



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.08.2004 Patentblatt 2004/35**

(51) Int Cl.7: **F41G 3/04**, F41G 3/06,  
F41G 3/02, F41G 5/08

(21) Anmeldenummer: **03029571.1**

(22) Anmeldetag: **22.12.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK**

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

(72) Erfinder: **Fischer, Pierre**  
**CH-1201 Genève (CH)**

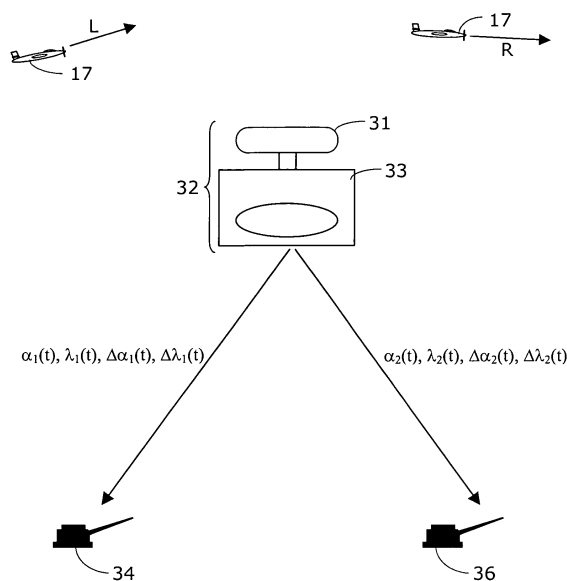
(30) Priorität: **12.02.2003 CH 2122003**

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

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bekämpfung eines Zieles**

(57) Verfahren und Vorrichtung zur Bekämpfung mindestens eines sich mit einer Zielgeschwindigkeit bewegenden Ziels durch Projektile, die aus mindestens einer richtbaren Waffe (34, 36) abschiessbar sind. Mit einer 3D-Sensoreinrichtung (32) werden Daten erfasst, die Information über einen überwachten Raum umfassen. Diese Daten werden durch die Sensoreinrichtung (32), ausgewertet, um Angaben zu ermitteln, welche die Richtung ( $\alpha_1(t)$ ,  $\lambda_1(t)$ ,  $\alpha_2(t)$ ,  $\lambda_2(t)$ ) auf mindestens ein Ziel (17) bzw. und einen von jeder Waffe (34, 36) einzuhaltenden Vorhalt ( $\Delta\alpha_1(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$ ,  $\Delta\alpha_2(t)$ ,  $\Delta\lambda_2(t)$ ) beschreiben, wobei beim Ermitteln des Vorhalts ( $\Delta\alpha_1(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$ ,

$\Delta\alpha_2(t)$ ,  $\Delta\lambda_2(t)$ ) eine approximative Zielgeschwindigkeit Berücksichtigung findet. Diese Angaben werden an die Waffen (34, 36) übermittelt zum Grobrichten jeder Waffe (34, 36) in Richtung des Ziels (17) auf Grund der übermittelten Angaben. Anschliessend erfolgt das Feinrichten der Waffe (34, 36) auf das Ziel (17) unter Berücksichtigung des Vorhalts ( $\Delta\alpha_1(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$ ,  $\Delta\alpha_2(t)$ ,  $\Delta\lambda_2(t)$ ). Das Erfassen, Auswerten und Übermitteln werden wiederholt, um mit der Waffe (34, 36) unter Berücksichtigung des momentanen Vorhalts ( $\Delta\alpha_1(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$ ,  $\Delta\alpha_2(t)$ ,  $\Delta\lambda_2(t)$ ) dem sich bewegenden Ziel (17) folgen zu können.



**Fig. 4**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 10. Es wird die Priorität des CH-Patentgesuches 2003 0212/03 vom 12. Februar 2003 beansprucht.

**[0002]** Verfahren und Vorrichtungen dieser Art können insbesondere - aber nicht ausschliesslich - zur Boden/Luft-Bekämpfung von Flugzielen eingesetzt werden.

**[0003]** Die ursprünglich zur Bekämpfung von Flugzielen eingesetzten Flakwaffen, insbesondere Flakgeschütze, wurden durch die Geschützmannschaften bedient mit visuellem bzw. manuellem Zielerfassen, Zielverfolgen und Richten der Waffenrohre. Es liegt auf der Hand, dass mit solchen einfachen Flakgeschützen bei schlechten Sichtverhältnissen und bei der Bekämpfung von rasch fliegenden Flugzielen nur unbefriedigende Ergebnisse erzielt werden konnten.

**[0004]** Die Flakgeschütze wurden daher durch Sensoren und Rechner bzw. Feuerleitgeräte zu Waffensystemen ergänzt, mit welchen die Trefferwahrscheinlichkeit auch bei schlechten Sichtverhältnissen und sich rasch bewegendem Flugzielen wesentlich gesteigert werden konnte. Moderne Waffensysteme dieser Art besitzen im Allgemeinen mindestens eine Sensoranlage und eine Rechneranlage, wobei die Sensoranlage aus einer eigentlichen Sensoreinheit und aus einer Verfolgungseinheit, die auch als Tracker bezeichnet wird, besteht.

**[0005]** Die Sensoreinheit arbeitet meist in einem grossen Raumbereich, mit einer verhältnismässig niedrigen Rate und mit einer hohen Detektionsfähigkeit. Sie wird in einer ersten Bekämpfungs-Phase eingesetzt und dient dazu, ein Flugziel zu suchen und zu identifizieren.

**[0006]** Die Verfolgungseinheit arbeitet üblicherweise in einem eingeschränkteren Raumbereich als die Sensoreinheit, mit einer höheren Rate als die Sensoreinheit, aber mit einer geringeren Detektionsfähigkeit infolge eines kleineren Suchwinkels als die Sensoreinheit. Die Verfolgungseinheit wird in einer zweiten Bekämpfungs-Phase, nach der Sensoreinheit, eingesetzt. Hierbei wird die Verfolgungseinheit durch die Sensoreinheit auf das Flugziel eingewiesen, und sie dient zur Verfolgung des bereits erkannten Flugzieles.

