



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 862 041 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.09.1998 Patentblatt 1998/36

(51) Int. Cl.⁶: **F41G 3/26**

(21) Anmeldenummer: **97122620.4**

(22) Anmeldetag: **22.12.1997**

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

(30) Priorität: **28.02.1997 CH 485/97**

(71) Anmelder: **OERLIKON CONTRAVES AG
8050 Zürich (CH)**

(72) Erfinder:
• **Vuichard, Albin
8753 Mollis (CH)**
• **Fischer, Andreas
8315 Lindau (CH)**
• **Berger, Hanspeter
8181 Höri (CH)**

(54) **Verfahren und Anlage zum Bestimmen und Anzeigen eines Schussfehlers**

(57) Verfahren und Anlage zum Anzeigen eines Schussfehlers beim Beschuss eines Flugzieles (10, 10') mittels eines durch ein Geschütz (12) abgefeuerten Projektils (16). Mit Hilfe einer Bilderfassungseinrichtung (14.1 bis 14.4) werden je zwei Folgen von Bildern sowohl des Flugzieles (10) wie auch des Projektils (16) aufgenommen und synchron dazu je zwei Folgen von Winkelpaaren gemessen, welche die jeweiligen Lagen des Flugzieles (10, 10') und des Projektils (16) kennzeichnen. Mit Hilfe einer Bildverarbeitungseinrichtung (20.1 bis 20.4) und einer Rechneinrichtung (22.1, 22.2) werden für das Flugziel (10, 10') und das Projektil (16) aus den Folgen der Bilder und der Winkelpaare je eine zeitliche räumliche Flugbahn berechnet und diese Flugbahnen verglichen, um daraus den als Schussfehler definierten Minimalabstand zwischen dem Flugziel (10, 10') und dem Projektil (16) zu bestimmen. Der Schussfehler wird anschliessend am Ort des Geschützes (12) angezeigt. Die Ermittlung des Schussfehlers ist teilweise ein Echtzeit-Vorgang, teilweise ein Quasi-Echtzeit-Vorgang, und die Anzeige des Schussfehlers ist ein Quasi-Echtzeit-Vorgang.

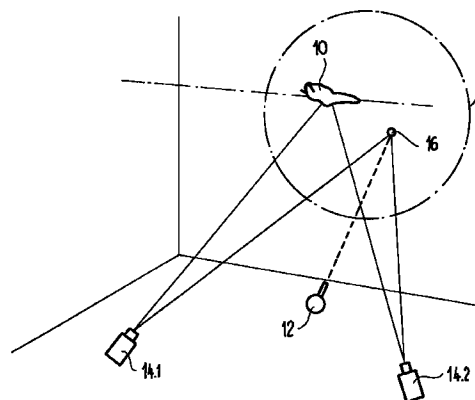


Fig.1

EP 0 862 041 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zum Bestimmen und Anzeigen eines Schussfehlers nach den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche 1 bzw. 2.

Verfahren und Anlagen dieser Art werden bei Übungsschiessen verwendet. Während es im Kriegsfall beim Beschuss eines feindlichen Flugzeuges im allgemeinen für die Geschützbedienungsmannschaften nicht schwierig ist, eventuelle Treffer und damit Erfolg oder Misserfolg des Beschusses festzustellen, ist dies bei Schiessübungen, wo vorzugsweise auf nicht entflammbare und nicht abstürzende Flugziele geschossen wird, schwieriger. Um solche Schwierigkeiten zu vermeiden, werden seit langem verschiedene Verfahren und Anlagen zur Feststellung von Schussfehlern verwendet, die beim versuchten Treffen eines Flugzieles durch von Boden/Luft-Geschützen abgefeuerte Projektile vorkommen.

Unter dem Begriff 'Schussfehler' wird im Rahmen der vorliegenden Beschreibung der Minimalabstand zwischen dem Flugziel und einem Projektil verstanden. Zur Bestimmung dieses Minimalabstandes wird herkömmlicherweise wie folgt vorgegangen: mittels einer Bilderfassungseinrichtung werden von zwei in gegenseitigem Abstand angeordneten Punkten eine Folge von Bildern bzw. je ein Film des Flugzieles und der in der Umgebung des Flugzeuges befindlichen Projektile aufgenommen und gleichzeitig festgestellt, unter welchen Winkeln, bezogen auf eine Referenzposition, die Bilder aufgenommen werden. Anschliessend werden aus diesen Filmen in einer Bildverarbeitungseinrichtung manuell oder teilautomatisch zwei verschiedene zeitliche ebene Flugkurven des Flugzieles und zwei verschiedene zeitliche ebene Flugkurven des Projektils bestimmt. Dann werden in einer Rechneinheit mittels herkömmlicher triangulatorischer Berechnungsmethoden aus den zwei zeitlichen ebenen Flugkurven des Flugzieles die zeitliche räumliche Flugbahn des Flugzieles und aus den zwei zeitlichen ebenen Flugkurven des Projektils die zeitliche räumliche Flugbahn des Projektils berechnet; bei den zeitlichen räumlichen Flugbahnen handelt es sich im mathematischen Sinne um vierdimensionale Kurven, da jedem Kurvenpunkt drei Längendimensionen und eine Zeitdimension zugeschrieben werden müssen. Im weiteren werden die beiden räumlichen Flugbahnen des Flugzieles und des Projektils verglichen und der zwischen ihnen liegende Minimalabstand festgestellt, der dem Minimalabstand zwischen dem Flugziel und dem Projektil und damit dem Schussfehler entspricht; dieser Minimalabstand ist im allgemeinen nicht gleich dem Minimalabstand der Trajektorien des Flugzieles und des Projektils. Schliesslich wird der so bestimmte Schussfehler der Geschützbedienungsmannschaft angezeigt.

Bei der Durchführung dieses Verfahrens sind zahlreiche Gegebenheiten und Einflussfaktoren zu berücksichtigen.

Beispielsweise werden die Projektile im allgemeinen nicht als Einzelgeschosse sondern in Seriefeuer abgegeben; anstelle von Flugbahnen einzelner Projektile sind dann Flugbahnscharen von Projektilgarben zu ermitteln. Bei den verwendeten Geschossen handelt es sich häufig um zerlegbare Geschosse, wobei meist auch die Zerlegungszeit bestimmbar ist. Besondere Probleme treten auf, wenn mehrere Flugziele vorhanden sind, was zur Schaffung eines wirklichkeitsnahen Szenarios notwendig wäre. Eine gewisse Rolle spielen auch die herrschenden meteorologischen Verhältnisse.

Das Verfahren und die Anlage der vorbekannten, eingangs genannten Art wurden entwickelt, um die Durchführung von Schiessübungen in ökologischer und ökonomischer Hinsicht vorteilhafter zu gestalten, als dies bei der ursprünglich üblichen Methode nach dem System von 'Versuch und Irrtum' der Fall war; das heisst, dass man bestrebt war, den Munitionsverbrauch und die Lärmentwicklung zu vermindern, ohne den Lerneffekt zu beeinträchtigen; dennoch war man bestrebt, die Schiessübungen unter mindestens annähernd realistischen Bedingungen stattfinden zu lassen, wie sie beispielsweise beim Unterricht mit Schiesssimulatoren nie herrschen können. Die Erwerbung der notwendigen Fähigkeiten zur einwandfreien Betätigung der Geschütze sollte dadurch verbessert werden, dass die Ergebnisse der Schiessübungen nicht nur als 'Treffer' oder 'Fehlschuss' qualifizierbar sind, sondern dass durch die Kenntnis der Bewegungen der Projekte, die aufgrund der Bewegung des Flugzieles stattfindet, eine ins einzelne gehende Analyse der Schussfehler und damit eine gründliche Beurteilung der zu beübenden Geschützbedienungsmannschaften möglich ist.

Der Nachteil des vorbekannten Verfahrens bzw. der vorbekannten Anlage ist darin zu sehen, dass die Zeit, welche die Bildverarbeitungseinrichtung und die Rechneinheit benötigen, um die zeitlichen räumlichen Flugbahnen des Flugzieles und die zeitlichen räumlichen Flugbahnscharen der Projektile zu liefern, sehr gross ist. Den Geschützbedienungsmannschaften werden daher die Schussfehler erst nach dem Abschluss der eigentlichen Schiessübung im Laufe einer späteren Übungskritik zur Kenntnis gebracht. Da während der eigentlichen Schiessübung eine Vielzahl von Flugpassagen stattfindet und dabei stets eine oder mehrere Garben abgefeuert werden, sind bei der nachfolgenden Übungskritik, bei welcher die Schussfehler, ihre Ursachen und Folgen den Geschützbedienungsmannschaften bekanntgegeben werden, die Umstände der einzelnen Passagen und Schussabgaben häufig nicht mehr präsent. Der Lerneffekt für die Geschützbedienungsmannschaften ist daher begrenzt, obwohl dem Lehrpersonal eine Beurteilung der erzielten Fortschritte möglich ist.

