Lage erfasst und laufend berücksichtigt werden in den Berechnungen, die bei der Durchführung des Verfahrens erfolgen. Die Positionsmesseinrichtung kann daher keine reinexterne Einrichtung sein. Die Positionsmesseinrichtung ist mit der Datenverarbeitungsanlage verbunden und die Software muss dazu ausgebildet sein, die laufende Änderung der relativen Lage in die Berechnungen des Verfahrens einzubeziehen.

[0034] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden anhand eines Beispiels und mit Bezug auf die Zeichnung ausführlich beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein ortsfestes Waffensystem, wobei sich Feuerleitgerät und Waffe in derselben Position befinden, sowie ein Ziel und ein Geschoss in verschiedenen Lagen während der Durchführung des Verfahrens;

Fig. 2 eine Bildwiedergabevorrichtung mit einem visualisierten Bild;

Fig. 3 ein ortsfestes Waffensystem, wobei sich Feuerleitgerät und Waffe nicht in derselben Position befinden, sowie ein Ziel und ein Geschoss in verschiedenen Lagen während der Durchführung des Verfahrens;

Fig. 4 ein Waffensystem mit einer auf bewegtem Vehikel montierten Waffe in zwei Stellungen und einem ortsfesten Feuerleitgerät, sowie ein Ziel und ein Geschoss in verschiedenen Lagen während der Durchführung des Verfahrens.

[0035] Anhand der **Fig. 1 bis 4** wird das Verfahren nach der Erfindung erläutert; beschrieben werden die Vorgänge in einem Berechnungszeitpunkt **Tc**; in Wirklichkeit werden diese Berechnungen laufend bzw. wiederholt in einer Vielzahl aufeinanderfolgender Berechnungszeitpunkte durchgeführt.

[0036] **Fig. 1** zeigt ein Waffensystem, das auf seine Richtgenauigkeit überprüft werden soll bzw. dessen Richtfehler ermittelt werden sollen. Das Waffensystem weist ein Feuerleitgerät **F** und eine Waffe **W** mit einem Waffenrohr **B** sowie Richtmittel zum Richten des Waffenrohres auf; vereinfachend ist angenommen, dass sich das Feuerleitgerät **F** und die Waffe **W** an derselben Position befinden. Die Waffenrohrachse und ihre über das Waffenrohr **B** hinausgehende Verlängerung sind mit **B.1** bezeichnet. Dem Waffensystem ist eine Datenverarbeitungsanlage **EDV** mit der für den üblichen Schiessbetrieb benötigten Software **S** zugeordnet.

[0037] Zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung weist das Waffensystem **W** eine Bildaufnahmevorrichtung **V**, eine Bildwiedergabevorrichtung **M** und eine Rechneinheit mit einer spezifischen Software **S.1** auf.

[0038] Die Bildaufnahmevorrichtung **V** ist beispielsweise eine Videokamera. Die Bildaufnahmevorrichtung **V** ist dazu bestimmt, Bilder des Raumes aufzunehmen, der vor dem Waffenrohr **B** liegt. Zu diesem Zwecke ist die Bildaufnahmevorrichtung **V** so angeordnet, dass sie die Richtbewegungen des Waffenrohres **B** solidarisch mit dem Waffenrohr **B** ausführt. Die Bildaufnahmevorrichtung **V** ist, vorzugsweise an der Waffe **W** bzw. am oder im Waffenrohr **B**, so angeordnet, dass ihre optische Achse mit der Waffenrohrachse **B.1** genau zusammenfällt oder so geringfügig von der Waffenrohrachse **B.1** abweicht, dass diese Abweichung für die Ergebnisse des Verfahrens nach der Erfindung unbedeutend ist. Alternativ kann die Bildaufnahmevorrichtung **V** auch so angeordnet sein, dass ihre optische Achse in Richtung und/oder Lage zwar von der Waffenrohrachse **B.1** in einem nicht vernachlässigbaren Masse abweicht, dass diese Abweichung aber erfasst und innerhalb des Verfahrens nach der Erfindung kompensiert wird.

[0039] Die Bildwiedergabevorrichtung **M** ist beispielsweise ein Monitor. Sie ist mit der Bildaufnahmevorrichtung **V** verbunden und dazu bestimmt, die von der Bildaufnahmevorrichtung **V** aufgenommenen Bilder sichtbar zu machen.

[0040] Die Rechneinheit kann in die Datenverarbeitungsanlage **EDV** integriert sein; diese Anordnung ist Allgemein üblich und auch im beschriebenen Beispiel getroffen; die Funktion der Rechneinheit wird also durch die ohnehin vorhandene Datenverarbeitungsanlage **EDV** des Waffensystems wahrgenommen, so dass nur die spezifische Software **S.1** zusätzlich benötigt wird.

[0041] Fig. 1 zeigt auch ein Ziel **Z**, das im Zeitpunkt **Ta** die Position **Pa** und im Zeitpunkt **Tb** die Position **Pb** eingenommen hat und das im Zeitpunkt **Tc** die Position **Pc** einnimmt. Das Ziel **Z** bewegt sich auf einer Zieltrajektorie; in Fig. 1 ist der Abschnitt **z-** der Zieltrajektorie, der vor dem Zeitpunkt **Tc** durchflogen wurde, durch eine ausgezogene Linie dargestellt, während derjenige Abschnitt **z+** der Zieltrajektorie, der nach dem Zeitpunkt **Tc** vermutlich durchflogen werden wird, durch eine gestrichelte Linie dargestellt ist; eine strichpunktierte Linie stellt denjenigen Abschnitt **z+eff** der Zieltrajektorie dar, der tatsächlich nach dem Zeitpunkt **Tc** durchflogen wird, der aber im Zeitpunkt **Tc** noch nicht bekannt ist.

[0042] Das Ziel **Z** wird vom Feuerleitgerät **F** verfolgt bzw. getrackt, und der Bewegungszustand des Zieles **Z** wird dabei ermittelt. Das Ziel **Z** hatte im Zeitpunkt **Ta** die Position **Pa** und den zugehörigen Bewegungszustand, und im Zeitpunkt **Tb** die Position **Pb** und den zugehörigen Bewegungszustand. Die Datenverarbeitungsanlage **EDV**, die dem Waffensystem zugeordnet ist, berechnet im Zeitpunkt **Tc** retrospektiv den Bewegungszu-

stand des Zieles **Z**, der den Abschnitt **z-** der Zieltrajektorie beinhaltet, bis zum Zeitpunkt **Tc**.