**[0007]** In der zweiten Bekämpfungs-Phase wird das Waffenrohr laufend in Richtung des Treffpunkts gerichtet, und zwar unter Einhaltung eines Vorhaltes. Für die Bestimmung des Vorhaltes werden die Bewegungsgrössen des Flugzieles, das heisst seine Geschwindigkeit und seine Beschleunigung, berücksichtigt, ebenso wie die Ballistik der abzuschliessenden Projektile. Derartige Waffensysteme sind zwar sehr effizient, sie weisen aber auch Nachteile auf, die insbesondere durch die hohen Gestehungs- und Wartungskosten begründet sind.

**[0008]** Um verhältnismässig preisgünstige Waffensysteme zu erhalten, die dennoch eine hohe Treffsicherheit aufweisen, wurde versucht, herkömmlichen einfachen Flakgeschützen durch Nachrüstung mit geeigneten Zusatzgeräten eine Kampfwertsteigerung zu verleihen. Mit solchen Lösungen kann für einzelne Flakgeschütze eine befriedigende Kampfwertsteigerung erreicht werden. Allerdings fallen hierbei verhältnismässig hohe Kosten an, die vor Allem durch die mit hoher Rate arbeitenden und relativ teuren Verfolgungseinheiten und durch die zur Verarbeitung der grossen Datenmenge, die durch die Sensoreinheiten geliefert werden, bedingt sind. Insbesondere bei klein- und mittelkalibrigen Geschützen ist dabei der Nutzen/Kosten-Effekt unbefriedigend und eine solche Nachrüstung nicht gerechtfertigt.

**[0009]** Die Aufgabe der Erfindung wird darin gesehen,

- ein Verfahren vorzuschlagen, welches mit verhältnismässig geringen zusätzlichen Mitteln zu einer hohen Kampfwertsteigerung einer richtbaren Waffe führt, und
- eine Vorrichtung zu schaffen, mit welchem dieses Verfahren durchgeführt werden kann.

**[0010]** Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt

- für das Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1, und
- für die Vorrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 10.

**[0011]** Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemässen Verfahrens und der erfindungsgemässen Vorrichtung sind durch die jeweiligen abhängigen Ansprüche 2 bis 9 bzw. 11 bis 19 definiert.

**[0012]** Die Erfindung geht vom Prinzip aus, 3D-Daten, die ein Ziel oder mehrere Ziele betreffen, direkt einer oder mehreren richtbaren Waffen zur Verfügung zu stellen, und zwar ohne Zwischenschaltung von Trackern. Unter richtbaren Waffen sind hierbei einzelne Waffen sowie Batterien oder Gruppen von Waffen zu verstehen, welche zu den Zielen gelangende Elemente abgeben können, beispielsweise Projektile oder Raketen, die aus richtbaren Waffenrohren abgegeben werden. 3D-Daten umfassen im Zusammenhang der Erfindung zum Beispiel Seitenwinkel, Höhenwinkel und Distanz eines Objektes in Bezug auf den Sensor bzw. die Waffe.

**[0013]** Zusätzlich kann der Sensor so ausgestaltet sein, dass er die Radialgeschwindigkeit des Ziels ermitteln kann. Unter dem Begriff des Richtens der Waffe soll im Weiteren das Richten eines Waffenrohres oder einer anderen geeigneten Vorrichtung zur Abgabe der zu den Zielen gelangenden Elemente verstanden werden.

**[0014]** Ein Vorteil dieser Erfindung ist, dass der vom Sensor und der Recheneinheit ermittelte Zielzustand für verschiedene, völlig unterschiedliche Waffensysteme bereitgestellt werden kann.

- Für ein einfaches Waffensystem, wie es im folgenden detailliert beschrieben wird, werden für die Grobeinrichtung die berechnete Zielposition und für das Feinrichten nur ein Vorhalt und - falls ein Ziel nicht optisch erfassbar ist - zusätzlich noch die berechnete Zielposition übermittelt.
- Für den Einsatz von Missiles werden die Zielposition und ein Vorhalt, der an das Navigationssystem des jeweiligen Missiles angepasst ist, übermittelt.
- Für automatische Waffensysteme wird ausschließlich der Vorhalt mit dem jeweiligen Gültigkeitszeitpunkt übermittelt.

**[0015]** Mit dem neuen Verfahren ist es möglich, ein Ziel oder mehrere Ziele zu bekämpfen, insbesondere mit ballistischen Projektilen oder mit Raketen. Hierbei werden als Erstes mit Hilfe einer 3D-Sensoreinheit einer Sensoreinrichtung Daten erfasst, die Information über einen überwachten Raum und insbesondere über die darin befindlichen Ziele enthalten. Als Zweites werden die erfassten Daten durch eine Rechneinheit der Sensoreinrichtung ausgewertet, wobei man Angaben ermittelt, welche für die Bekämpfung jedes Zieles die Lage des Ziels und einen vom Waffenrohr einzuhaltenen Vorhalt beschreiben. Beim Ermitteln des Vorhalts können eine approximative Zielgeschwindigkeit und der jeweilige Gültigkeitszeitpunkt der Sensordaten berücksichtigt werden, die vorgängig aus den erfassten Daten ermittelt wurden. Die Rechneinheit ist in der Lage, die erfassten Daten so zu analysieren und auszuwerten, dass bei Vorhandensein mehrerer Ziele im überwachten Raum jedem Ziel seine spezifischen Daten zugeordnet werden und die Daten entsprechend zielspezifisch ausgewertet werden. Die derart ermittelten Angaben werden der Waffe oder ggfs. mehreren Waffen zur Verfügung gestellt. Es findet ein Grobrichten jedes Waffenrohres, dessen Waffe ein Ziel zugewiesen wurde, auf einen Zielraum statt, in dem sich das zugewiesene Ziel befindet; hierbei wird der Vorhalt nicht berücksichtigt. Anschliessend findet ein Feinrichten des Waffenrohres statt, wobei der Vorhalt berücksichtigt wird. Die Schritte des Verfahrens wiederholen sich so, dass mit jedem Waffenrohr, jeweils unter Berücksichtigung des momentanen Vorhalts, dem ihm zugewiesenen Ziel gefolgt wird.