Zwar ist aus der EP-B1-0 018 673 eine für die Ausbildung von Fliegerabwehrtruppen verwendete Treffervermessung bekannt, bei welcher die Schussfehler den

Geschützbedienungsmannschaften etwas rascher, nämlich innerhalb einiger Minuten, übermittelt und auf einem Bildschirm dargestellt werden können. Diese Anlage weist jedoch mehrere Nachteile auf. So ist die Zeitspanne bis zur Rückmeldung der Schussfehler an die Geschützbedienungsmannschaften noch immer verhältnismässig hoch. Schwerwiegender ist aber, dass das verwendete Verfahren zur Ermittlung der Bahnkurven eine Distanzmessung mittels eines Lasergerätes bedingt, und dass die zu erfassenden Objekte, also das Flugziel und die Projektile, im Prinzip in der Mitte des aufgenommenen Bereiches liegen müssen und diesen keinesfalls verlassen können, da sonst keine Zuordnung der abgebildeten Punkte zu den einzelnen Schüssen einer Garbe mehr möglich ist; im weiteren eignet sich die Anlage nicht für das weiter unten erklärte, häufig durchgeführte und in der Schiessausbildung praktisch nicht mehr wegzudenkende Spiegelschiessen.

Die Aufgabe der Erfindung wird somit darin gesehen, ein Verfahren und eine Anlage zu schaffen, welche unter Vermeidung der erwähnten Nachteile eine zuverlässige Bestimmung und rasche Anzeige bzw. Rückmeldung der Schussfehler erlauben, so dass sich die Schiessausbildung der Geschützbedienungsmannschaften in einem wirklichkeitsnahen Szenario auf effiziente Weise abspielen kann und mit einem ökonomisch und ökologisch vertretbaren Aufwand durchführbar ist.

Diese Aufgabe wird, ausgehend von einem Stand der Technik gemäss dem eingangs genannten Verfahren und der eingangs genannten Anlage, durch die Merkmale der kennzeichnenden Teile der unabhängigen Patentansprüche 1 bzw. 2 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Einzelheiten der erfindungsgemässen Anlage sind durch die abhängigen Patentansprüche definiert.

Damit die Rückmeldung bzw. Anzeige des Schussfehlers an die Geschützmannschaft in der erwünschten kurzen Frist erfolgt, müssen die notwendigen Vorgänge in der Bildverarbeitungseinrichtung und in der Rechneinrichtung äusserst rasch durchgeführt werden. Erfindungsgemäss finden in Echtzeit die Bildverarbeitung für das Flugziel und das Projektil sowie die triangulative Berechnung einer zeitlichen Folge von Punkten des Flugzieles statt, aus welcher Folge eine zeitliche räumliche Flugbahn des Flugziels berechnet wird; in Quasi-Echtzeit finden die Berechnung von zwei zeitlichen ebenen Flugkurven des Projektils und die triangulatorische Berechnung einer zeitlichen räumlichen Flugbahn des Projektils aus seinen beiden zeitlichen ebenen Flugkurven statt; ebenfalls in Quasi-Echtzeit findet der Vergleich der zeitlichen räumlichen Flugbahnen des Flugzieles und des Projektils bzw. die Ermittlung des Schussfehlers und dessen Anzeige statt. Unter Quasi-Echtzeit ist zu verstehen, dass die Vorgänge sofort jedoch jeweils erst nach einer Salve des Geschützes bzw. einer Passage des Flugziels stattfinden. Der Erfolg oder Misserfolg eines Schusses oder

einer Garbe ist daher in einem Moment bekannt, in welchem der Geschützbedienungsmannschaft die näheren Umstände der Flugpassage, die Einzelheiten des Richtvorganges und die Umstände der Schussauslösung noch genau in Erinnerung sind, so dass ohne Schwierigkeiten eine Verknüpfung von Ursache und Wirkung stattfinden kann. Lehren aus fehlerhaftem Verhalten können daher unmittelbar, also vor der nächsten Flugpassage und vorzugsweise sogar vor der nächsten Schussabgabe gezogen werden, und nicht wie bisher erst nach dem Ende der Schiessübung.

Die durch die Erfindung erzielten Fortschritte sind das Ergebnis der Kombination des in seinen Grundzügen vorbekannten Verfahrens zum Ermitteln des Schussfehlers einerseits mit den mittels EDV in Echtzeit bzw. Quasi-Echtzeit durchgeführten Berechnungsvorgängen und der on-line-Anzeige des Schussfehlers in Quasi-Echtzeit.

Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Anlage lassen sich an verschiedene Waffensysteme und Munitionsarten adaptieren.

Beispielsweise können die Detektion und Verfolgung des Flugzieles und die Auslösung des Schusses visuell-manuell am Geschütz selbst stattfinden. In diesem Fall besteht das Waffensystem nur aus dem bzw. den Geschützen. Allerdings können auf diese Weise nur verhältnismässig langsame Flugziele effizient verfolgt und beschossen werden.

Es ist aber auch möglich, die Detektion und Verfolgung des Flugzieles sowie die Auslösung des Schusses mittels eines Feuerleitgerätes selbsttätig oder teilweise selbsttätig durchzuführen. Das Waffensystem umfasst in diesem Falle Geschütze und Feuerleitgeräte, wobei im allgemeinen ein Feuerleitgerät mit ein bis drei Geschützen zusammenwirkt. Der Geschützbedienungsmannschaft obliegt in einem solchen Falle, abgesehen vom in Stellung bringen des Geschützes und von der Munitionszufuhr zum Geschütz, nur noch die Kontrolle des Ablaufes des Richtens und der Schussabgabe, während die übrigen Aufgaben von der Geschützbedienungsmannschaft an das Feuerleitgerät übergehen, wobei im Rahmen der vorliegenden Beschreibung die Feuerleitgerätbemannung als zur Geschützbedienungsmannschaft gehörig betrachtet wird. Zur erfolgreichen Verfolgung und Beschiessung von schnellen Flugzielen wie beispielsweise Kampffjets ist ein Feuerleitgerät empfehlenswert.

Zahlreiche Waffensysteme weisen Geschütze auf, die sowohl ohne und wie auch mit Feuerleitgeräten funktionieren können, und häufig ist es möglich, von Flugpassage zu Flugpassage oder von Schussabgabe zu Schussabgabe zwischen der Funktion mit Feuerleitgerät und der Funktion ohne Feuerleitgerät abzuwechseln.

Jede Bilderfassungseinheit der neuen Anlage besitzt ein Sensorteil, das fremdgesteuert das aufzunehmende Objekt detektiert, diesem folgt und es in kurzen zeitlichen Abständen abbildet. Ferner weist die Bilderfas-

sungseinheit ein Positionsmessgerät auf, mit welchem die jeweils zugehörigen räumlichen Positionen der Bilder anhand von relativ zu einer Referenzlinie durchgeführten Messungen von Winkelpaaren festgestellt wird, und zwar synchron mit der jeweiligen Aufnahme der Objekte.

Das Sensorteil weist als Sensor eine Kamera auf. Wenn als zu verschiessende Munition Leuchtspurmunition gewählt wird, und wenn stets annehmbare Sichtverhältnisse herrschen, so wird eine Videokamera eingesetzt. Um andere Munitionsarten zu verschiessen und/oder auch bei aussergewöhnlichen Sichtverhältnissen Schiessübungen durchzuführen, kann beispielsweise eine FLIR-Kamera benützt werden, welche allerdings kostspieliger ist als die üblicherweise vorgesehene Videokamera. Die neue Anlage erlaubt es, den Sensorwechsel relativ rasch durchzuführen.

Das Positionsmessgerät ist im allgemeinen theodolitenartig ausgebildet. Wesentlich ist ein sehr ruhiger, reibungsarmer und spielfreier Lauf bzw. eine entsprechende Lagerung und ein entsprechender Antrieb.