[0043] Im Zeitpunkt **Tc**, der als ein Berechnungszeitpunkt angenommen wird, wird in an sich bekannter Weise eine Vorhaltrechnung durchgeführt. Auf Grund der ermittelten Bewegungszustände des Zieles **Z** berechnet die Datenverarbeitungsanlage **EDV** durch eine Extrapolation den erwarteten zukünftigen Bewegungszustand des Zieles **Z**, dem die Zieltrajektorie **z+** entspricht. Bestimmt werden ein sogenannter Fälligkeitszeitpunkt **T*** sowie eine zugehörige Fälligkeitsposition **P*** derart, dass ein Geschoss **G**, das im Zeitpunkt **Tc** von einem Waffenrohr **B** einer Waffe **W** abgeschossen würde, zum Fälligkeitszeitpunkt **T*** an der Fälligkeitsposition **P*** eintreffen würde. In die Berechnung werden die Geschwindigkeit und die innere Ballistik des Geschosses **P** einbezogen. Falls eine Abweichung der Lage der Waffe **W** von der Lage des Feuerleitgerätes **F**, das heisst eine Geschützparallaxe, besteht, so muss auch diese Abweichung in die Berechnung einbezogen werden. Zu diesem Fälligkeitszeitpunkt **T*** wird dann auch das Ziel **Z** in der näheren Umgebung der entsprechenden Fälligkeitsposition **P*** erwartet. Das Ziel **Z** erreicht vermutlich nicht genau die erwartete Fälligkeitsposition **P***, weil sein tatsächlicher Bewegungszustand im Allgemeinen nicht dem berechneten Bewegungszustand entspricht, so dass die tatsächliche Zieltrajektorie **z+eff** nicht mit der erwarteten Zieltrajektorie **z+** zusammenfällt oder zeitlich zu derjenigen Zeit durchflogen wird wie berechnet.

[0044] Die Vorhaltrechnung erfolgt laufend in aufeinanderfolgenden Berechnungszeitpunkten. Die für jeweils zusammengehörige Fälligkeitszeiten **T*** und Fälligkeitspositionen **P*** des Zieles **Z** ermittelten Wertepaare **T***, **P*** werden in einem Speicher der Datenverarbeitungsanlage **EDV** in der Art einer Tabelle gespeichert. Diese Tabelle wird laufend aktualisiert auf Grund weiterer Ermittlungen von Bewegungszuständen des auf dem Abschnitt **z+eff** der Zieltrajektorie weiterfliegenden Zieles **Z**. Sobald der Fälligkeitszeitpunkt **T*** erreicht ist, wird das Waffenrohr **B** auf die Fälligkeitsposition **P*** gerichtet. Im Allgemeinen wird aber der Fälligkeitszeitpunkt **T*** nicht exakt mit einem der Berechnungszeitpunkte zusammenfallen. In diesem Fall wird als Fälligkeitszeitpunkt der unmittelbar dem Fälligkeitszeitpunkt **T*** folgende Berechnungszeitpunkt benützt, der nicht zu einem der gespeicherten Wertepaare gehört. Die zu diesem Zeitpunkt zugehörige Fälligkeitsposition, die natürlich ebenfalls nicht zu einem der gespeicherten Wertepaare gehört, wird dann durch Interpolation zwischen dem Wertepaar **T*/P*** und einem zu ihm benachbarten Wertepaar aus den gespeicherten Wertepaaren von Fälligkeitspositionen und Fälligkeitszeitpunkten bestimmt. Würde ein echtes Geschoss **G** im Zeitpunkt **Tc** auf die Fälligkeitsposition **P*** abgeschossen, so würde es längs einer Geschosstrajektorie **g** fliegen und würde im Fälligkeitszeitpunkt **T*** an der Fälligkeitsposition **P*** ankommen. Das Ziel **Z** befindet sich im Fälligkeitszeit-

punkt T^* im Umfeld A dieser Fälligkeitsposition P^* , so dass mit ziemlicher Sicherheit ein Treffer zustande käme, wenn das Geschoss G tatsächlich abgeschossen worden wäre. Zu diesen Berechnungen wird eine Software $S.1$ benutzt.

[0045] Herkömmlicherweise erfolgte das Richten des Waffenrohres B auf die jeweilige Fälligkeitsposition beim Schiessen zu Beginn der Geschossflugdauer und zwecks Abschuss eines Geschosses; nach der Erfindung erfolgt das Richten des Waffenrohres erst zu Ende der Geschossflugdauer und somit im Fälligkeitszeitpunkt zwecks Aufnahme eines Bildes.

[0046] Im Fälligkeitszeitpunkt T^* stellt die Datenverarbeitungseinheit EDV ein Signal zur Verfügung, auf Grund dessen die Richtmittel das Waffenrohr B auf die Fälligkeitsposition P^* richten. Von der Bildaufnahmevorrichtung V wird im Fälligkeitszeitpunkt T^* ein Bild dieser Fälligkeitsposition P^* und ihres Umfeldes A aufgenommen. Dieses Bild wird mit Hilfe der Bildwiedergabevorrichtung V visualisiert.

[0047] Das Richten des Waffenrohres B und das Aufnahmen des Bildes erfolgen ebenfalls kontinuierlich.

[0048] Auf dem visualisierten Bild des Umfeldes A erkennt man gemäss Fig. 2 eine Marke X , welche die Verlängerung der Waffenrohrachse $B1$ repräsentiert. Wäre das Geschoss G zur Zeit Tc abgeschossen worden, so würde diese Marke X dem Ende der Geschosstrajektorie g entsprechen. Auf dem visualisierten Bild ist ferner, mit einer gewissen Ablage von der Marke X , das Bild des Zieles Z sichtbar, das ebenfalls mit Z bezeichnet ist. Die Ablage a des Bildes des Zieles Z von der Marke X ist ein Mass für den Richtfehler des Waffensystems. Hätte das Waffensystem keinen Richtfehler, so würden das Bild des Zieles Z und die Marke X zusammenfallen.