**[0016]** Mit der Erfindung erhält man eine Vorrichtung, die in Kombination mit einer oder mehreren einfachen Rohrwaffen ein Waffensystem ergibt, bei welchem eine Kampfwertsteigerung einer einfachen Waffe, zum Beispiel eines herkömmlichen Geschützes, das visuell und manuell richtbar ist, erfolgt, indem das Geschütz mit der neuen Vorrichtung, im Wesentlichen also mit einer 3D-Sensoreinrichtung, gekoppelt wird, die eine Sensoreinheit und eine Rechneinheit umfasst. Im Gegensatz zu hochgezüchteten Waffensystemen werden weder eine Verfolgungseinheit bzw. ein Tracker noch ein zusätzliches Feuerleitgerät benötigt, so dass die Kosten für die Kampfwertsteigerung gering sind und sich bei-

spielsweise auch für klein- und mittelkalibrige Geschütze, insbesondere Flakgeschütze, und für portable Flakwaffen, lohnen; nicht nur die Beschaffungs- und Unterhaltskosten sind dadurch geringer, sondern auch der Betrieb, insbesondere das Einrichten bzw. Lokalisieren der verschiedenen Bestandteile der Waffensysteme vor jedem Einsatz werden dadurch verringert. Ein bedeutender Vorteil der Erfindung ist ferner darin zu sehen, dass man mit nur einer Sensoreinrichtung auskommt; bei herkömmlichen Systemen mit Sensoreinrichtungen und Verfolgungseinrichtungen bzw. Trackern wird, wie weiter oben erwähnt, häufig ein erster Sensortyp zum Suchen von Zielen und ein zweiter Sensortyp zum Verfolgen bzw. Tracken der Ziele eingesetzt; abgesehen vom Mehraufwand beim Einrichten von mehr Gerätschaft kann die Übergabe eines Zieles vom ersten zum zweiten Sensortyp zu Schwierigkeiten führen, die mit der Erfindung vermieden werden, da für die Zielbearbeitung ausschliesslich eine einzige Sensoreinheit eingesetzt wird. Ein noch weiterer Vorteil der Erfindung liegt darin, dass bei einem Ausfall der 3D-Sensoreinheit und/oder der Rechneinheit die Waffe nicht ebenfalls ausfällt, sondern, wenn auch weniger effizient, in herkömmlicher Weise weiter verwendungsfähig bleibt.

**[0017]** Die der Waffe zur Verfügung gestellten bzw. an sie übermittelten Angaben umfassen zum Beispiel den Seitenwinkel, den Elevationswinkel und den einzuhaltenen Vorhalt, der vorzugsweise als Winkelpaar oder Vektor angegeben wird. Ein Datensatz aus Seitenwinkel, Elevationswinkel und Vorhalt ist jeweils in einem bestimmten Zeitpunkt für ein Ziel und eine Waffe gültig.

**[0018]** Das Feinrichten des Waffenrohres kann bei nicht-vollautomatischen Waffensystemen mit Hilfe einer optischen, analogen Anzeige erfolgen, wie weiter unten mit Bezug auf ein Waffensystem mit einer Vorrichtung nach der Erfindung beschrieben wird; es können aber auch akustische Anzeigen oder optische nichtanaloge Anzeigen verwendet werden. Bei vollautomatischen Waffensystemen sind Anzeigen für die Funktion nicht erforderlich, können aber zu Kontrollzwecken vorgesehen sein.

**[0019]** Diese neue Vorrichtung ist so ausgebildet, dass sie laufend, synchron oder asynchron, zum Beispiel versehen mit der jeweiligen Gültigkeitszeit, die dreidimensionale Zielposition des Zieles erfasst. Als Sensoreinrichtung wird beispielsweise eine 3D-Radareinheit mit einer geeigneten Rechneinheit eingesetzt. Für jede Zielposition werden entsprechende Daten ermittelt, zum Beispiel bei Einsatz einer 3D-Radareinheit als Sensoreinheit zwei Koordinatenangaben in Form von Winkelwerten sowie, beispielsweise unter Ausnutzung des Doppler-Effektes, der Abstand des Zieles von der Sensoreinheit. Hierdurch ist ein dreidimensionaler Zielraum bestimmt, in welchem sich das Ziel mit befindet. Der Waffe bzw. dem Waffenrohr werden der approximative Seitenwinkel und der approximative Elevationswinkel zur Verfügung gestellt, und das Waffenrohr wird durch Grobrichtung auf den Zielraum bzw. appro-