Während im Ernstfall der Zweck der Schussabgabe darin besteht, das Flugziel, beispielsweise ein feindliches Flugzeug, mit den eigenen Projektilen zu treffen, stehen bei Schiessübungen keine echten Flugzeuge als Flugziel zur Verfügung sondern es wird auf, durch Flugzeuge gezogene, Schleppsäcke oder auf unbemannte Flugkörper, sogenannte Drohnen, geschossen. Wirklichkeitsnahe Szenarien können auf diese Weise aus verschiedenen Gründen nicht geschaffen werden. Beim Schleppsackschiessen sind die Geschwindigkeit und die Wendigkeit des Flugzieles denjenigen eines Kampfflugzeuges weit unterlegen, was die Aufgabe für die Geschützbedienungsmannschaften zu sehr vereinfacht. Ausserdem ist es sehr schwierig, beim Schleppsackschiessen gleichzeitig mehrere Flugziele zur Verfügung zu stellen. Schliesslich muss auch darauf geachtet werden, dass das schleppende Flugzeug selbst nicht getroffen wird. Es wäre im Prinzip möglich, Drohnen zu verwenden, auf welche direkt geschossen wird, jedoch sind Drohnen, welche bezüglich Geschwindigkeit und Wendigkeit an Kampffjets heranreichen, sehr aufwendig, so dass ihr Einsatz mit verhältnismässig hohen Kosten verbunden ist. Der Vorteil der Verwendung von Schleppsäcken und ggfs. Drohnen besteht darin, dass sie Flugziele bilden, welche direkt detektiert, verfolgt und beschossen werden können, so dass immerhin in dieser Beziehung wirklichkeitsnahe Szenarien erzeugt werden können. Schiessübungen, die sich innerhalb solcher Szenarien abspielen, werden als Direktzielschiessen bezeichnet. Die dazu benötigte Bilderfassungseinrichtung umfasst zwei Bilderfassungseinheiten, welche in gegenseitigem Abstand positioniert sind. Jede Bilderfassungseinheit ist für die Aufnahme von je einer Bildfolge des Flugzieles und der Projektile bestimmt und mit einer Bildverarbeitungseinheit verbunden, welche zeitliche ebene Flugkurven sowohl des Flugzieles wie auch der Projektile liefert.

Um auch Schiessübungen zu veranstalten, bei denen das Flugzeug bezüglich seiner Geschwindigkeit und Wendigkeit einem Kampfflugzeug gleichkommen, und die dadurch höhere Anforderungen an die Geschützbedienungsmannschaften stellen, wird seit längerer Zeit das Verfahren des Versetztzielschiessens, insbesondere des Spiegelschiessens, benützt. Man verwendet dazu eine Spiegeleinrichtung, mittels welcher man einem Beobachter oder Richtkanonier ein Bild des Flugzeuges in sein optisches Sichtfeld oder -gerät spiegelt, wobei das Sichtgerät auf den Luftraumbereich, in welchen geschossen wird, gerichtet ist, während sich das Flugzeug im spiegelbildlich gegenüberliegenden Luftraumbereich befindet. Die echte Schussabgabe erfolgt dann auf das gespiegelte. bzw. fiktive Flugziel. Es wird also in einen Azimut-Winkelbereich von maximal 3200 art % geschossen, in welchem sich das fiktive Flugziel befindet, während sich das echte Flugzeug im dazu spiegelsymmetrischen Azimut-Winkelbereich bewegen kann, ohne Gefahr zu laufen, getroffen zu werden. Bei einem derartigen Szenario muss die Bilderfassungseinrichtung vier Bilderfassungseinheiten besitzen. Zwei voneinander beabstandete Bilderfassungseinheiten sind auf den Luftraumbereich des echten Flugzeuges, das nicht getroffen werden soll, gerichtet und liefern zwei Bildfolgen und zugehörige Folgen von Winkelpaaren, aus welchen mit Hilfe von zwei mit den Bilderfassungseinheiten verbundenen Bildverarbeitungseinheiten und einer ersten Rechneinheit eine zeitliche räumliche Flugbahn des Flugzeuges berechnet werden. In entsprechender Weise liefern zwei weitere Bilderfassungseinheiten, die auf den spiegelsymmetrischen Luftraumbereich und damit auf die echten Projektile gerichtet sind, mit Hilfe von zwei weiteren Bildverarbeitungseinheiten und einer zweiten Rechneinheit zwei zeitliche, ebene Flugkurven bzw. Flugkurvenscharen des Projektils bzw. der Projektile und aus diesen eine zeitliche räumliche Flugbahn bzw. Flugbahnschar des Projektils bzw. der Projekte. Jeweils eine auf das Flugzeug und eine auf das bzw. die Projektile(e) gerichtete Bilderfassungseinheit sind benachbart zueinander angeordnet.

Ein Vorteil des Versetztzielschiessens besteht darin, dass es leicht möglich ist, ein wirklichkeitsnahe Szenario nicht nur mit einem sondern mit mehreren gleichzeitig im Zielraum ausmachbaren fiktiven bzw. gespiegelten Flugzielen zu schaffen, welche nacheinander beschossen werden können, wobei die Geschütze jeweils sogenannte Zielwechsel durchführen müssen.

Anschliessend an die Bestimmung der zeitlichen dreidimensionalen Flugbahn des Flugzieles und der zeitlichen räumlichen Flugbahn des Projektils ermittelt die zweite Rechneinheit durch Vergleich der dreidimensionalen Flugbahnen der Projektile und des Flugzieles den Minimalabstand zwischen Flugziel und Projektil, welcher im Rahmen der vorliegenden Erfindung als Schussfehler definiert ist.

Die Anzeige der Schussfehler bzw. deren Rückmeldung an die Geschützbedienungsmannschaften erfolgt mit Hilfe einer Anzeigeeinrichtung. Diese umfasst im allgemeinen eine Vielzahl von Anzeigeeinheiten, nämlich vorzugsweise eine Anzeigeeinheit pro Geschütz und eine Anzeigeeinheit pro Feuerleitgerät. Weitere Anzeigeeinheiten können andernorts angeordnet sein. Die Anzeige des Schussfehlers kann grafisch oder/und in Zahlenform erfolgen.

Die Rückmeldung bzw. Anzeige des Schussfehlers an die Geschützbedienungsmannschaften kann auch so durchgeführt werden, dass nur eine zentrale Anzeigeeinheit vorhanden ist, und dass die Rückmeldung an die Geschützbedienungsmannschaften fernmündlich erfolgt. Eine solche Art der Schussfehlerrückmeldung kann rasch erfolgen und ist bedeutend einfacher im Hinblick auf die benötigten Geräte, aber in Ihrer Wirkung viel weniger effizient als die oben beschriebene Anzeigeeinrichtung mit mehreren Anzeigeeinheiten.

Wenn es auch das erklärte Ziel der Erfindung ist, eine Quasi-Echtzeit-Fehleranzeige zu realisieren, so ist es doch von Vorteil, wenn die Schussfehler, zusammen mit den Daten, die ihre Zugehörigkeit definieren, zwecks späterer Betrachtung archiviert werden können. Eine Archivierung kann entweder EDV-mässig in einer Speichereinheit oder in Form von Papierkopien erfolgen, worunter Ausdrücke mit grafischen und/oder numerischen Angaben zu verstehen sind, die in einer dazu geeigneten Einrichtung erzeugt werden. Selbstverständlich lassen sich auch elektronisch archivierte Daten später nicht nur visualisieren sondern auch ausdrucken.

Die apparative Steuerung der Anlage erfolgt vorzugsweise über eine Bedienungseinrichtung. Diese kann mehrere Bedienungseinheiten für die verschiedenen Rechnereinheiten aufweisen. Ferner verfügt die Bedienungseinrichtung im allgemeinen über eine Anzeigeeinheit oder auch über mehrere Anzeigeeinheiten, nämlich eine pro Bedienungseinheit, wenn die letzteren dezentral angeordnet sind.

Zur Leitung des gesamten Schiessbetriebes ist es empfehlenswert, eine übergeordnete Kontrollstelle vorgesehen, die unter anderem für Sicherheitsmassnahmen und die Steuerung der Flugziele zuständig ist. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die Flugziele im Sinne der Erfindung Teile der erfindungsgemässen Anlage sind, die durch die Kontrollstelle gesteuert werden können, in dem Sinne, als die Piloten bei Bedarf Anweisungen von der Kontrollstelle erhalten; Drohnen können ggfs. durch die Kontrollstelle ferngesteuert werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und mit Bezug auf die Zeichnung ausführlich beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine erste Anlage nach der Erfindung, zum Direktzielschiessen, in einem vereinfachten Schaubild;

Fig. 2 das Prinzip des Spiegelschiessens, in einem Schaubild;

Fig. 3 eine zweite Anlage nach der Erfindung, zum Versetztzielschiessen, in einem vereinfachten Schaubild;

Fig. 4 eine Bilderfassungseinheit, in einem Schaubild;

Fig. 5 eine Anzeigeeinheit, in einem Schaubild; und

Fig. 6 eine erfindungsgemässe Anlage in einer schematischen, vereinfachten Darstellung.