[0049] Mit Hilfe von Fig. 3, die nicht masstäblich ist, sind die oben beschriebenen Vorgänge nochmals dargestellt, jedoch wird hier angenommen, dass zwischen dem Feuerleitgerät F und der Waffe W eine Distanz d liegt. Die relative Lage von Feuerleitgerät F und Waffe W wird durch eine Positionsmesseinrichtung $W-F$, die in Fig. 4 dargestellt ist, ausgemessen; hierbei kann es sich um eine interne Positionsmesseinrichtung des Waffensystems oder um eine vollständig externe Positionsmesseinrichtung handeln. Zum Zeitpunkt Tc ist das Feuerleitgerät F , bzw. seine Such- und Trackeinheit, in einem Bereich C wirksam, das Ziel Z befindet sich in der Position Pc , und das Waffenrohr B wäre auf die Fälligkeitsposition P^* gerichtet, falls beabsichtigt wäre, ein Geschoss G abzuschossen; dieses Geschoss G wäre noch im Waffenrohr B am Anfang seiner Geschosstrajektorie g , die es nach dem Abschuss durchfliegen würde. Zum Fälligkeitszeitpunkt T^* , also nach Ablauf der Geschossflugdauer, während welcher das Geschoss G unterwegs wäre, befindet sich das Ziel Z in der Nähe der Fälligkeitsposition P^* und das Waffenrohr B ist auf die Fälligkeitsposition P^* gerichtet. Der Richtfehler stellt sich in Fig. 3 als Winkel ρ dar.

[0050] Fig. 4 zeigt ein Waffensystem mit einem ortsfesten Feuerleitgerät F und einer auf einem bewegten Vehikel Q montierten Waffe W , die in zwei Positionen dargestellt ist; die Distanz d und die Winkellage δ zwischen dem Feuerleitgerät F und der Waffe W ändern sich über die Zeit; sie betragen im Zeitpunkt Tc $d1$ und $\delta 1$ und im Zeitpunkt T^* $d2$ und $\delta 2$. Das Waffensystem W besitzt eine interne Positionsmesseinrichtung $W - F$ oder eine mit einem GPS zusammenwirkende Positionsmesseinrichtung $W - F$, welche mit der Datenverarbeitungsanlage EDV verbunden ist. Die Software $S.1$ ist auch dazu ausgebildet, die laufende Veränderung der Distanz d und der Winkellage δ zwischen Waffe W und Feuerleitgerät F in die Berechnungen einzubeziehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beurteilen der Richtfehler eines Waffensystems, das

- ein Feuerleitgerät (F) zum Verfolgen eines Zieles (Z),
- eine Waffe (W) mit einem Waffenrohr (B),
- Richtmittel zum Richten des Waffenrohres (B) und
- eine Datenverarbeitungsanlage (EDV) aufweist, wobei
- das Feuerleitgerät (F) das Ziel (Z) verfolgt und die Richtmittel das Waffenrohr (B) richten,
- eine solidarisch mit dem Waffenrohr (B) bewegte Bildaufnahmevorrichtung (V) wiederholt Bilder des Zieles (Z) und seiner Umgebung erfasst und
- eine Bildwiedergabevorrichtung (M) die von der Bildaufnahmevorrichtung (V) erfassten Bilder und eine Marke (X) sichtbar macht, welche Marke (X) einen Punkt einer Richtgeraden der Waffe (W) repräsentiert, wobei eine Ablage (a) eines Bildes des Zieles (Z) von der Marke (X) den Richtfehler des Waffensystems darstellt,

dadurch gekennzeichnet,

- dass das Richten des Waffenrohres (B) auf Grund einer die Bewegungen des Zieles (Z) und eines vom Waffenrohr (B) abschiessbaren Geschosses (G) berücksichtigenden Vorhaltrechnung durchgeführt wird, um die Gesamtheit des Richtfehlers einschliesslich der Vorhaltrechnung zu erfassen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass das Feuerleitgerät (F) wiederholt beim Verfolgen des Zieles (Z) Messungen durchführt, um Positionen des Zieles (Z) und Zeit-

- punkte, zu welchen das Ziel (**Z**) diese Positionen einnimmt, zu erfassen,
- **dass** die Datenverarbeitungsanlage (**EDV**) laufend in einem jeweils als Berechnungszeitpunkt gewähltem Zeitpunkt (**Tc**)
 - basierend auf den Messungen des Feuerleitgerätes (**F**) den bisherigen Bewegungszustand des Zieles (**Z**) berechnet,
 - basierend auf dem bisherigen Bewegungszustand des Zieles (**Z**) den erwarteten zukünftigen Bewegungszustand des Zieles (**Z**) berechnet,
 - Fälligkeitszeitpunkte (**T***) und zugehörige Fälligkeitspositionen (**P***) bestimmt, unter Berücksichtigung einer Abweichung (**d, δ**) der Positionen von Waffe (**W**) und Feuerleitgerät (**F**), sowie der Geschwindigkeit und der Innenballistik von verwendbaren Geschossen (**G**), derart, dass im Fälligkeitszeitpunkt (**T***) ein Geschoss (**G**), das im Berechnungszeitpunkt (**Tc**) abgeschossen würde, an der Fälligkeitsposition (**P***) eintreffen würde und das Ziel (**Z**) in der Umgebung der Fälligkeitsposition (**P***) erwartet wird,
 - bei Erreichen eines Richtzeitpunktes (**T^{o*}**) den Richtmitteln des Waffenrohres (**B**) ein Signal zur Verfügung stellt, und
 - **dass** das Waffenrohr (**B**) spätestens im Fälligkeitszeitpunkt (**T***) auf die zugehörige Fälligkeitsposition (**P***) gerichtet wird, wobei die Ablage (**a**) einem die Vorhalterechnung berücksichtigenden Richtfehler entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Richtzeitpunkt (**T^{o*}**) mit dem Fälligkeitszeitpunkt (**T***) zusammenfällt.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch das Verfahren bedingte Verzögerungen, insbesondere Verzögerungen bei der Übertragung von Signalen an die Mittel zum Richten des Waffenrohres (**B**), bei Berechnungen berücksichtigt werden.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abweichung (**d, δ**) der Position der Waffe (**W**) von der Position des Feuerleitgerätes (**F**) wiederholt vermessen und Änderungen dieser Abweichung (**d, δ**) laufend in Berechnungen einbezogen werden.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Abweichung zwischen einer Waffenrohrachse (**B.1**) und einer optischen Achse des Bildaufnahmegerätes (**V**) ermittelt und diese Abweichungen bei der Darstellung der von der Bildaufnahmeverrichtung (**V**) aufgenommenen Bilder durch die Bildwiedergabeverrichtung (**M**) berücksichtigt werden.
7. Waffensystem mit einer Vorrichtung (**M, V, S.1**) zum Beurteilen der Richtfehler des Waffensystems,
- welches Waffensystem aufweist
 - ein Feuerleitgerät (**F**) zum Verfolgen eines Zieles (**Z**),
 - eine Waffe (**W**) mit einem Waffenrohr (**B**),
 - Richtmittel zum Richten des Waffenrohres (**B**) sowie
 - eine Datenverarbeitungsanlage (**EDV**) mit einer Software (**S**), wobei
 - das Feuerleitgerät (**F**) eine Sensorvorrichtung aufweist, um die jeweiligen Positionen des Zieles (**Z**) zu vermessen, und wobei
 - die Vorrichtung (**M, V, S.1**) aufweist
 - eine solidarisch mit dem Waffenrohr (**B**) bewegte Bildaufnahmeverrichtung (**V**), um Bilder des Zieles (**Z**) und seiner Umgebung zu erfassen,
 - eine Bildwiedergabeverrichtung (**M**), um die erfassten Bilder und eine Marke (**X**) zu visualisieren, welche Marke (**X**) einen Punkt einer Richtgeraden der Waffe repräsentiert, wobei eine Ablage (**a**) eines Bildes des Zieles (**Z**) von der Marke (**X**) dem Richtfehler des Waffensystems entspricht,
- dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Datenverarbeitungsanlage (**EDV**) dazu ausgebildet ist,
 - wiederholt den bisherigen Bewegungszustand des Zieles (**Z**) zu berechnen,
 - wiederholt in einem jeweils als Berechnungszeitpunkt (**Tc**) gewählten Zeitpunkt eine Vorhalterechnung durchzuführen, um unter Berücksichtigung des bisherigen Bewegungszustand des Zieles (**Z**) und unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit und der Innenballistik verwendbarer Geschosse (**G**) einen Fälligkeitszeitpunkt (**T***) und eine Fälligkeitsposition (**P***) zu ermitteln, derart, dass im Fälligkeitszeitpunkt (**T***) ein