ximativ auf das Ziel gerichtet. Sobald die Sensoreinheit zwei sequentielle Positionen deselben Ziels erfasst hat, ermittelt ihre Rechneinheit daraus die Zielgeschwindigkeit. Mit den soweit ermittelten Werten sind sowohl die Spur, das heisst die bisher tatsächlich durchmessene Bahn des Zieles, wie auch, durch Extrapolation und daher approximativ, die erwartete Bewegungsbahn, das heisst die noch zu durchmessende Bahn des Zieles, bekannt. In Wirklichkeit wird sich das Ziel allerdings im Allgemeinen nicht genau auf dieser erwarteten Bewegungsbahn fortbewegen. Unter Berücksichtigung einer approximativen Zielgeschwindigkeit, die vorgängig aus den Daten von mindestens zwei Zielpositionen zu bestimmen ist, wird auch der dreidimensionale Vorhalt bestimmt, der vom Waffenrohr bzw. den Waffenrohren der Waffe einzuhalten ist. Aus der zuvor ermittelten Zielposition, das heisst aus den zuvor ermittelten Koordinatenangaben bzw. Distanzen, und unter Berücksichtigung des Vorhaltes wird eine Feinrichtung durchgeführt, derart, dass das Waffenrohr dem berechneten Treffpunkt folgt, an dem es mit dem Ziel zusammenzutreffen soll bzw. vermutlich mit dem Ziel zusammenzutreffen wird. Es ist offensichtlich, dass sich mit einer grösseren Anzahl von erfassten Zielpositionen die erwartete Bewegungsbahn und der Vorhalt mit höherer Genauigkeit bestimmen lassen.

**[0020]** Die ermittelte Distanz von der Sensoreinheit zum Ziel muss der Waffe für das Grob- und Feinrichten nicht zur Verfügung gestellt werden. Diese Distanz muss nur berücksichtigt werden, um zu entscheiden, ob sich das Ziel dann, wenn das Waffenrohr gerichtet ist, auch innerhalb der maximalen Distanz befindet, in welcher mit den einsetzbaren Waffen und Projektilen und ggfs. unter Berücksichtigung der ballistischen Daten eine Bekämpfung des Zieles möglich ist.

**[0021]** Zum Feinrichten umfasst die Waffe vorzugsweise eine optische, analoge Anzeige wie zum Beispiel ein Visier. Die Lage einer Zielmarke, welche dem berechneten berechneten Treffpunkt entspricht, wird rechnerisch ermittelt und mittels der Anzeige sichtbar gemacht. Gleichzeitig wird mit Hilfe der Anzeige ein Zielort visualisiert, entweder indem das Ziel direkt sichtbar ist, oder indem das sichtbare Ziel reell abgebildet wird, oder indem eine virtuelle Darstellung des Zieles eingeblendet wird. Die Feinrichtung des Waffenrohres erfolgt, indem das Waffenrohr solange in geeigneter Weise bewegt wird, bis die Zielmarke und der Zielort koinzidieren. Hiernach sind ein endgültiger Seitenwinkel und ein endgültiger Elevationswinkel des Waffenrohres eingestellt. Der Abschuss der Projektile wird initiiert, sobald eine möglichst vollständige Deckung von Zielmarke und Zielort erreicht ist. Die Projektile werden immer auf einen Treffpunkt abgeschossen, der den berechneten Vorhalt berücksichtigt.

**[0022]** Ist das Ziel sichtbar, so ist das Waffenrohr im Moment des Abschusses der Projektile auf einen Treffpunkt gerichtet, der auf der erwarteten tatsächlichen Bewegungsbahn des Zieles liegt. Koinzidieren der Zielort

und die Zielmarke beim Abschuss der Projektile genau, so wird auf einen Treffpunkt geschossen, welcher durch die tatsächliche Lage des Zieles im Moment des Abschusses und durch den auf Grund der erfassten Zielpositionen berechneten Vorhalt bestimmt ist. Bei Verwendung eines geeigneten Visiers, beispielsweise eines Reflexvisiers, durch welches hindurchgesehen werden kann, wird vorzugsweise als Zielort bei Tageslicht und guten Sichtverhältnissen das tatsächliche, im Visier sichtbare Ziel benutzt. Für diesen Fall reicht es aus als Zielzustand den Vorhalt  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$  an die Waffe zu liefern.

**[0023]** Nachts oder bei schlechten Sichtverhältnis, zum Beispiel bei Wolken oder Nebel, ist das Flugziel für das Auge nicht erkennbar und somit nicht unmittelbar visualisierbar. Die Lage des Zielortes im Visier wird dann auf Grund einer Berechnung aus den von der Sensoreinheit zur Verfügung gestellten Daten ermittelt und visualisiert, wodurch die Lage des Zieles mittelbar repräsentiert wird, so dass nur ein virtuelles Abbild des Zieles sichtbar ist. Allerdings muss bei einer mittelbaren Repräsentation der Lage des Zieles eine gewisse Ungenauigkeit in Kauf genommen werden, die bei der unmittelbaren Repräsentation des Zieles nahezu vollständig vermieden wird, denn der Bestimmung des Treffpunkts wird hierbei, zusätzlich zum berechneten Vorhalt, nicht der tatsächliche visuell feststellbare Zielort, sondern der rechnerisch bestimmte Zielort zu Grunde gelegt. Es ist dennoch ein wesentlicher Vorteil der Erfindung, dass mit der neuen Vorrichtung Waffensysteme auch zur Bekämpfung von Zielen verwendet werden können, die für das menschliche Auge nicht unmittelbar erkennbar sind. Für diesen Fall werden somit als Zielzustand die Zielposition  $\alpha(t)$ ,  $\lambda(t)$  und der Vorhalt  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$  an die Waffe geliefert.

**[0024]** Sowohl das Grobrichten wie auch das Feinrichten können manuell oder ggfs. durch manuell aktivierbare Geschützservos erfolgen. Durch den Einsatz geeigneter Mittel kann auch ein völlig automatisches Richten des Waffenrohres erfolgen, wobei auf die Anzeige bzw. das Visier verzichtet werden kann.

**[0025]** Bei den Berechnungen des Treffpunktes muss die Relativlage der Waffe bzw. der Waffen zur Sensoreinheit, das heisst die Geschützparallaxe, berücksichtigt werden. Sind jeweils einige Waffen, insbesondere Geschütze oder Raketenwerfer, in Batterien zusammengefasst, so kann auch für jede Batterie nur eine mittlere Geschützparallaxe aller Waffen dieser Batterie bestimmt bzw. berücksichtigt werden.