In **Fig. 1** sind ein Flugziel **10** und Geschütz **12** dargestellt, welches zum Abschiessen des Flugzieles **10** mittels eines Projekts **16** bestimmt ist. Im vorliegenden Fall soll das Flugziel **10** ein Schleppsack oder eine Drohne sein, und es wird im Direktzielverfahren geschossen. Zur Vereinfachung der Beschreibung wird vorerst davon ausgegangen, dass die Anlage nur ein Geschütz **12** aufweist und dass kein Feuerleitgerät vorgesehen ist, obwohl in Wirklichkeit im allgemeinen eine Vielzahl von gleichen oder unterschiedlichen Geschützen, bei modernen Waffensystemen fast ausschliesslich mit Feuerleitgeräten, an einer Schiessübung beteiligt ist, einerseits, um den durch die Bereitstellung des Flugzieles entstehenden Aufwand möglichst gut auszunutzen und andererseits, um die Schiessübung möglichst wirklichkeitsnah zu gestalten, da ja im Ernstfalle, wenn verfügbar, auch mehrere Geschütze gleichzeitig eingesetzt werden. Bei den Geschützen kann es sich auch um Geschütze von Flabpanzern handeln, die aus festen Stellungen schiessen.

Vereinfachend wird die Funktion der Anlage beim Abschuss nur eines Projektils beschrieben, obwohl in Wirklichkeit im allgemeinen nicht Einzelschüsse sondern Garben abgegeben werden. Die Anlage kann aber auch verwendet werden, wenn Lenkgeschosse oder Raketen verschossen werden. Häufig verwendete Projektile sind zerlegbare Projektile, wobei der Zeitpunkt der Zerlegung fest, fest einstellbar oder gesteuert einstellbar sein kann. Im allgemeinen ist die Anlage zum Verschiessen von Leuchtspurmunition ausgebildet, da es dadurch möglich wird, mit einer Videokamera anstelle einer teureren FLIR-Kamera zu arbeiten.

Die Anlage umfasst gemäss **Fig. 1** eine Bilderfassungseinrichtung; diese wird durch zwei in gegenseitigem Abstand angeordnete Bilderfassungseinheiten **14.1**, **14.2** gebildet, von welchen eine in **Fig. 4** genauer dargestellt ist. Die Bilderfassungseinheiten **14.1**, **14.2** sind in der relevanten Zeitspanne auf einen Luftraumbereich **P** gerichtet, in welchem sich das Flugziel **10** und möglichst auch schon das Projektil **16** befindet. Die Bilderfassungseinheiten **14.1**, **14.2** dienen zur Aufnahme von Folgen von Bildern bzw. Filmen des Luft-

raumbereichbereichs sowohl des Flugzieles **10** als auch des vom Geschütz **12** abgefeuerten Projektils **16** und zur Feststellung der jeweiligen räumlichen Lage der Bilder. Jede der Bilderfassungseinheiten **14.1**, **14.2** besitzt dazu einen Sensorteil mit einer Kamera als Sensor und ein Positionsmessgerät mit einem Theodoliten, der ein Winkelpaar relativ zu vorbestimmten Referenzwerten misst, und zwar üblicherweise einen Azimutwinkel in der Horizontalen und einen Elevationswinkel als Abweichung von der Horizontalen. Die Kamera und das zugehörige Positionsmessgerät jeder der Bilderfassungseinheiten **14.1**, **14.2** sind synchronisiert, das heisst, dass jeweils im gleichen Zeitpunkt ein Bild aufgenommen und seine räumliche Lage durch die Messung des erwähnten Azimut- und Elevationswinkels erfasst wird. Die Kamera ist eine Videokamera, kann aber je nach Munition und Sichtverhältnissen durch eine FLIR-Kamera ersetzt werden.

Während beim oben mit Bezug auf **Fig. 1** beschriebenen Direktzielschiessen das Flugziel **10** selbst, in Form eines Schleppsackes oder einer Drohne, zu treffen ist, ist beim Versetztzielschiessen bzw. Spiegelschiessen das Flugziel **10** ein fiktives Ziel, nämlich das Spiegelbild **10'** eines echten Flugzeuges, beispielsweise eines regulären Kampfflugzeuges. Das Prinzip des Spiegelschiessens ist in **Fig. 2** dargestellt und bedarf keiner weiteren Erläuterungen. Beim Direktzielschiessen sind, wie weiter oben erläutert, zwei Bilderfassungseinheiten **14.1**, **14.2** vorgesehen, die beide auf denjenigen Luftraumbereichbereich **P** gerichtet sind, in welchem sich das Flugziel **10** und das Projektil **16** befinden, und die für die Erfassung der Bilder und Lagen sowohl des Flugzieles **10** wie auch des Projektils **16** zuständig sind. Beim Spiegelschiessen gemäss **Fig. 3** ist dies nicht der Fall; dort müssen, weil sich das Flugzeug **10'** und das Projektil **16** in einander spiegelbildlich gegenüberliegenden Luftraumbereichbereichen **P'** und **P** befinden, zwei zusätzliche Bilderfassungseinheiten **14.3**, **14.4** vorhanden sein. Die Bilderfassungseinheiten **14.1**, **14.2** sind dann lediglich für das Projektil **16** zuständig, während die zusätzlichen Bilderfassungseinheiten **14.3**, **14.4** für das echte, also nicht zu beschliessende Flugzeug **10'**, jedoch nicht für das zu beschliessende gespiegelte bzw. fiktive Flugziel **10**, zuständig sind. Anlagen mit vier Bilderfassungseinheiten **14.1** bis **14.4** können ohne weiteres auch zum Direktzielschiessen verwendet werden; dabei werden die Bilderfassungseinheiten **14.3**, **14.4** nicht benützt.

Die in **Fig. 3** dargestellte Anlage weist im Gegensatz zur Anlage der **Fig. 1** ein Feuerleitgerät **18** auf. Das Detektieren und Verfolgen des Flugzieles **10** und das Auslösen des Schusses werden nicht visuell bzw. manuell durch die Geschützbedienungsmannschaft am Geschütz **12** vorgenommen sondern das Geschütz **12** wird selbsttätig oder mit Unterstützung durch die Feuerleitgerätmannschaft vom Feuerleitgerät **18** gesteuert.

Die Bilderfassungseinheiten **14.1** bis **14.4** werden mit Hilfe eingegebener Daten zuerst auf die ungefähre

Trefferposition eingewiesen, beispielsweise durch das Feuerleitgerät **18**, und anschliessend mit Daten zur Verfolgung des Flugzieles **10** bzw. **10'** gesteuert, welche zum Beispiel durch die Bilderfassungseinheiten **14.3**, **14.4** geliefert werden. Das Flugziel muss nicht im zentralen Bereich des Bildes sein; es kann den Rand des Bildbereichs sogar verlassen und wird dennoch wieder detektiert.

Die Bilderfassungseinheiten **14.1** bis **14.4** müssen bei jeder Witterung und in einem grossen Temperaturbereich funktionsfähig sein. Es ist darauf zu achten, dass die optische Wahrnehmung nicht durch Regen, Schnee oder Beschlag beeinträchtigt wird. Ausserdem müssen die Bilderfassungseinheiten durch Sonnenblenden vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden. Als günstig hat sich die Kombination einer Sonnenblende mit einer verschiebbaren Schutzeinrichtung erwiesen. Je nach den zu erwartenden Temperaturverhältnissen können die Bilderfassungseinheiten **14.1** bis **14.4** eine Heiz- und/oder Kühlvorrichtung aufweisen, welche so angeordnet werden muss, dass sie die Genauigkeit der Lagerung und des Antriebes nicht beeinträchtigt.

Auf häufig benützten Schiessplätzen sind die Bilderfassungseinheiten **14.1** bis **14.4** fest installiert werden. Es ist aber auch möglich, sie als mobile Einrichtungen auf Fahrzeuge zu montieren, um sie im Gelände zu verwenden. Feste Installationen haben den Vorteil, dass gewisse grundlegende aber recht aufwendige Einrichtungen-, Vermessungs- und Justierarbeiten nur einmal und nicht vor jeder Schiessübung durchgeführt werden müssen; andererseits lässt sich mit mobilen Installationen ein variantenreicherer Schiessunterricht durchführen.