- Geschoss (**G**), das im Berechnungszeitpunkt (**Tc**) abgeschossen würde, an der Fälligkeitsposition (**P***) eintreffen würde, und das Ziel (**Z**) in der Umgebung der Fälligkeitsposition (**P***) erwartet wird, und
- **dass** eine zusätzliche Software (**S.1**) für die Datenverarbeitungsanlage (**EDV**) vorhanden ist, um auf Grund der Vorhaltrechnung den Richtmitteln ein Signal zur Verfügung zu stellen, damit das Waffenrohr (**B**) im Fälligkeitszeitpunkt (**T***) auf die Fälligkeitsposition (**P***) gerichtet ist, wobei der Richtfehler, der mit Hilfe der Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) und der Bildwiedergabeevorrichtung (**M**) visualisierbar ist, die Gesamtheit des Richtfehlers einschliesslich der Vorhaltrechnung ist.
8. Waffensystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Waffenrohr im Fälligkeitszeitpunkt (**T***) auf die Fälligkeitsposition (**P***) gerichtet wird.
 9. Waffensystem nach einem der Ansprüche 7 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Bildwiedergabeevorrichtung (**M**) so ausgebildet und mit der Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) verbunden ist, dass die aufgenommenen Bilder sofort sichtbar gemacht werden.
 10. Waffensystem nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) eine Videokamera ist.
 11. Waffensystem nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) so angeordnet ist, dass eine optische Achse der Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) mit einer Waffenrohrachse (**B.1**) zusammenfällt.
 12. Waffensystem nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) so angeordnet ist, dass eine optische Achse der Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) mindestens in ihrer Richtung und vorzugsweise auch in ihrer Lage mit der Lage einer Waffenrohrachse (**B.1**) übereinstimmt.
 13. Waffensystem nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) temporär an der Waffe (**W**) befestigt ist.
 14. Waffensystem nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) dauernd an
- der Waffe (**W**) befestigt ist.
15. Waffensystem nach einem der Ansprüche 7 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Bildwiedergabeevorrichtung (**M**) ein Monitor ist.
 16. Waffensystem nach einem der Ansprüche 7 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** sie eine Einrichtung zur Vermessung einer Abweichung einer optischen Achse der Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) von einer Waffenrohrachse (**B.1**) umfasst, um diese Abweichung bei der Sichtbarmachung der von der Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) zur Verfügung gestellten Bilder zu kompensieren.
 17. Waffensystem nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Datenverarbeitungseinheit (**EDV**) dazu ausgebildet ist, Berechnungen auszuführen, um das erforderliche Kompensieren der Abweichung der optischen Achse der Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) von der Waffenrohrachse (**B.1**) bei der Sichtbarmachung der von der Bildaufnahmeevorrichtung (**V**) zur Verfügung gestellten Bilder zu bestimmen.
 18. Waffensystem nach einem der Ansprüche 7 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**,
 - **dass** sie eine Positionsvermessungseinrichtung (**W-F**) aufweist, um bei einer Fortbewegung der Waffe (**W**) relativ zum Feuerleitgerät (**F**) die Änderung der relativen Position der Waffe (**W**) laufend zu vermessen, und
 - **dass** die Datenverarbeitungseinheit (**EDV**) dazu ausgebildet ist, die Änderung der relativen Position der Waffe laufend in Berechnungen einzubeziehen.
 19. Waffensystem nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Positionsvermessungseinrichtung (**W-F**) eine interne Einrichtung des Waffensystems ist.
 20. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Positionsvermessungseinrichtung (**F-W**) eine mit externen Mitteln, beispielsweise mit einem GPS, zusammenwirkende Einrichtung ist.
 21. Verwendung des Waffensystems (**M, V, S.1**) nach einem der Ansprüche 7 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Waffe (**W**) auf einem Vehikel (**Q**) montiert und das Feuerleitgerät (**F**) ortsfest ist.
 22. Verwendung des Waffensystems nach einem der Ansprüche 7 bis 20,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Waffe (**W**) und das Feuerleitgerät (**F**) auf einem Vehikel (**Q**) montiert sind.