**[0026]** Bei synchron oder asynchron arbeitenden Sensoreinrichtungen, insbesondere 3D-Radareinheiten, ist, wie weiter oben erwähnt, die Zieldetektionsrate der Sensoreinheiten im Allgemeinen nicht sehr hoch. Es ist daher vorteilhaft, zwischen Angaben aus zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Zielpositionen, die auf Grund der Information der Sensoreinheit ermittelt wurden, weitere Angaben, insbesondere weitere approximative Seitenwinkel, weitere approximative Elevationswinkel und

weitere Vorhaltewinkel, zu ermitteln. Geschieht dies durch Interpolation, so sollten die Interpolationsschritte auf die Zieldetektionsrate der Suchsensoreinrichtung abgestimmt sein. Genauere Angaben für den Bereich zwischen einer ersten und der folgenden erfassten Zielpositionen lassen sich, statt durch eine reine Interpolation zwischen den Daten der ersten und der folgenden Zielposition, durch die Auswertung bzw. Berücksichtigung von Information aus früher erfassten Zielpositionen ermitteln. Die Zielzustandsdaten, die an die Waffe geliefert werden, haben somit eine höhere Rate als die Eingangsdaten des Sensors.

**[0027]** In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist die Vorrichtung nicht nur eine Schnittstelle zur Verbindung mit einer Waffe, sondern n Schnittstellen zur Koppelung mit n Waffen auf.

**[0028]** Die Sensoreinrichtung ist dazu ausgebildet, die erfassten Daten mehreren Zielen im überwachten Raum zuzuordnen, bzw. auszumachen, welche Daten ein bestimmtes Ziel betreffen und sie diesem Ziel zuzuordnen.

**[0029]** Die mit der neuen Vorrichtung koppelbaren Waffen müssen nicht von gleicher Konstruktion sein. Hierbei kann zum Beispiel aus mehreren Waffen eine Batterie gebildet werden, deren Waffen alle dasselbe Ziel bekämpfen, wodurch die Trefferwahrscheinlichkeit weiter erhöht wird. Mit mehreren Waffen oder mit mehreren Batterien können aber auch gleichzeitig mehrere Ziele bekämpft werden, wobei jeder Waffe bzw. jeder Batterie ein Ziel zur Bekämpfung zugewiesen wird. Eine Zuweisung der Ziele zu bestimmten Waffen kann durch eine Feuerleitperson auf Grund direkter Beobachtung oder automatisch bzw. mit Unterstützung der Rechereinheit erfolgen.

**[0030]** Werden unterschiedliche Waffen und/oder unterschiedliche Projektile eingesetzt, die bezüglich Reichweite, Streuung, Geschwindigkeit oder Wirkung verschieden sind, und erkennt die Sensoreinheit unterschiedliche Zieltypen, so werden diese Erkenntnisse vorteilhaft bei der Zuweisung den Waffen berücksichtigt.

**[0031]** Eine besonders geeignete Sensoreinheit ist eine 3D-Radareinheit, mit welcher zwei Winkel, entsprechend dem Seitenwinkel und dem Elevationswinkel des Ziels bezüglich dem Sensor und, z.B. durch Ausnützung des Dopplereffektes, der Abstand zwischen der Sensoreinheit und dem Flugziel erfassbar ist.

**[0032]** Das neue Waffensystem eignet sich insbesondere, aber nicht ausschliesslich, zur Nachrüstung und Kampfwertsteigerung von Flakwaffen wie leichten und mittleren Flakgeschützen, beispielsweise mit Kalibern von 20 mm bis 40 mm und einer Kadenz im Bereich von 1000 rds/min.

**[0033]** Es sei noch darauf hingewiesen, dass das neue Verfahren und die neue Vorrichtung nicht nur zum Richten von Waffen auf Ziele sondern auch zum Einweisen von beliebigen Beobachtungs- oder Bildaufnahmegegeräten auf zu beobachtende Gegenstände und insbesondere zum Einweisen von Trackern benutzt werden

können.

**[0034]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden anhand von Beispielen und mit Bezug auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

- 5
- Fig. 1A ein Waffensystem nach dem Stand der Technik, mit einer Sensoreinrichtung und mehreren Trakkern, in stark vereinfachter Darstellung;
- 10
- Fig. 1B ein Waffensystem mit einer Vorrichtung nach der Erfindung, in gleicher Darstellung wie Fig. 1A;
- 15
- Fig. 2A eine Vorrichtung nach der Erfindung, und ein Display für das Grobrichten eines Waffenrohres, in vereinfachter, schematisierter Darstellung;
- 20
- Fig. 2B eine optische Anzeige, die der Waffe eines Waffensystems zugeordnet ist, das die Vorrichtung gemäss Fig. 2A aufweist, mit einem visualisierten, im Raum sichtbaren Ziel, in einem ersten Zeitpunkt, in vereinfachter Darstellung;
- 25
- Fig. 2C die in Fig. 2B dargestellte Anzeige, mit dem visualisierten, im Raum sichtbaren Ziel, in einem zweiten Zeitpunkt, in gleicher Darstellung wie Fig. 2B;
- 30
- Fig. 3A die in Fig. 2A dargestellte Vorrichtung nach der Erfindung, mit dem Display, in gleicher Darstellung wie Fig. 2A;
- 35
- Fig. 3B die optische Anzeige der in Fig. 3A dargestellten Einrichtung, mit einem visualisierten aber im Raum unsichtbaren Ziel, in einem ersten Zeitpunkt, in gleicher Darstellung wie Fig. 2B;
- 40
- Fig. 3C die in Fig. 3B dargestellte Anzeige, mit dem visualisierten aber im Raum unsichtbaren Ziel, in einem zweiten Zeitpunkt, in gleicher Darstellung wie Fig. 2C;
- 45
- Fig. 4 eine Vorrichtung nach der Erfindung, welche mit zwei Waffen zu einem Waffensystem gekoppelt ist, in vereinfachter, schematisierter Darstellung;
- 50
- Fig. 5 ein Waffensystem, welches eine Vorrichtung nach der Erfindung und mehrere Waffen umfasst, in vereinfachter, schematisierter Darstellung; und
- 55
- Fig. 6 die Wirkungsweise eines Waffensystems mit einer Vorrichtung nach der Erfindung, in ver-

einfacher, schematisierter Darstellung.