Die Bilderfassungseinheiten **14.1** bis **14.4** sind mit Vorteil mindestens bis zu jenem Zeitpunkt in Betrieb, in welchem das Projektil **16** die momentane Zielebene durchstösst; als Zielebene ist für die Anlage nach der Erfindung diejenige Ebene definiert, die sich senkrecht zur Visierlinie des Geschützes beim Abschuss erstreckt und die das Flugziel enthält.

Zerlegbare Geschosse werden vorzugsweise mindestens bis zum Zeitpunkt ihrer Zerlegung verfolgt.

Die Bilderfassungseinheiten **14.1** bis **14.4** bedürfen während einer Schiessübung keiner Bedienung, nach dem sie von den Hauben befreit wurden, die sie bei Nichtgebrauch schützen.

In der Folge wird mit Bezug auf **Fig. 6** beschrieben, wie aus den durch die Bilderfassungseinheiten **14.1** bis **14.4** festgestellten Daten Schussfehler bestimmt und den Geschützbedienungsmannschaften angezeigt werden. Der Luftraumbereichbereich **P'**, in welchem sich beim Spiegelschiessen das echte Flugzeug **10'** befindet, ist durch einen Rahmen dargestellt; der Luftraumbereichbereich **P**, in welchem sich beim Spiegelschiessen das fiktive bzw. gespiegelte Flugzeug **10** und beim Direktzielschiessen das echte Flugziel **10** befindet, ist ebenfalls durch einen Rahmen dargestellt; in diesem Luftraumbereichbereich **P** befindet sich auch

das Projektil 16 während derjenigen Zeitspanne, die für die Ermittlung der Schussfehler in Frage kommt.

Unabhängig davon, ob zwei Bilderfassungseinheiten 14.1, 14.2 oder vier Bilderfassungseinheiten 14.1 bis 14.4 im Einsatz sind, ist an jede der Bilderfassungseinheiten 14.1, 14.2 bzw. 14.1 bis 14.4 eine Echtzeit-Bildverarbeitungseinheit 20.1, 20.2 bzw. 20.1 bis 20.4 angeschlossen. Da es sich dabei um hochpräzise Einrichtungen handelt, werden sie vorzugsweise nicht am Standort der Bilderfassungseinheiten 14.1 bis 14.4 sondern zentral an einem geschützten Ort installiert. Jede der Bildverarbeitungseinheiten 20.1 bis 20.4 liefert die Positionen des von der zugehörigen Bilderfassungseinheit aufgenommenen Objektes relativ zueinem Referenzpunkt, zum Beispiel der Bildmitte des entsprechenden aufgenommenen Bildes.

Wie schon erwähnt, werden die Flugziele 10 im allgemeinen nicht unter Einzelfeuer sondern unter Seriefeuer genommen. Anstelle der Flugkurve eines Projektils muss dann eine Flugkurvenschar einer Geschossgarbe erfasst und verarbeitet werden. Dadurch entsteht das Problem der richtigen gegenseitigen Zuweisung der Bilder und Projektile. Durch Plausibilitätsberechnung unter Berücksichtigung der minimalen Triangulationsfehlerdistanz und der ballistischen Plausibilität über mehrere aufeinanderfolgende Bilder wird sichergestellt, dass diese Zuweisung richtig durchgeführt wird.

Die Zuweisung lässt sich allerdings nicht für eine beliebig hohe Anzahl von Projektilen einer Serie realisieren, wobei der Grenzwert der Anzahl Geschosse, die noch zuweisbar sind, im wesentlichen vom apparativen Aufwand bestimmt wird. Um sowohl diesen apparativen Aufwand in vertretbaren Grenzen zu halten als auch Serien mit einer hohen Anzahl von Geschossen bewältigen zu können, ist es vorgesehen, Serien, deren Geschosszahl den genannten Grenzwert überschreitet, in einem herkömmlichen off-line-Verfahren zu bearbeiten, wozu übliche halbautomatische oder manuelle Verfahren verwendet werden können. Derart ermittelte Schussfehler können den Geschützmannschaften erst später und nicht während der Schiessübung angezeigt werden.

Werden von einem Geschütz 12 mehrere aufeinanderfolgende, einzeln an sich erfassbare Garben auf ein Flugziel 10 abgegeben, so muss zwischen den Garben ein Intervall von einigen wenigen Sekunden liegen, damit keine Zuweisungsprobleme entstehen.

Ein ähnliches Problem tritt auf, wenn während einer Flugpassage mehrere Flugziele vorhanden und zu beschossen sind. Werden hintereinander zwei verschiedene Flugziele verfolgt und beschossen, so erfolgt dazwischen ein Zielwechsel. Um auswertbare Daten von den Bilderfassungseinheiten 14.1 bis 14.4 und den Bildverarbeitungseinheiten 20.1 bis 20.4 sowie von weiter unten beschriebenen Rechneinheiten 22.1, 22.2 zu erhalten, ist es notwendig, nach einem Zielwechsel eine geringe Zeitspanne vergehen zu lassen, bis das

Verfahren wieder aufgenommen wird.

Mit den Bildverarbeitungseinheiten 20.1 bis 20.4 ist gemäss Fig. 6 ist die erste Rechneinheit 22.1 verbunden. Sie dient dazu, für das Flugziel 10, 10' aus den von den Bildverarbeitungseinheiten 20.1 bis 20.4 gelieferten Punkten eine Folge von triangulatorisch berechneten räumlichen Punkten zu liefern, welche zusammen eine zeitliche räumliche Flugbahn des Flugzieles 10, 10' ergeben. Im weiteren dient die erste Rechneinheit 22.1 dazu, die von den Bildverarbeitungseinheiten 20.1 bis 20.4 gelieferten Daten des Projektils 16 an eine zweite Rechneinheit 22.2 weiterzugeben.

In der zweiten Rechneinheit 22.2 werden aus diesen Daten zwei zeitliche ebene Flugkurven des Projektils 16 und daraus die zeitliche räumliche Flugbahn des Projektils 16 berechnet, und anschliessend werden die zeitlichen räumlichen Flugbahnen des Flugzieles 10 (beim Direktschiessen) bzw. 10' (beim Spiegelschiessen) und des Projektils 16 verglichen, wobei beim Versetztzielschiessen die gespiegelte Anordnung des Flugzieles 10 relativ zu den von den Bilderfassungseinheiten 14.3, 14.4 aufgenommenen Daten des Flugziels 10' zu berücksichtigen ist. Der minimale Abstand zwischen den zeitlichen räumlichen Flugbahnen des Flugziels 10 oder 10' und des Projektils 16 entspricht dem Schussfehler.

Nach der Ermittlung der Schussfehler werden die letzteren den jeweiligen Geschützbedienungsmanschaften angezeigt bzw. rückgemeldet. Zu diesem Zweck ist jedem Geschütz 12 und ggfs. jedem Feuerleitgerät 18 eine Anzeigeeinheit 24 zugeordnet. Fig. 5 zeigt eine Anzeigeeinheit 24 für ein Geschütz 12, welche zusammen mit einem dem Geschütz 12 zugeordneten, an sich von der Anzeigeeinheit 24 unabhängigen optischen Zielzuweisungsgerät 24' einen Arbeitsplatz bildet; die Anordnung der Anzeigeeinheit 24 und des Zielzuweisungsgerätes 24' an einem einzigen Arbeitsplatz hat den Vorteil, dass zur Bedienung bzw. Überwachung beider Geräte 24 und 24' nur eine Person notwendig ist.

Alle Anzeigeeinheiten 24 sind hardwaremässig gleich aufgebaut. Sie sind als intelligente Terminals konzipiert und übernehmen auch die Berechnung der Richtfehler der Geschütze 12. Ferner beinhalten sie die Verbindungsstellen zwischen den Feuerleitgeräten 18, den Geschützen 12 und einem allgemeinen Kommunikationsnetzwerk. An jeder Anzeigeeinheit 24 eines Geschützes 12 oder eines Feuerleitgerätes 18 bleiben die Ergebnisse, die während einer Flugpassage erzielt wurden, abrufbar, bis die nächste Flugpassage stattfindet.