23. Verwendung des Waffensystems nach einem der Ansprüche 7 bis 20,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Waffe (**W**) auf einem schwingungsartige und/oder rüttelnde Bewegungen ausführenden Vehikel (**Q**) montiert und relativ zu diesem Vehikel (**Q**) mit Hilfe einer Stabilisationseinrichtung stabilisiert ist.

Claims

1. Method for assessing the aiming errors of a weapon system exhibiting

- a fire control unit (**F**) to track a target (**Z**),
- a weapon (**W**) with a weapon barrel (**B**),
- means for aiming the weapon barrel (**B**), and
- a data processing unit (**EDV**), whereby
- the fire control unit (**F**) tracks the target (**Z**) and the means for aiming aims the weapon barrel (**B**),
- an imaging device (**V**) solidly joined to and moved with the weapon barrel (**B**) repeatedly acquires images of the target (**Z**) and its surrounds, and
- an image display device (**M**) visualizes the images acquired by the imaging device (**V**) and a marker (**X**), said marker representing a point on a straight-line aim of the weapon (**W**), whereby a deviation (**a**) of an image of the target (**Z**) from the marker (**X**) represents the aiming error of the weapon system,

characterized in that

- aiming of the weapon barrel (**B**) is performed on the basis of a lead calculation that considers the movements of the target (**Z**) and a projectile (**G**) to be fired from the weapon barrel (**B**) to detect the totality of the aiming error including the lead calculation.

2. Method according to claim 1, **characterized in that**

- the fire control unit (**F**) repeatedly conducts measurements in tracking the target (**Z**) to detect positions of the target (**Z**) and times at which the target (**Z**) assumes these positions,
- the data processing unit (**EDV**) repeatedly, at a time (**T_c**) selected as the time of calculation,
- calculates the previous movement status

of the target (**Z**) on the basis of the measurements by the fire control unit (**F**),

- calculates the expected future movement status of the target (**Z**) on the basis of the previous movement status of the target (**Z**),
- determines intercept times (**T***) and associated intercept positions (**P***), allowing for a difference (**d**, δ) between the positions of the weapon (**W**) and the fire control unit (**F**), and the velocity and internal ballistics of usable projectiles (**G**), in such a way that at the intercept time (**T***) a projectile (**G**), if fired at the time of calculation (**T_c**), would arrive at the intercept position (**P***), and the target (**Z**) arrives in the surrounds of the intercept position (**P***),
- sends the means for aiming the weapon barrel (**B**) a signal when an aiming time (**T^{0*}**) is reached,

- the weapon barrel (**B**) is aimed at the intercept position (**P***) at the latest at the associated intercept time (**T***), whereby the deviation (**a**) corresponds to an aiming error allowing for the lead calculation.

3. Method according to claim 2,

characterized in that

the aiming time (**T^{0*}**) coincides with the intercept time (**T***).

4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**

delays produced by the method, in particular delays in transmitting signals to the means for aiming the weapon barrel (**B**), are considered in the calculations.

5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**

the difference (**d**, δ) between the position of the weapon (**W**) and that of the fire control unit (**F**) is repeatedly measured, and changes in this difference (**d**, δ) are continuously considered in calculations.

6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**

a deviation between a weapon barrel axis (**B.1**) and an optical axis of the imaging device (**V**) is determined, and said deviations are considered in display of the images from the imaging device (**V**) by the image display device (**M**).

7. Weapon system with a device (**M**, **V**, **S.1**) for assessing the aiming errors of the weapon system,

- said weapon system exhibiting

- a fire control unit (**F**) to track a target (**Z**),
 - a weapon (**W**) with a weapon barrel (**B**),
 - means for aiming the weapon barrel (**B**), and
 - a data processing unit (**EDV**) with software (**S**), whereby
- 5
- the fire control unit (**F**) possesses a sensor device to measure the particular positions of the target (**Z**), and whereby
 - the device (**M, V, S.1**) exhibits
- 10
- an imaging device (**V**) solidly joined to and moved with the weapon barrel (**B**) to acquire images of the target (**Z**) and its surrounds,
 - an image display device (**M**) to visualize the acquired images and a marker (**X**), said marker representing a point on a straight-line aim of the weapon (**W**), whereby a deviation (**a**) of an image of the target (**Z**) from the marker (**X**) corresponds to the aiming error of the weapon system,
- 15
- characterized in that**
- 20
- the data processing unit (**EDV**) is designed to
- 25
- repeatedly calculate the previous movement status of the target (**Z**),
 - repeatedly, at a time (**T_c**) selected as the time of calculation, perform a lead calculation in order to determine, allowing for the previous movement status of the target (**Z**) and the velocity and internal ballistics of usable projectiles (**G**), an intercept time (**T***) and an intercept position (**P***)
- 30
- in such a way that at the intercept time (**T***) a projectile (**G**), if fired at the time of calculation (**T_c**), would arrive at the intercept position (**P***), and the target (**Z**) arrives in the surrounds of the intercept position (**P***), and
- 35
- additional software (**S.1**) is provided for the data processing unit (**EDV**) in order to send a signal to the means for aiming, as a result of the lead calculation, so that the weapon barrel (**B**) is aimed at the intercept position (**P***) at the intercept time (**T***), whereby the aiming error, visualized by means of the imaging device (**V**) and the image display device (**M**), is the totality of the aiming error including the lead calculation.
- 40
8. Weapon system according to claim 7, **characterized in that** the weapon barrel (**B**) is aimed at the intercept position (**P***) at the intercept time (**T***).
- 45
9. Weapon system according to one of the claims 7 and 8, **characterized in that** the image display device (**M**) is so designed and connected to the imaging device (**V**) that the recorded images are immediately visualized.
- 50
10. Weapon system according to one of the claims 7 through 9, **characterized in that** the imaging device (**V**) is a video camera.
- 55
11. Weapon system according to one of the claims 7 through 10, **characterized in that** the imaging device (**V**) is arranged so that an optical axis of the imaging device (**V**) coincides with a weapon barrel axis (**B.1**).
12. Weapon system according to one of the claims 7 through 11, **characterized in that** the imaging device (**V**) is arranged so that an optical axis of the imaging device (**V**) corresponds at least in its direction and preferably also in its attitude to that of a weapon barrel axis (**B.1**).
13. Weapon system according to one of the claims 7 through 12, **characterized in that** the imaging device (**V**) is temporarily attached to the weapon (**W**).
14. Weapon system according to one of the claims 7 through 12, **characterized in that** the imaging device (**V**) is permanently attached to the weapon (**W**).
15. Weapon system according to one of the claims 7 through 14, **characterized in that** the image display device (**M**) is a monitor.
16. Weapon system according to one of the claims 7 through 15, **characterized in that** it comprises a device to measure a deviation of an optical axis of the imaging device (**V**) from a weapon barrel axis (**B.1**) in order to compensate said deviation in visualization of the images from the imaging device (**V**).
17. Weapon system according to claim 16, **characterized in that** the data processing unit (**EDV**) is designed to perform calculations to determine the necessary compensation of the deviation of the optical axis of the

imaging device (**V**) from the weapon barrel axis (**B. 1**) in visualization of the images from the imaging device (**V**).

