

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und nach dem Anspruch 1, eine Vorrichtung 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 Datenverarbeitungseinheit 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 Zieles verstanden werden. Auf Grund der Weg/Zeit-Funktion, der Geschwindigkeits/Zeit-Funktion und der Beschleunigungs/Zeit-Funktion berechnet die Rechneinheit 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 Manipulierzziel 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 als auch der Geschosse bestimmt und daraus die Ablage der Geschosse vom Manipulierzziel ermittelt; beispielsweise kann hierzu der örtliche Bereich, in welchem sich Manipulierzziel und Geschosse treffen, im zeitlichen Bereich, zu welchem dieses Treffen stattfindet, abgebildet, und hieraus die Ablage ermittelt werden. Oder es werden Sensoren am Manipulierzziel 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 Feld 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 Waffenrohres 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 Bildaufnahmeverrichtung 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 Bildwiedergabeverrichtung 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 Bildwiedergabeverrichtung 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 Bildwiedergabeverrichtung 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 Fälligkeitszeitpunkt 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 störbar. 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. modularartig 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 **T_c**; 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 Bildaufnahmeverrichtung **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 **p** 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

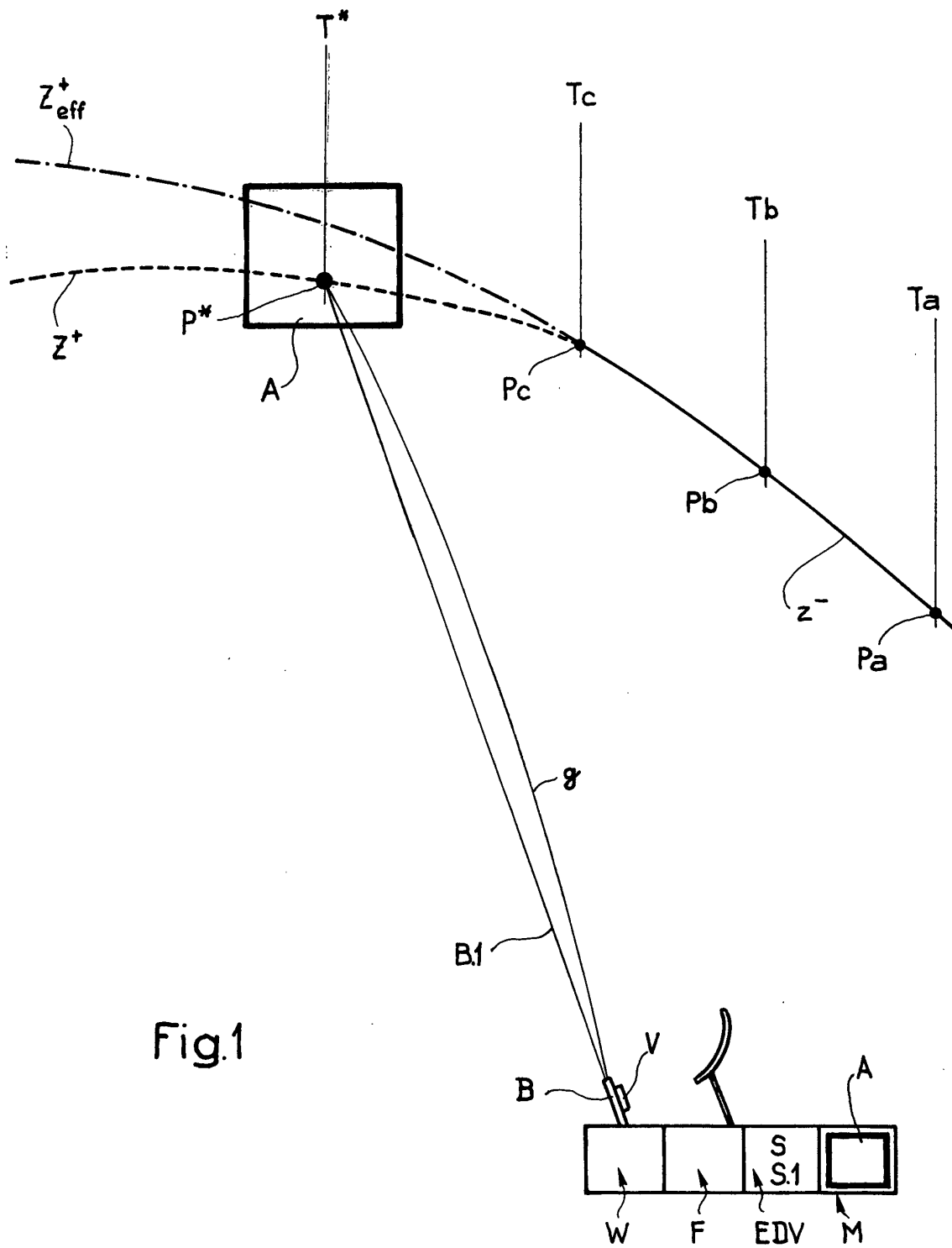
- das Feuerleitgerät (**F**) das Ziel (**Z**) verfolgt und die Richtmittel das Waffenrohr (**B**) richten,
- eine solidarisch mit dem Waffenrohr (**B**) bewegte Bildaufnahmeverrichtung (**V**) wiederholt Bilder des Zieles (**Z**) und seiner Umgebung erfasst und
- eine Bildwiedergabevorrichtung (**M**) die von der Bildaufnahmeverrichtung (**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, und wobei
- das Richten des Waffenrohres (**B**) auf Grund einer die Bewegungen des Zieles (**Z**) und eines Geschosses (**G**) berücksichtigenden Vorhalterechnung durchgeführt wird.