Zur Bedienung der Anlage ist eine Bedienungseinrichtung 26 vorgesehen, welche eine erste Bedienungseinheit 26.1 für die erste Rechneinheit 22.1 und eine zweite Bedienungseinheit 26.2 für die zweite Rechneinheit 22.2 besitzt. Die Bedienungseinheiten 26.1, 26.2 umfassen Bedienpulte mit Eingabegeräten, und jeder Bedienungseinheit 26.1, 26.2 ist im weiteren eine

Anzeigeeinheit 24 zugeordnet. Vorzugsweise können auf diesen Anzeigeeinheiten 24 wahlweise die verschiedene Geschütze oder Feuerleitgeräte einer Batterie betreffenden Daten abgerufen werden.

Zur zentralen Leitung und Überwachung der Schiessübungen ist schliesslich eine übergeordnete Kontrollstelle 28 vorgesehen. Dabei handelt es sich ausdrücklich um eine für den Lehrbetrieb im Zusammenhang mit der erfindungsgemässen Anlage einsetzbare Kontrollstelle und nicht um eine militärische Befehlsstelle, wie sie im Ernstfall für das Schiessen mit den Geschützen zuständig wäre. Aus praktischen Gründen empfiehlt es sich, bei stationären Anlagen die Kontrollstelle 28 an einem Ort mit guter Übersicht, beispielsweise auf einem Turm, anzuordnen. Besonders vorteilhaft ist es, die Bedienungseinrichtung 26 in die Kontrollstelle 28 zu integrieren. In jedem Fall ist die Kontrollstelle 28 mit einem Terminal zur Eingabe der für die Durchführung der Schiessübung notwendigen Daten und mit einer Anzeigeeinheit 24 ausgerüstet. Zu den Aufgaben der Kontrollstelle 28 gehört die Eingabe der Daten, welche die Flugpassagen und die feuernden Geschütze 12 bezeichnen. Ausserdem ist die Kontrollstelle 28 zuständig für die Einhaltung aller Sicherheitsmassnahmen, also beispielsweise für die Feuerfreigabe oder für Feuersperren, wenn sich beispielsweise wider Erwarten Flugkörper wie andere militärische oder zivile Flugzeuge als die geplanten Flugziele 10 in Luftraumbereich P befinden. Schliesslich obliegt der Kontrollstelle 28 auch die Steuerung des Flugzieles 10 oder 10' bzw. ggfs. mehrerer Flugziele, entweder - bei Flugzeugen - in Form von Anweisungen an den Piloten oder - bei Drohnen - in Form der Steuerung derselben.

Insbesondere können durch die Kontrollstelle 28 einzelne der Geschütze 12 zeitweilig inaktiviert werden, wie dies in der weiter oben erwähnten CH-Patentanmeldung Nr. beschrieben ist, mit dem Zweck, realitätsgetreue Richtübungen zu veranstalten ohne jeweils zu feuern, womit eine Reduktion des Munitionsverbrauches und des Schiesslärms beabsichtigt ist.

Wie schon erwähnt und in Fig. 6 dargestellt, sind die verschiedenen Komponenten der Anlage durch ein Kommunikationsnetzwerk verbunden, welches auch einen Kommunikationsrechner 22.3 der Rechneinrichtung enthält. Ein erster Kommunikationsteil ist durch strichpunktierte Linien dargestellt und verbindet die drei Rechneinheiten 22.1, 22.2, 22.3. Ein zweiter Kommunikationsteil ist durch Doppellinien dargestellt und stellt die Verbindungen zwischen dem Kommunikationsrechner 22.3, den Anzeigeeinheiten 24, den Geschützen 12 und den Feuerleitgeräten 18 her. Ein dritter Kommunikationsteil ist durch ausgezogene Linien dargestellt und umfasst alle übrigen Verbindungen. Als Leiter werden geeignete herkömmliche wie auch Lichtleiter verwendet. Gesichelte Linien zwischen einzelnen Blöcken des Schemas stellen leiterlose Datenübermittlungswege dar.

Durch einen gestrichelten Rahmen sind in Fig. 6

diejenigen Komponenten der Anlage zusammengefasst, die als Auswerteinrichtung A bezeichnet werden. Die Auswerteinrichtung A kann dezentral ausgebildet sein. Neben den bereits beschriebenen Komponenten umfasst die Auswerteinrichtung A auch eine Ausgabereinrichtung 30 zur Erstellung und Ausgabe von Papierkopien der anzeigbaren und ggfs weiterer Daten.

Ebenfalls aus Fig. 6 ist ersichtlich, welche Komponenten der Anlage echte, auch im Ernstfall benötigte Komponenten sind; diese, nämlich Geschütz und Feuerleitgerät, sind durch Doppellinien begrenzt. Die anderen, durch einfache Linien begrenzten Komponenten der Anlage dienen ausschliesslich dem Durchführen der Schiessübungen.

Damit die erfindungsgemässe Anlage zur Erfüllung der beabsichtigten Aufgaben tauglich ist, müssen hard- und softwaremässig zahlreiche Bedingungen erfüllt sein. Von grundlegender Wichtigkeit ist es, dass die Anlage mit einer Genauigkeit funktioniert, die üblicherweise vorkommende Schussfehler weit übertrifft. Das rasche und genaue Funktionieren der Anlage beruht ferner zu einem wesentlichen Teil auf dem Konzept der verwendeten Software.

Patentsprüche

1. Verfahren zum Bestimmen und Anzeigen eines Schussfehlers beim Beschuss eines Flugzieles (10) mit einem Projektil (16), wobei man
 - vom das Flugziel (10, 10') und das Projektil (16) enthaltenden Luftraumbereich (P, P') von zwei Orten je eine Folge von Bildern mit dem Flugziel (10, 10') und dem Projektil (16) und synchron dazu zwei Folgen von Winkelpaaren aufnimmt, welche jeweils die Lage des Luftraumbereichs (P, P') während der Aufnahme der Bilder definieren, dann
 - die Bilder des Flugziels (10, 10') mit den zeitlich zugehörigen Winkelpaaren zu einer zeitlichen räumlichen Flugbahn des Flugziels (10, 10') verarbeitet sowie die Bilder des Projektils (16) mit den zeitlich zugehörigen Winkelpaaren zu zwei zeitlichen ebenen Flugkurven des Projektils (16) verarbeitet und aus den beiden zeitlichen ebenen Flugkurven des Projektils (16) eine zeitliche räumliche Flugbahn des Projektils (16) berechnet;
 - die beiden zeitlichen räumlichen Flugbahnen des Flugziels (10, 10') und des Projektils (16) vergleicht um daraus den als Minimalabstand zwischen dem Flugziel (10, 10') und dem Projektil (16) definierten Schussfehler ermittelt, und
 - den Schussfehler anzeigt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bestimmung der zeitlichen räumlichen Flugbahn des Flugziels (10, 10') in Echtzeit und

die Bestimmung der zeitlichen räumlichen Flugbahn des Projektils (16), die Bestimmung des Schussfehlers sowie die Anzeige des Schussfehlers in Quasi-Echtzeit durchgeführt wird.

2. Anlage zum Bestimmen und Anzeigen eines Schussfehlers eines Geschützes (12) beim Beschuss eines Flugzieles (10, 10') mit einem Projektil (16), umfassend

- eine Bilderfassungseinrichtung mit mindestens zwei Bilderfassungseinheiten (14.1 bis 14.4), welche je einen Sensor zur Aufnahme von Folgen von Bildern des das Flugziel (10, 10') und das Projektil (16) enthaltenden Luftraumbereichs (P, P'), ein Positionsmessgerät zur Aufnahme von Folgen von Winkelpaaren, welche die räumliche Lage des Luftraumbereichs (P, P') bei der Aufnahme der Bilder bestimmen, und eine Synchronisiereinrichtung besitzen, um die Aufnahmen der Bilder und der Winkelpaare zu synchronisieren,
- eine Einrichtung (20.1 bis 20.4, 22.1, 22.2), um aus den ermittelten Bildern und Winkelpaaren eine räumliche zeitliche Flugbahn des Flugziels (10, 10') und zwei zeitliche ebene Flugkurven des Projektils (16) und daraus eine zeitliche räumliche Flugbahn des Projektils (16) zu berechnen sowie als Schussfehler den Minimalabstand zwischen dem Flugziel (10, 10') und dem Projektil (16) zu bestimmen, und
- eine Anzeigeeinrichtung (24), um den Schussfehler anzuzeigen, **dadurch gekennzeichnet,**
- dass die Einrichtung (20.1 bis 20.4, 22.1, 22.2) eine Bildverarbeitungseinrichtung (20.1 bis 20.4) zur Ermittlung der Lage und eine erste Rechneinheit (22.1), welche die zeitliche räumliche Flugbahn des Flugziels (10) bestimmt, aufweist, welche Echtzeit-Einrichtungen sind,
- dass die Einrichtung (20.1 bis 20.4, 22.1, 22.2) eine zweite Rechneinheit (22.2), welche die zeitlichen ebenen Flugkurven des Projektils (16) und die zeitliche räumliche Flugbahn des Projektils (16) sowie den Schussfehler bestimmt, aufweist, welche Quasi-Echtzeit-Einrichtungen sind, und
- dass die Anzeigeeinrichtung (24) eine Echtzeit-Einrichtung ist.