**[0035]** Fig. 1A zeigt ein herkömmliches Waffensystem 1, mit einer Sensoreinrichtung 2, mit mehreren Verfolgungseinrichtungen bzw. Trackern 3 und mit mehreren Waffen 4. In Fig. 1A sind insgesamt vier Waffen 4 dargestellt, wobei die beiden links dargestellten Waffen einzelne Waffen sind und die beiden rechts dargestellten Waffen eine Batterie bilden. Die Sensoreinrichtung 2 umfasst eine Sensoreinheit 2.1 und eine erste Rechneinheit 2.2. Jede der Verfolgungseinrichtungen 3 umfasst eine Verfolgungseinheit 3.1 und eine zweite Rechneinheit 3.2. Die Sensoreinrichtung 2 ist mit den Verfolgungseinrichtungen verbunden; sie dient zum Überwachen bzw. Absuchen eines Raumes nach Zielen und zum Zuweisen einzelner Ziele zu bestimmten Verfolgungseinrichtungen 3. Jede der Verfolgungseinrichtungen 3 ist mit einer Waffe 4 bzw. einer Batterie von Waffen verbunden; die Verfolgungseinheiten dienen zum Verfolgen der von der Sensoreinrichtung 2 ausgemachten Ziele und zum Richten der Waffenrohre auf diese Ziele. Jede Verfolgungseinrichtung kann immer nur ein einziges Ziel bearbeiten.

**[0036]** Fig. 1B zeigt ein Waffensystem 10 mit einer Vorrichtung nach der Erfindung und mit mehreren Waffen 14. Diese Vorrichtung nach der Erfindung besteht im Wesentlichen aus einer Sensoreinrichtung 12, die eine Sensoreinheit 11 und eine Rechneinheit 13 umfasst; sie dient zum Überwachen bzw. Absuchen eines Raumes nach Zielen, zum direkten Zuweisen einzelner Ziele zu bestimmten Waffen 14, zum Grobrichten der Waffenrohre, zum Verfolgen der Ziele und zum Feinrichten der Waffenrohre.

**[0037]** Ein Vergleich des Waffensystems 1 gemäß Fig. 1A mit dem Waffensystem 10 gemäß Fig. 1B zeigt die Vorteile der vorliegenden Erfindung deutlich auf. Die im Waffensystem 1 verwendeten Verfolgungseinrichtungen 3 sind beim Waffensystem 10 nicht notwendig, denn beim Waffensystem 10 übernimmt die Sensoreinrichtung 12 sowohl die Aufgabe der Sensoreinrichtung 2 des Waffensystems 1 als auch die Aufgabe der Verfolgungseinrichtung 3 des Waffensystems 1. Dadurch werden beim Waffensystem 10 nicht nur der apparative Aufwand und damit die Beschaffungs- und Unterhaltskosten bedeutend vermindert, sondern es wird auch der Betrieb, insbesondere das Einrichten vor dem Einsatz, des Waffensystems reduziert, und es werden auch allfällige Probleme vermieden, die sich beim Waffensystem 1 bei der Übergabe eines Zieltes von der Sensoreinrichtung 2 an die Verfolgungseinrichtung 3 ergeben können.

**[0038]** Fig. 2A zeigt eine Einrichtung 12 mit einer 3D-Sensoreinheit 11, die zur Überwachung eines Raumes ausgebildet ist, und mit einer Rechneinheit 13. Die Sensoreinheit 11 erfasst Daten, welche Information über den zu überwachenden Raum umfassen, insbesondere über mindestens ein mögliches Ziel 17, das sich in diesem Raum befindet und mit einer Zielge-

windigkeit bewegt. Mit Hilfe ihrer Rechneinheit 13 wertet die Sensoreinrichtung 12 die erfassten Daten aus und ermittelt Angaben, welche die Lage des Zieltes 17, eine approximative Zielgeschwindigkeit und einen vom Waffenrohr einzuhaltenden zeitlich variablen Vorhalt  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$  beschreiben. Bei der Ermittlung des Vorhaltes  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$  wird die zuvor ermittelte approximative Zielgeschwindigkeit berücksichtigt, und vorzugsweise wird auch eine approximativ ermittelte Zielbeschleunigung berücksichtigt. Die so ermittelten Angaben werden einer Waffe zur Verfügung gestellt, und es findet mit Hilfe eines Displays 21 eine Grobrichtung statt, mit dem Absicht, das Waffenrohr ohne Berücksichtigung des Vorhaltes  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$  auf einen das Ziel enthaltenden Zielraum zu richten, so dass es einen approximativen Elevationswinkel  $\lambda(T)$  und einen approximativen Seitenwinkel  $\alpha(T)$  einnimmt. Die Grobrichtung ist beendet, sobald im Display 21 eine vertikal wandernde Marke ihre Sollposition  $l^*$  und eine horizontal wandernde Marke ihre Sollposition  $a^*$  erreicht hat; dieses System der Grobrichtung, vorzugsweise mit logarithmischer Verknüpfung von Zielposition und Lage der Marken im Display, ist an sich bekannt. Fallen die beiden erwähnten Marken zusammen, so entsprechen der approximative Elevationswinkel  $\lambda(T)$  und der approximative Azimutwinkel  $\alpha(T)$  den Angaben, die der Waffe von der Sensoreinrichtung 12 zur Verfügung gestellt wurden.