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 Zeitpunkte, 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 Bewegungs-

- zustandes 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 (T_c) 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 Ab-
lage (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 Bildauf-
- nahmevorrichtung (V) aufgenommenen Bilder durch die Bildwiedergabevorrichtung (M) berücksichtigt werden.
7. Vorrichtung (M, V, S.1) zum Beurteilen der Richtfehler eines Waffensystems, welches 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) aufweist, wobei
- das Feuerleitgerät (F) eine Sensorvorrichtung aufweist, um die jeweiligen Positionen des Zieles (Z) zu vermessen, und
 - die Datenverarbeitungsanlage (EDV) dazu ausgebildet ist, wiederholt den bisherigen Bewegungszustand des Zieles (Z) zu berechnen, wiederholt in einem jeweils als Berechnungszeitpunkt (T_c) 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 (T_c) abgeschossen würde, an der Fälligkeitsposition (P^*) eintreffen würde, und das Ziel (Z) in der Umgebung der Fälligkeitsposition (P^*) erwartet wird,
- welche Vorrichtung (M, V, S.1) aufweist:
- eine solidarisch mit dem Waffenrohr (B) bewegte Bildaufnahmeevorrichtung (V) aufweist, um Bilder des Zieles (Z) zu erfassen,
 - eine Bildwiedergabevorrichtung (M) aufweist, um die erfassten Bilder und eine Marke (X) zu visualisieren, welche Marke (X) einen Punkt einer Richtgeraden repräsentiert, wobei eine Ab-
lage (a) eines Bildes des Zieles (Z) von der Marke (X) dem Richtfehler des Waffensystems entspricht, und
 - eine zusätzliche Software (S.1) für die Datenverarbeitungsanlage (EDV), um auf Grund der Vorhalterechnung den Richtmitteln ein Signal zur Verfügung zu stellen, damit das Waffenrohr (B) im Fälligkeitszeitpunkt (T^*) auf die Fälligkeitsposition (P^*) gerichtet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Waffenrohr im Fälligkeitszeitpunkt (T^*) auf die Fälligkeitsposition (P^*) gerichtet wird.
9. Vorrichtung (M, V, S.1) nach einem der Ansprüche