18. Weapon system according to one of the claims 7 through 17, characterized in that

- it exhibits a position measuring device (**W-F**) to continuously measure the change in the position of the weapon (**W**) relative to the fire control unit (**F**) upon movement of the weapon (**W**), and
- the data processing unit (**EDV**) is designed to continuously include changes in the relative position of the weapon (**W**) in its calculations.

19. Weapon system according to claim 18, characterized in that the position measuring device (**W-F**) is an internal device of the weapon system.

20. Weapon system according to claim 18, characterized in that the position measuring device (**W-F**) is a device working with external means, for example with GPS.

21. Use of the weapon system according to one of the claims 7 through 20, characterized in that the weapon (**W**) is mounted on a vehicle (**Q**), and the fire control unit (**F**) is stationary.

22. Use of the weapon system according to one of the claims 7 through 20, characterized in that the weapon (**W**) and the fire control unit (**F**) are mounted on a vehicle (**Q**).

23. Use of the weapon system according to one of the claims 7 through 20, characterized in that the weapon (**W**) is mounted on a vehicle (**Q**) that subjects it to vibration and/or jolting and is stabilized in relation to this vehicle (**Q**) by a stabilizing means.

Revendications

1. Procédé permettant d'évaluer l'erreur de pointage d'un système d'arme, qui comprend :

- un appareil de conduite de tir (**F**) destiné à poursuivre une cible (**Z**),
- une arme (**W**) comportant un canon (**B**),
- des moyens de pointage destinés à orienter le canon (**B**), et
- une unité de traitement des données (**EDV**),

dans laquelle

- l'appareil de conduite de tir (**F**) poursuit la cible (**Z**) et les moyens de pointage orientent le canon (**B**),
- un dispositif de prise de vues (**V**) déplacé solidairement avec le canon (**B**) capte de façon répétée des images de la cible (**Z**) et de son environnement, et
- un dispositif de reproduction d'images (**M**) rend visible les images captées par le dispositif de prise de vues (**V**) et une marque (**X**), ladite marque (**X**) représentant un point d'une droite de pointage de l'arme (**W**), une déviation (α) d'une image de la cible (**Z**) à la marque (**X**) représentant l'erreur de pointage du système d'arme,

caractérisé en ce que

- le pointage du canon (**B**) est réalisé sur la base d'un calcul de dérivation tenant compte des déplacements de la cible (**Z**) et d'un projectile (**G**) qui peut être tiré par le canon (**B**), pour capter la totalité de l'erreur de pointage, y compris du calcul de dérivation.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que

- l'appareil de conduite de tir (**F**) exécute de façon répétée, lors de la poursuite de la cible (**Z**), des mesures permettant de capter des positions de la cible (**Z**) et des moments auxquels la cible (**Z**) occupe ces positions,
- l'unité de traitement des données (**EDV**), de façon répétée, en un moment respectif (T_c) choisi respectivement en tant que moment de calcul,
 - calcule, sur la base des mesures de l'appareil de conduite de tir (**F**), l'état de déplacement de la cible (**Z**) jusqu'alors occupé,
 - calcule, sur la base de l'état de déplacement de la cible (**Z**) jusqu'alors occupé, l'état de déplacement futur attendu de la cible (**Z**),
 - détermine des moments d'impact (T^*) et des positions d'impact (P^*) associées en tenant compte d'une déviation (d, δ) des positions de l'arme (**W**) à l'appareil de conduite de tir (**F**), de la vitesse et de la balistique intérieure des projectiles utilisables (**G**), de façon telle qu'au moment d'impact (T^*), un projectile (**G**) qui serait tiré au moment de calcul (T_c) toucherait la position d'impact (P^*), et que la cible (**Z**) se trouverait aux environs (**A**) de la position d'impact (P^*),
 - lors de l'atteinte d'un moment de référence