**[0039]** Die Fig. 2B und 2C stellen das anschliessende Feinrichten dar, und zwar bei Sichtverhältnissen, bei denen das Ziel 17 sichtbar ist. Die in Fig. 2B dargestellte Anzeige 15, zum Beispiel eines Visiers, zeigt einen Zielort  $17^*$ , der durch das sichtbare Ziel 17 oder ein reelles Abbild des sichtbaren Zieltes 17 gebildet ist, wobei natürlich kein Vorhalt berücksichtigt ist. Ebenfalls auf der Anzeige 15 ist eine Zielmarke 19 sichtbar, welche der approximativen, berechneten Zielposition entspricht, und zwar unter Berücksichtigung des zuvor berechneten Vorhaltes  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$ . Bei der nun folgenden Feinrichtung wird das Waffenrohr so bewegt, dass der Zielort  $17^*$  mit der Zielmarke 19 koinzidiert, wie es in Fig. 2C dargestellt ist. Ist dies der Fall, so ist das Waffenrohr auf einen wirklichen Treffpunkt gerichtet, wobei seine Elevation  $\lambda^*(t)$  und sein Azimut  $\alpha^*(t)$  betragen.

**[0040]** Fig. 3A zeigt dieselbe Sensoreinrichtung 12 wie Fig. 2A. Die Fig. 3B und 3C stellen das Feinrichten dar bei Sichtbedingungen, bei denen das Ziel 17 nicht sichtbar, wohl aber von der Sensoreinrichtung 12 erfassbar ist. Hierbei entspricht der Zielort  $17^*$ , nicht wie in den Fig. 1B und 1C dem Ziel 17 selbst bzw. einem reellen Abbild des Zieltes 17, sondern er repräsentiert ein virtuelles Bild des Zieltes 17. Die Feinrichtung erfolgt auch hier dadurch, dass der Zielort  $17^*$  mit der Zielmarke 19 zur Deckung gebracht wird, wie es in Fig. 3C dargestellt ist.

**[0041]** Fig. 4 zeigt eine weitere Vorrichtung 32 nach der Erfindung, welche mit zwei Waffen 34, 36 zu einem Waffensystem 10 gekoppelt ist. Die Waffen sind hier als einzelne Geschütze dargestellt; anstelle der einzelnen

Waffen können auch Batterien aus mehreren Waffen eingesetzt werden, als Waffen kommen Geschütze, insbesondere Flakgeschütze, stinger-artige Waffen, Raketenwerfer, im weitesten Sinne richtbare Waffen, vorzugsweise Rohrwaffen, eingesetzt werden. Die Vorrichtung 32 umfasst eine Sensoreinheit 31 und eine Rech-  
 5 nereinheit 33. Die Sensoreinheit 31 überwacht einen Raum, um Information bzw. Daten über darin befindliche Ziele zu erfassen; von der Rech-  
 10 nereinheit 33 werden die ermittelten Daten einzelnen Zielen zugeordnet, und die Ziele werden - soweit möglich - zur Bekämpfung einer bestimmten Waffe zugeteilt. In Fig. 4 sind zwei Ziele dargestellt, die beide mit 17 bezeichnet sind, und die sich etwa in Richtung der Pfeile L bzw. R bewegen. Der Waffe 34 wird das in Richtung L fliegende Ziel zugewiesen, und es werden ihr die Werte für Azimut  $\alpha_1(t)$ , Ele-  
 15 vation  $\lambda_1(t)$  für das Grobrichten mit Hilfe des Displays 21 und zusätzlich der Vorhalt  $\Delta\alpha_1(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$  für das Feinrichten mit Hilfe der Anzeige 15 zur Verfügung gestellt, so dass ihr Waffenrohr auf das in Richtung des Pfeils L fliegende Ziel 17 gerichtet werden kann. Entsprechend werden der Waffe 36 Werte für Azimut  $\alpha_2(t)$ , Elevation  $\lambda_2(t)$  und Vorhalt  $\Delta\alpha_2(t)$ ,  $\Delta\lambda_2(t)$  für ihre Grob- und Feinrichtung auf das in Richtung des Pfeils R fliegende Ziel 17 zur Verfügung gestellt. Grundsätzlich erfolgt das Grobrichten und das Feinrichten der Waffenrohre der Waffen 34 und 35 auf das jeweils zugewiesene Ziel 17 in gleicher Weise wie in Fällen, in denen nur ein Ziel zu bekämpfen ist, wie weiter oben beschrieben; die von der Sensoreinheit 31 erfassten bzw. von der Rech-  
 20 nereinheit 33 ausgewerteten Daten werden aber nicht nur für die Grobrichtung der Waffenrohre sondern auch für die Zuweisung einzelner Ziele zu bestimmten Waffen benutzt. Anstelle der Waffen 34, 36 könnten auch zwei Batterien gesetzt werden, wobei dann meist für jede Batterie nur ein gemeinsamer Vorhalt berechnet wird.

**[0042]** Das in Fig. 5 dargestellte Waffensystem 10 weist eine Vorrichtung nach der Erfindung auf, mit der Sensoreinheit 11, welche durch eine 3D-Radareinheit gebildet ist, und mit der Rech-  
 25 nereinheit 13. Zusätzlich oder alternativ kann die Rech-  
 30 nereinheit 13 dezentrale Rechnerkomponenten aufweisen, die zum Beispiel Batterien 14, 16 bzw. Waffengruppen und/oder einzelnen Geschützen der Batterien 14, 16 bzw. den Waffeneinheiten der Waffengruppen 18, 20 zugeordnet sein können; die Ermittlung von Daten aus der Information der Sensoreinheit und/oder die Auswertung dieser Daten kann also auch andernorts als in einer mit der Sensor-  
 35 einheit praktisch integralen Rech-  
 40 nereinheit durchgeführt werden. Die Sensoreinheit 12 arbeitet üblicherweise mit einer hohen Suchrate, beispielsweise 1.5/sec. Im Weiteren weist das Waffensystem 10 die schon erwähnten Batterien auf, nämlich die erste Batterie 14 und die weitere Batterie 16. Die erste Batterie 14 umfasst im vorliegenden Beispiel drei Geschütze 14.1, 14.2, 14.3, wo-  
 45 von jedes mindestens ein Waffenrohr aufweist. Die zweite Batterie 16 umfasst im vorliegenden Beispiel drei Geschütze 16.1, 16.2, 16.3. Die Batterien 14, 16 können