- 7 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bildwiedergabevorrichtung (M) so ausgebildet und mit der Bildaufnahmevorrichtung (V) verbunden ist, dass die aufgenommenen Bilder sofort sichtbar gemacht werden. 5
10. Vorrichtung (M, V, S.1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, 10
dass die Bildaufnahmevorrichtung (V) eine Videokamera ist.
11. Vorrichtung (M, V, S.1) nach einem der Ansprüche 7 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, 15
dass die Bildaufnahmevorrichtung (V) so angeordnet ist, dass eine optische Achse der Bildaufnahmevorrichtung (V) mit einer Waffenrohrachse (B.1) zusammenfällt. 20
12. Vorrichtung (M, V, S.1) nach einem der Ansprüche 7 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, 25
dass die Bildaufnahmevorrichtung (V) so angeordnet ist, dass eine optische Achse der Bildaufnahmevorrichtung (V) mindestens in ihrer Richtung und vorzugsweise auch in ihrer Lage mit der Lage einer Waffenrohrachse (B.1) übereinstimmt.
13. Vorrichtung (M, V, S.1) nach einem der Ansprüche 7 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, 30
dass die Bildaufnahmevorrichtung (V) temporär an der Waffe (W) befestigt ist. 35
14. Vorrichtung (M, V, S.1) nach einem der Ansprüche 7 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, 40
dass die Bildaufnahmevorrichtung (V) dauernd an der Waffe (W) befestigt ist.
15. Vorrichtung (M, V, S.1) nach einem der Ansprüche 7 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, 45
dass die Bildwiedergabevorrichtung (M) ein Monitor ist.
16. Vorrichtung (M, V, S.1) nach einem der Ansprüche 7 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, 50
dass sie eine Einrichtung zur Vermessung einer Abweichung einer optischen Achse der Bildaufnahmevorrichtung (V) von einer Waffenrohrachse (B.1) umfasst, um diese Abweichung bei der Sichtbarmachung der von der Bildaufnahmevorrichtung (V) zur Verfügung gestellten Bilder zu kompensieren. 55
17. Vorrichtung (M, V, S.1) nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Datenverarbeitungseinheit (EDV) dazu ausgebildet ist, Berechnungen auszuführen, um das erforderliche Kompensieren der Abweichung der optischen Achse der Bildaufnahmevorrichtung (V) von der Waffenrohrachse (B.1) bei der Sichtbarmachung der von der Bildaufnahmevorrichtung (V) zur Verfügung gestellten Bilder zu bestimmen.
18. Vorrichtung (M, V, S.1) 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. Vorrichtung 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 der Vorrichtung (M, V, S.1) nach einem der Ansprüche 6 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Waffe (W) auf einem Vehikel (Q) montiert und das Feuerleitgerät (F) ortsfest ist.
22. Verwendung der Vorrichtung (M, V, S.1) nach einem der Ansprüche 6 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Waffe (W) und das Feuerleitgerät (F) auf einem Vehikel (Q) montiert sind.
23. Verwendung der Vorrichtung (M, V, S.1) 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.