- (T^{o*}), émet un signal qui est mis à disposition des moyens de pointage du canon (B), et **en ce que**
- le canon (B) est orienté au plus tard au moment d'impact (T*) sur la position d'impact (P*) associée, la déviation (a) correspondant à une erreur de pointage tenant compte du calcul de dérivation. 5
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le moment de référence (T^{o*}) coïncide avec le moment d'impact (T*). 10
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les retards conditionnés par le procédé, en particulier les retards lors de la transmission des signaux aux moyens de pointage du canon (B), sont pris en compte dans les calculs. 15
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la déviation (d, δ) entre la position de l'arme (W) et la position de l'appareil de conduite de tir (F) est mesurée de façon répétée, et **en ce que** les modifications de cette déviation (d, δ) sont prises en compte en continu dans les calculs. 20 25
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'on** détermine une déviation entre l'axe du canon (B.1) et un axe optique du dispositif de prise de vues (V) et que ces déviations sont prises en compte lors de la représentation des images prises par le dispositif de prise de vues (V) par le dispositif de reproduction d'images (M). 30 35
7. Système d'arme comportant un dispositif (M, V, S.1) permettant d'évaluer les erreurs de pointage du système d'arme, lequel système d'arme comporte : 40
- un appareil de conduite de tir (F) destiné à poursuivre une cible (Z),
 - une arme (W) comportant un canon (B), 45
 - des moyens de pointage destinés à orienter le canon (B), et
 - une unité de traitement des données (EDV) avec un logiciel (S), dans lequel
 - l'appareil de conduite de tir (F) présente un dispositif à capteur pour mesurer les positions respectives de la cible (Z) et dans lequel 50
 - le dispositif (M, V, S.1) présente
- un dispositif de prise de vues (V) déplacé solidairement avec le canon (B), pour capter des images de la cible (Z) et de son environnement, et 55
- un dispositif de reproduction d'images (M), pour visualiser les images captées et une marque (X), ladite marque (X) représentant un point d'une droite de pointage de l'arme (W), une déviation (a) d'une image de la cible (Z) à la marque (X) correspondant à l'erreur de pointage du système d'arme, 60
- caractérisé en ce que**
- l'unité de traitement des données (EDV) est conçue
 - pour calculer de façon répétée l'état de déplacement jusqu'alors occupé de la cible (Z),
 - pour exécuter de façon répétée à un moment sélectionné respectivement en tant que moment de calcul (Tc) un calcul de dérivation pour, en tenant compte de l'état de déplacement précédent de la cible (Z) et en tenant compte de la vitesse et de la balistique intérieure des projectiles (G) pouvant être utilisés, déterminer un moment d'impact (T*) et une position d'impact (P*) de façon telle qu'au moment d'impact (T*), un projectile (G) qui aurait été tiré au moment de calcul (Tc) frapperait la position d'impact (P*) et que la cible (Z) serait attendue dans les environs de la position d'impact (P*), et **en ce que**
 - un logiciel supplémentaire (S.1) existe pour l'unité de traitement des données (EDV) pour, sur la base du calcul de dérivation, mettre à disposition des moyens de pointage un signal pour que le canon (B) au moment d'impact (T*) soit orienté sur la position d'impact (P*), l'erreur de pointage, qui peut être visualisée à l'aide du dispositif de prise de vues (V) et du dispositif de reproduction d'images (M) représentant la totalité de l'erreur de pointage, y compris le calcul de dérivation.
8. Système d'arme selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le canon est pointé au moment d'impact (T*) sur la position d'impact (P*). 65
9. Système d'arme selon l'une des revendications 7 à 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de reproduction d'images (M) est conçu et relié au dispositif de prise de vues (V) de façon telle que les images prises sont immédiatement reproduites. 70
10. Système d'arme selon l'une des revendications 7 à 9, 75

- caractérisé en ce que** le dispositif de prise de vues (V) est une caméra vidéo.
11. Système d'arme selon l'une des revendications 7 à 10, 5
caractérisé en ce que le dispositif de prise de vues (V) est disposé de façon telle qu'un axe optique du dispositif de prise de vues (V) coïncide avec un axe du canon (B.1).
12. Système d'arme selon l'une des revendications 7 à 11, 10
caractérisé en ce que le dispositif de prise de vues (V) est disposé de façon telle qu'un axe optique du dispositif de prise de vues (V) coïncide au moins dans sa direction et de préférence aussi dans sa position avec la position d'un axe du canon (B.1). 15
13. Système d'arme selon l'une des revendications 7 à 12, 20
caractérisé en ce que le dispositif de prise de vues (V) est fixé temporairement sur l'arme (W).
14. Système d'arme selon l'une des revendications 7 à 12, 25
caractérisé en ce que le dispositif de prise de vues (V) est fixé durablement sur l'arme (W).
15. Système d'arme selon l'une des revendications 7 à 14, 30
caractérisé en ce que le dispositif de reproduction d'images (M) est un moniteur.
16. Système d'arme selon l'une des revendications 7 à 15, 35
caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif permettant de mesurer une déviation entre un axe optique du dispositif de prise de vue (V) et un axe du canon (B.1), pour compenser cette déviation lors de la visualisation des images mises à disposition par le dispositif de prise de vues (V). 40
17. Système d'arme selon la revendication 16, 45
caractérisé en ce que l'unité de traitement des données (EDV) est conçue pour réaliser des calculs pour déterminer la compensation nécessaire de l'écart de l'axe optique du dispositif de prise de vues (V) à l'axe du canon (B.1) lors de la visualisation des images mises à disposition par le dispositif de prise de vues (V). 50
18. Système d'arme selon l'une des revendications 7 à 17, 55
caractérisé en ce que
- il présente un dispositif de mesure de position (W-F) pour mesurer en continu, en cas d'avance de l'arme (W) par rapport à l'appareil de conduite de tir (F), la modification de la position relative de l'arme (W), et **en ce que**
 - l'unité de traitement des données (EDV) est exécutée pour incorporer en continu dans les calculs la modification de la position de l'arme.
19. Système d'arme selon la revendication 18,
caractérisé en ce que le dispositif de mesure de position (W-F) est un dispositif interne du système d'arme.
20. Système d'arme selon la revendication 18,
caractérisé en ce que le dispositif de mesure de position (W-F) est un dispositif collaborant avec des moyens externes, par exemple avec un GPS.
21. Utilisation d'un système d'arme selon l'une des revendications 7 à 20,
caractérisé en ce que l'arme (W) est montée sur un véhicule (Q) et l'appareil de conduite du tir (F) est fixe.
22. Utilisation d'un système d'arme selon l'une des revendications 7 à 20,
caractérisé en ce que l'arme (W) et l'appareil de conduite de tir (F) sont montés sur un véhicule (Q).
23. Utilisation d'un système d'arme selon l'une des revendications 7 à 20,
caractérisé en ce que l'arme (W) est montée sur un véhicule (Q) qui exécute des déplacements de type oscillations et/ou vibrations, et est stabilisée par rapport à ce véhicule (Q) à l'aide d'un dispositif de stabilisation.