3. Anlage nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Bilderfassungseinrichtung zwei Bilderfassungseinheiten (14.1, 14.2) besitzt, welche auf den Luftraumbereichbereich (P) gerichtet ist, in welchem sich das Flugziel (10) und das Projektil (16)

befinden.

4. Anlage nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Bilderfassungseinrichtung zwei Bilderfassungseinheiten (14.1, 14.2) aufweist, welche auf den Luftraumbereichbereich (P) gerichtet sind, in dem sich das Projektil (16) befindet, und dass sie zwei weitere Bilderfassungseinheiten (14.3, 14.4) aufweist, welche auf den Luftraumbereichbereich (P') gerichtet sind, in dem sich das Flugziel (10') befindet, wobei sich die Luftraumbereichbereiche (P) und (P') spiegelbildlich gegenüberliegen und das fiktive, zu beschliessende Flugziel (10) durch ein mittels einer Spiegeleinrichtung erzeugtes Spiegelbild des echten, nicht zu beschliessenden Flugziels (10') gebildet ist.
5. Anlage nach mindestens einem der Patentansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass jede Bilderfassungseinheit (14.1 bis 14.4) als Sensor eine vorzugsweise austauschbare Kamera, beispielsweise eine Video- oder FLIR-Kamera aufweist.
6. Anlage nach mindestens einem der Patentansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Bilderfassungseinheiten (14.1 bis 14.4) ortsfest oder mobil sind.
7. Anlage nach mindestens einem der Patentansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** sie eine Bedienungseinrichtung (26.1, 26.2) mit Eingabegeräten zum Steuern der Rechneinrichtung (22.1, 22.2) aufweist.
8. Anlage nach mindestens einem der Patentansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,** dass sie eine Kontrollstelle (28) mit Eingabegeräten zur Feuerfreigabe bzw. Feuersperre aller oder eines Teils der Geschütze (12) und/oder zum Steuern des Flugziels (10, 10') aufweist.
9. Anlage nach mindestens einem der Patentansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass sie eine Ausgabeeinrichtung (30) zur Ausgabe von Papierkopien mindestens eines Teils der darstellbaren Schussfehler und vorzugsweise weiterer Daten aufweist.
10. Anlage nach mindestens einem der Patentansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet,**

dass sie ein Kommunikationsnetzwerk mit konventionellen und/oder Lichtleitern aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

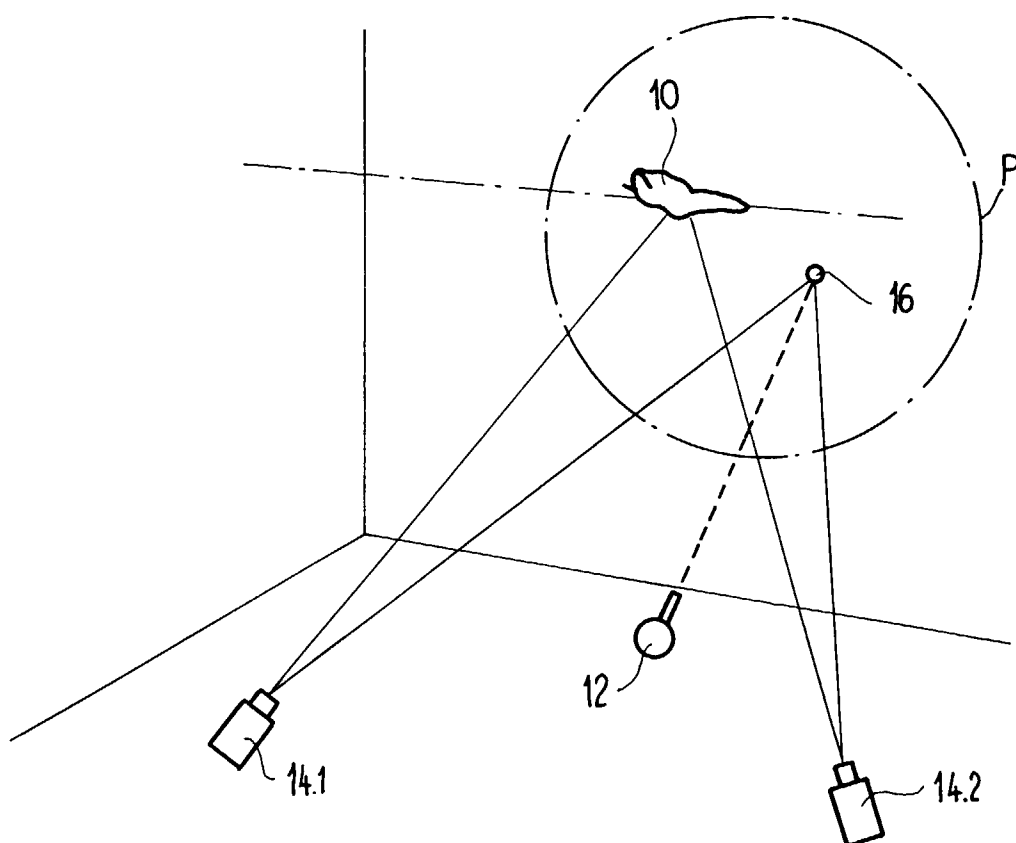
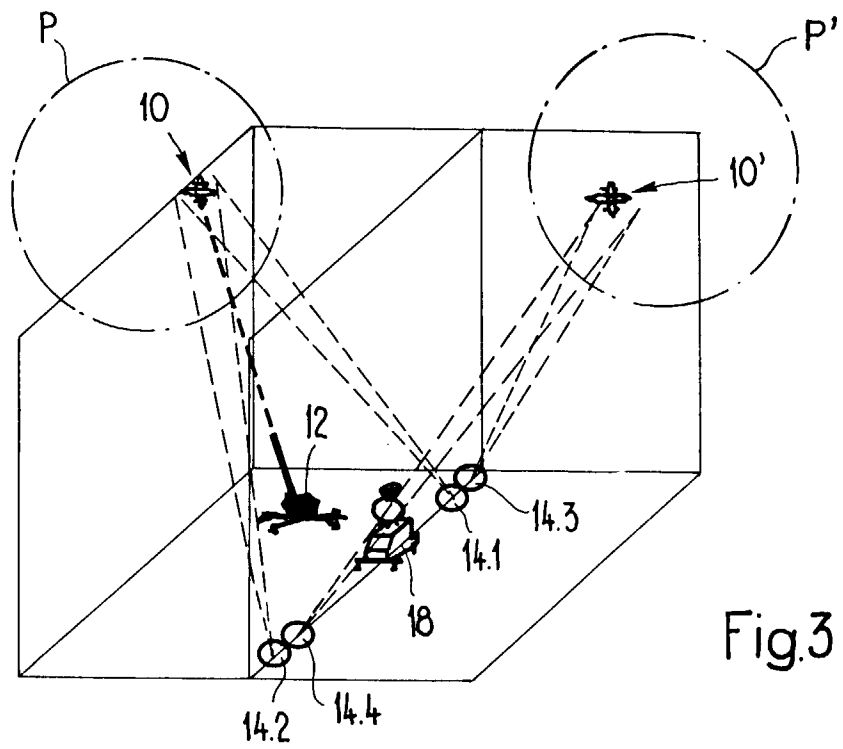
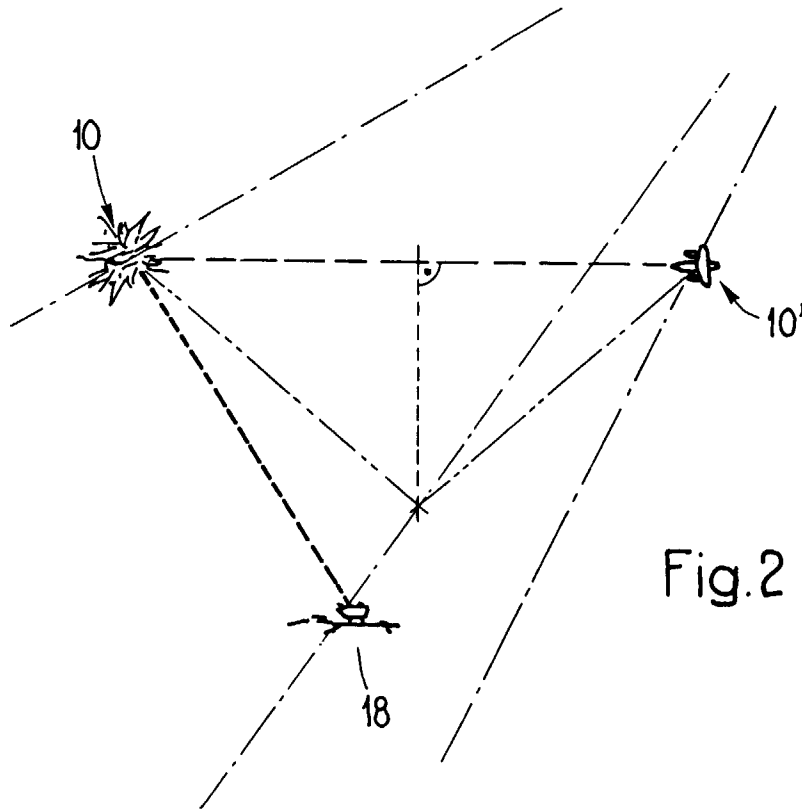