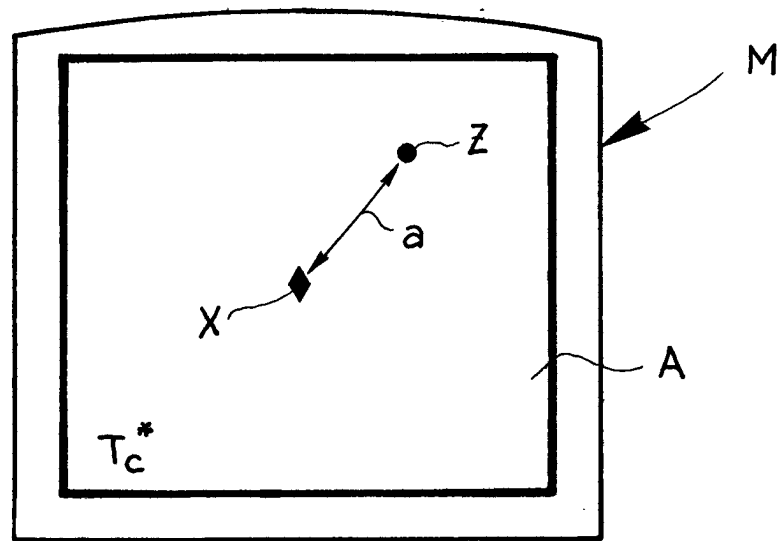


Fig.2

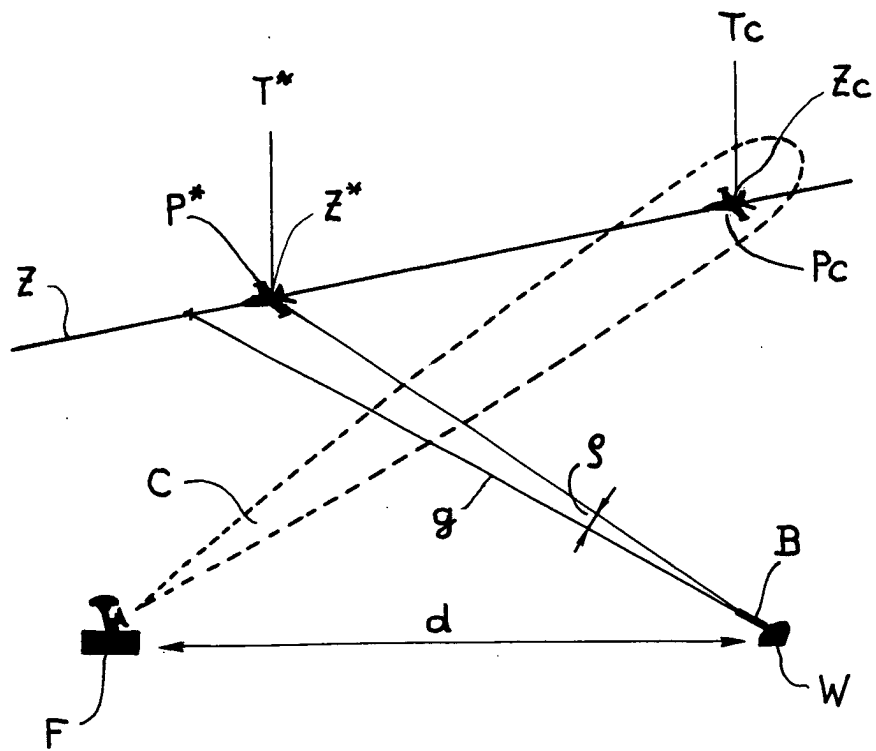


Fig.3

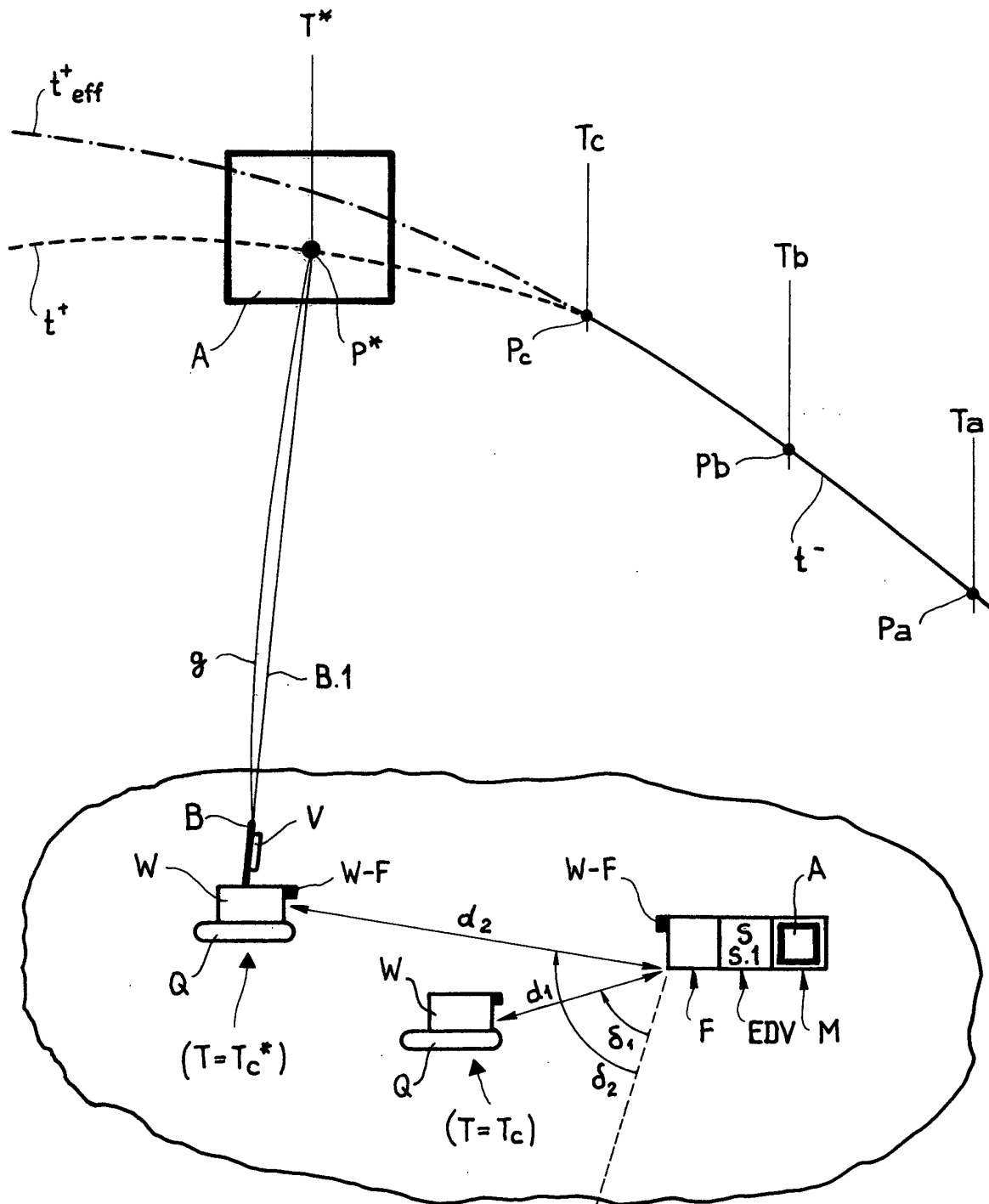


Fig.4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 02 2511

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 1 152 206 A (CONTRAVES AG) 7. November 2001 (2001-11-07) * Zusammenfassung * * Seite 3, Zeile 32 - Seite 6, Zeile 52; Abbildungen 1-6 *	1,2,5-10	F41G3/32
A	WO 88 08952 A (CONTRAVES AG) 17. November 1988 (1988-11-17) * Zusammenfassung * * Seite 12, Zeile 28 - Seite 19, Zeile 22; Abbildungen 1-5 *	1-3,6, 8-11	
A	US 3 981 010 A (MICHELSEN PAUL F) 14. September 1976 (1976-09-14) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 50 - Spalte 8, Zeile 16; Abbildungen 1-4 *	1-3,5,6, 8-10	
A	US 4 878 752 A (BRAMLEY DAVID F) 7. November 1989 (1989-11-07) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 4, Zeile 52; Abbildungen 1-3 *	1,2,6,8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	US 4 429 993 A (SCHICK DIETER) 7. Februar 1984 (1984-02-07) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 30 - Spalte 9, Zeile 16; Abbildungen 1-13 *	1,6	F41G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 5. März 2003	Prüfer Blondel, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 02 2511

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-03-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1152206 A	07-11-2001	EP 1152206 A1	07-11-2001
		JP 2001311774 A	09-11-2001
		US 2001047248 A1	29-11-2001
WO 8808952 A	17-11-1988	AU 605591 B2	17-01-1991
		AU 1688388 A	06-12-1988
		DE 3883916 D1	14-10-1993
		WO 8808952 A1	17-11-1988
		EP 0314721 A1	10-05-1989
		KR 9614641 B1	19-10-1996
		TR 27014 A	15-09-1994
		US 5208418 A	04-05-1993
US 3981010 A	14-09-1976	US 3798795 A	26-03-1974
		US 3953132 A	27-04-1976
US 4878752 A	07-11-1989	GB 2212291 A ,B	19-07-1989
US 4429993 A	07-02-1984	DE 3044554 A1	24-06-1982
		CH 656216 A5	13-06-1986
		FR 2494831 A1	28-05-1982
		GB 2090497 A ,B	07-07-1982
		IT 1145208 B	05-11-1986
		SE 448319 B	09-02-1987
		SE 8106958 A	27-05-1982

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82