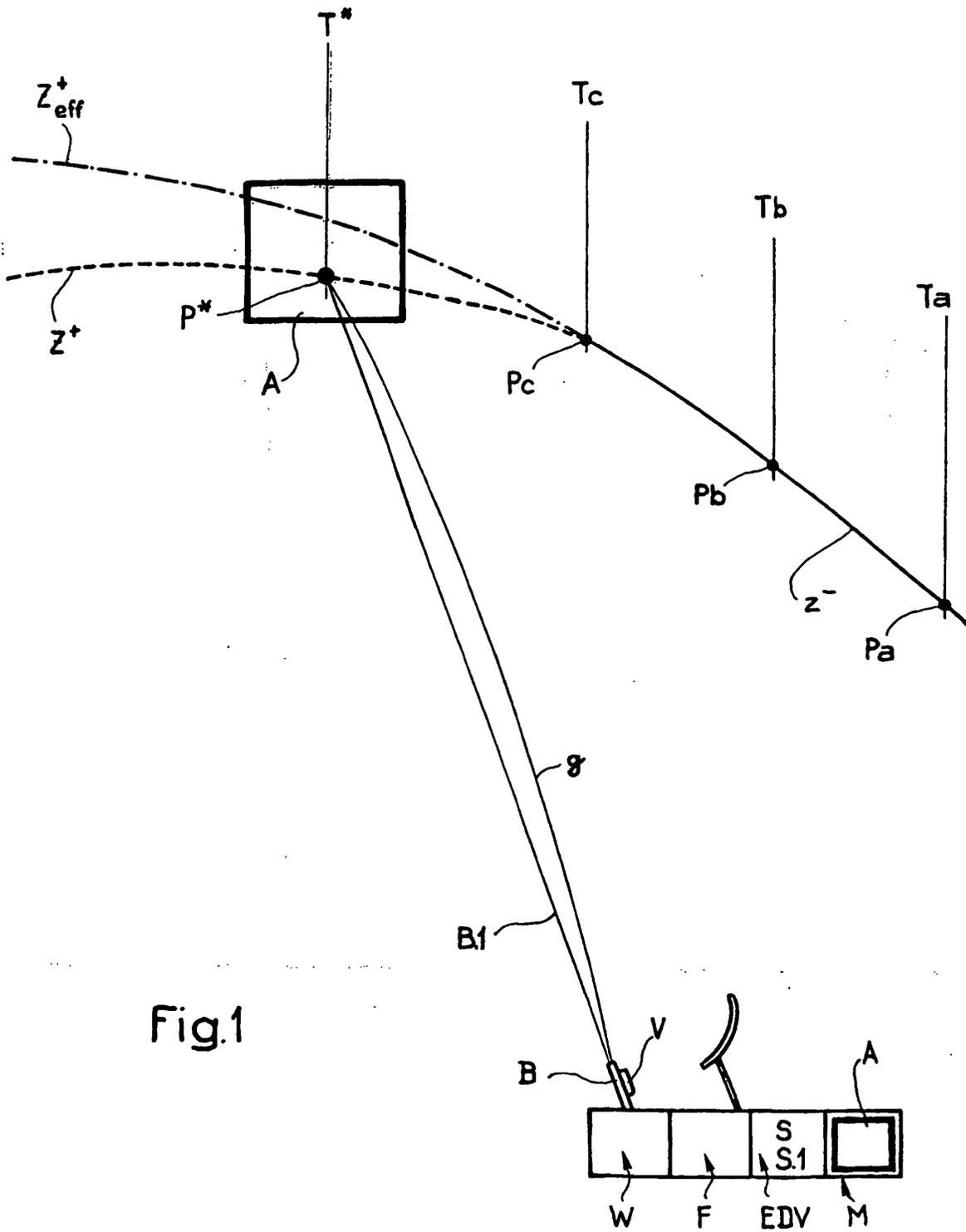


Fig.1

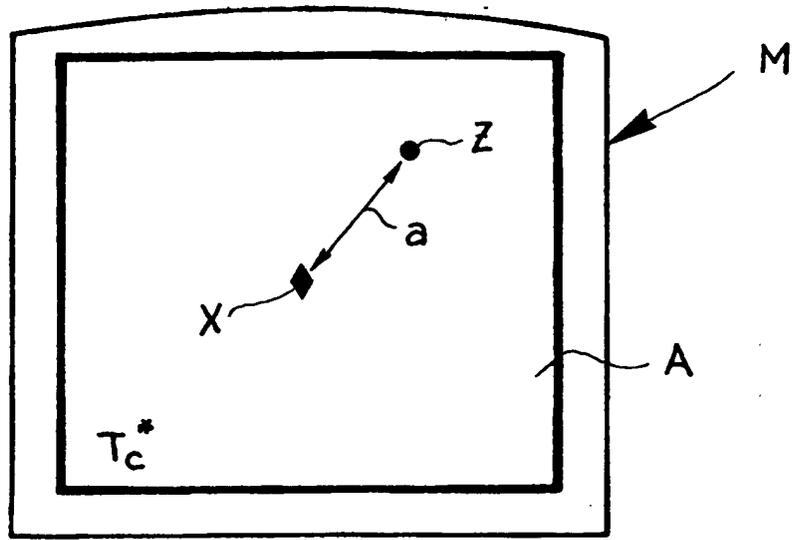


Fig. 2

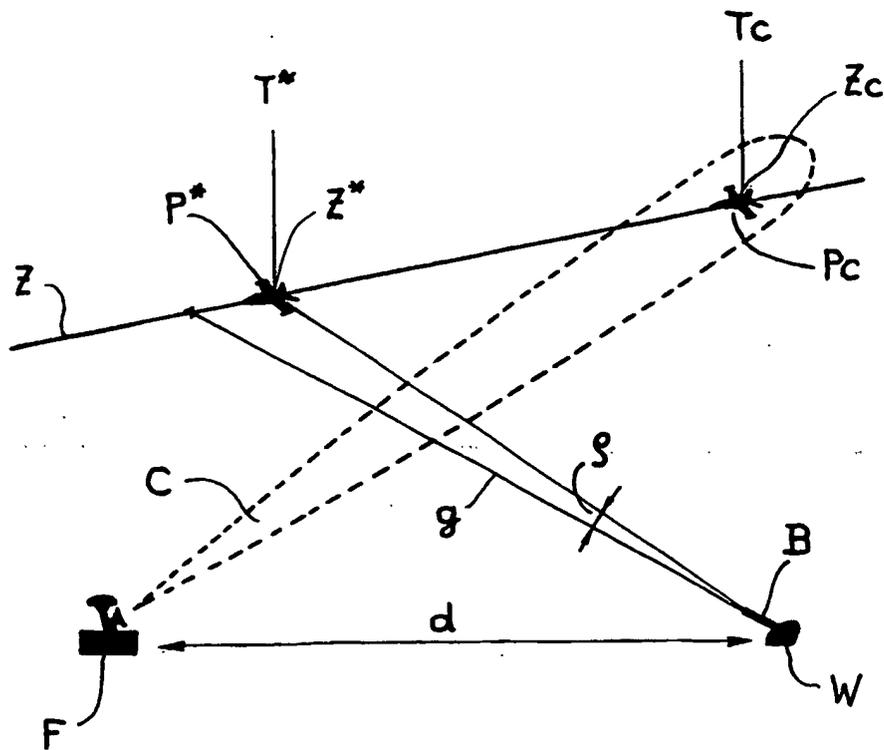


Fig. 3