Fig.1



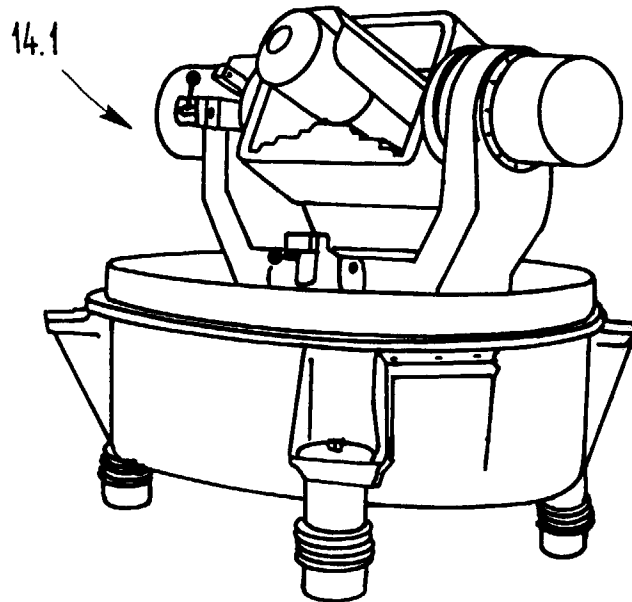


Fig. 4

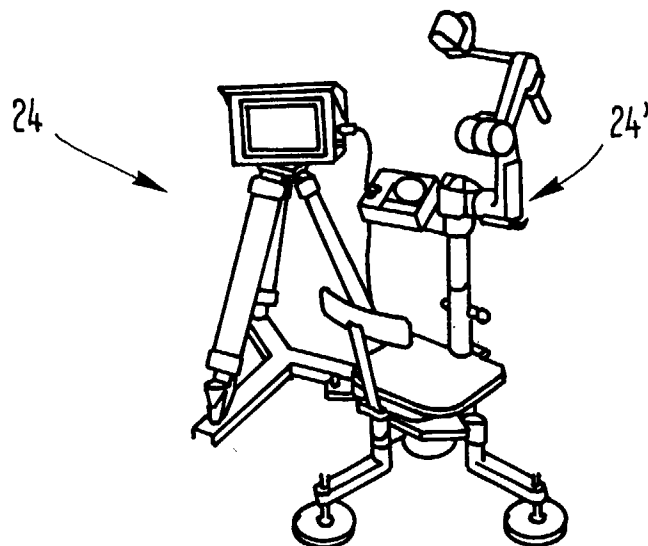


Fig. 5

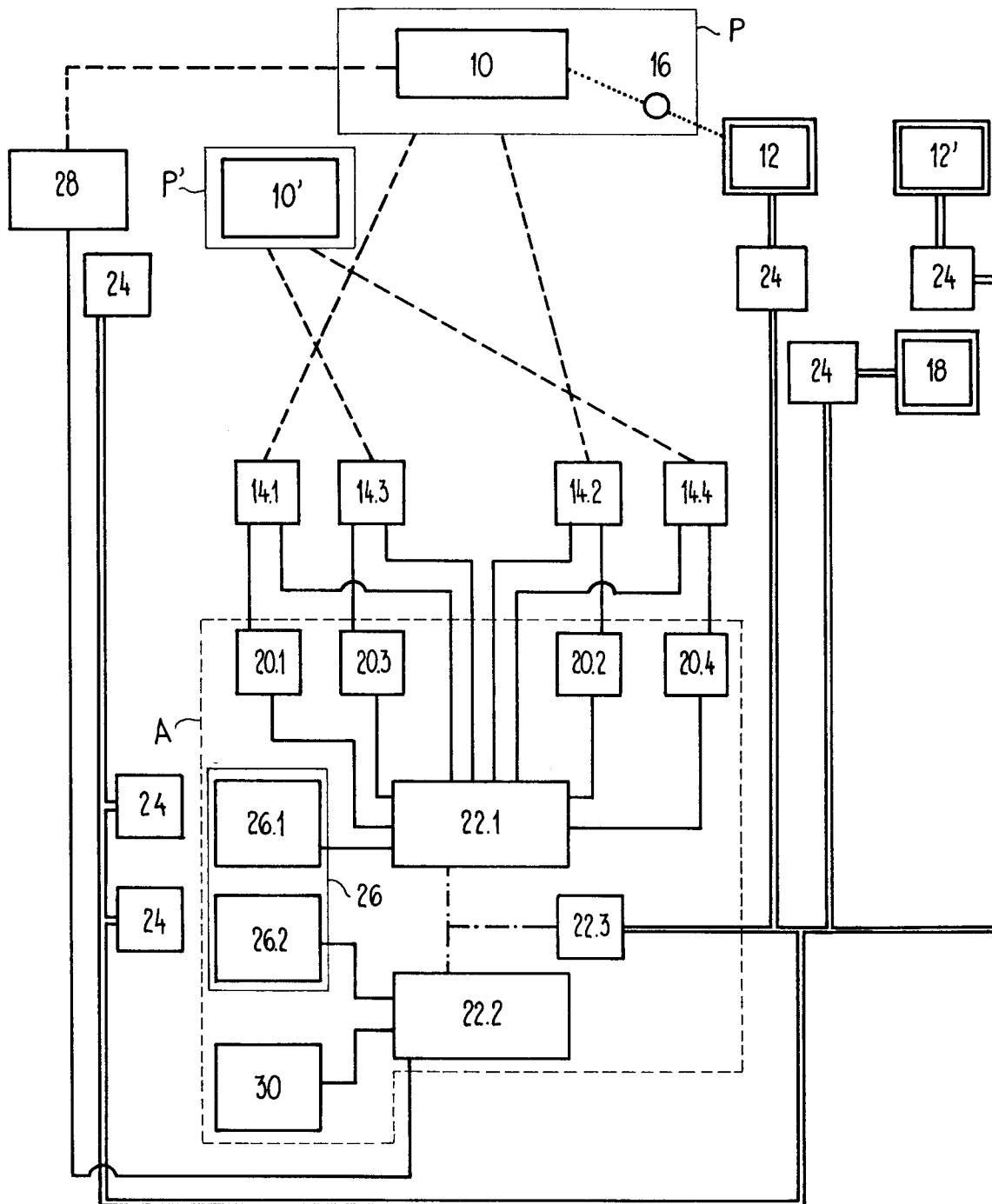


Fig.6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 12 2620

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 529 489 A (GÜNTER LÖWE) 3.März 1993 * Zusammenfassung * * Seite 4, Spalte 5, Zeile 8 - Seite 6, Spalte 9, Zeile 14; Abbildungen 1-5 * ---	1,2	F41G3/26
D,A	EP 0 018 673 A (WERKZEUGMASCHINENFABRIK OERLIKON-BÜHRLE AG) 12.November 1980 * Zusammenfassung * * Seite 4, Zeile 19 - Seite 9, Zeile 24; Abbildungen 1-6 * ---	1,2	
A	FR 2 078 693 A (CONTRAVERES AG) 5.November 1971 * Seite 3, Zeile 9 - Seite 4, Zeile 36; Abbildung * -----	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F41G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 4.Juni 1998	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 03.82 (P04C03)