auch eine unterschiedliche Anzahl von Geschützen aufweisen, und die Geschütze können unterschiedlich ausgebildet sein. Zusätzlich zu den Batterien 14, 16 kann das Waffensystem 10 auch andere Waffen, zum Bei-  
 5 spiel Waffengruppen 18, 20 mit portablen Waffeneinheiten 18.1, 18.2 bzw. 20.1, 20.2, oder nicht dargestellte Raketenwerfer und beliebige geeignete Rohrwaffen bzw. auf Ziele richtbare Waffen, im Allgemeinen mit Waf-  
 10 fenrohren, aufweisen. Bei dem in Fig. 5 dargestellten Waffensystem 10 verfügt jede der Batterien 14, 16 und jede der Waffengruppen 18, 20 über eine elektrische Energieversorgungseinheit 22. Im Weiteren sind ver-  
 15 schiedene Übertragungsmittel vorgesehen. Die Rech-  
 20 nereinheit 13 ist über Übertragungsmittel 23 für Daten bzw. Datenleitungen mit den Energieversorgungseinheiten 22 verbunden. Die Energieversorgungseinheiten 22 sind über Leiterverbindungen 24, welche auch für die Datenübertragung zuständig sind, mit den einzelnen Geschützen 14.1, 14.2, 14.3; 16.1, 16.2, 16.3 bzw. den einzelnen Waffeneinheiten 18.1, 18.2; 20.1, 20.1 ver-  
 25 bunden. Grundsätzlich kann die Datenübertragung auch separat und ggfs. leiterlos erfolgen. Die Vorrichtung nach der Erfindung weist vorteilhaft eine Vielzahl von Schnittstellen auf, so dass sie mit zahlreichen, auch unterschiedlichen, Waffen oder Batterien koppelbar ist. Sie kann auch Eingänge für system-extern generierte Information, zum Beispiel betreffend die Aussenballistik, aufweisen.

**[0043]** In Fig. 6 ist das Waffensystem 10 dargestellt, mit der Sensoreinheit 12, mit der Rech-  
 30 nereinheit 13, mit der Batterie 14, welche unter Anderem das Geschütz 14.1 aufweist, mit den drei Waffeneinheiten 18.1, 18.2, 18.3, mit den Energieversorgungseinheiten 22, mit der Datenleitung 23 und mit weiteren, in Fig. 6 nicht be-  
 35 zeichneten Leitungen. Ein durch drei Pfeile X, Y, Z charakterisiertes dreidimensionales Koordinatensystem zeigt, dass es sich bei den Daten, welche ständige oder zeitlich variable Positionen der Sensoreinheit 12, der Geschütze 14.1, 14.2, 14.3, der Waffeneinheiten 18.1, 18.2, 18.3 und verschiedene Positionen einnehmenden Zieles definieren, jeweils um räumliche Angaben handelt. Bei dem in Fig. 6 dargestellten Beispiel weist jede der Waffeneinheiten 18.1, 18.2, 18.3 eine eigene Ener-  
 40 gieversorgungseinheit 22 auf, wobei diese Energiever-  
 45 sorgungseinheiten 22 in Serie geschaltet und an die Ener-  
 gieversorgungseinheit 22 der Batterie 14 angeschlossen sind.

**[0044]** In einem bestimmten Moment befindet sich das Ziel 17 in Wirklichkeit bei PA; es bewegt sich auf einer tatsächlichen Trajektorie A, wobei mit A1 die in der Vergangenheit wirklich durchflogene Spur des Zieles bezeichnet ist. Gemäss den von der Sensoreinheit 12 erfassten und von der Rech-  
 50 nereinheit 13 ermittelten Da-  
 55 ten befindet sich das Ziel 17 vermeintlich nicht bei PA, sondern bei PB, und es bewegt sich vermeintlich auf einer Trajektorie B; mit B1 ist die Spur bezeichnet, die das Ziel 17 gemäss Berechnung in der Vergangenheit durchmessen hat, mit B2 ist die erwartete Bewegungs-

bahn bezeichnet. Die berechnete Trajektorie B entspricht approximativ der tatsächlichen Trajektorie A aber zwischen der tatsächlichen Trajektorie A und der berechneten Trajektorie B liegt ein Fehler F, der - insbesondere bei der Verwendung einer 3D-Radareinheit als Suchsensoreinrichtung - hauptsächlich, aber nicht ausschliesslich, dadurch bedingt ist, dass die Ermittlung der Distanz zum Ziel 17 verhältnismässig ungenau ist, verglichen mit der Ermittlung von Winkeln, die relativ genau erfassbar sind.

**[0045]** In Fig. 6 sind verschiedene Visierlinien vom Geschütz 14.1 zum Ziel 17 dargestellt. In den verschiedenen Phasen der Bekämpfung des Zieles 17 sind die Visierlinien bzw. die Richtung des Waffenrohres der Waffe unterschiedlich. Eine erste Visierlinie, die als Folge der Grobrichtung eingestellt wird, ist mit L1 bezeichnet; hierbei ist das Waffenrohr auf den Zielraum bzw. approximativ auf das Ziel 17 gerichtet, mit dem approximativen Seitenwinkel  $\alpha(t)$  und dem approximativen Elevationswinkel  $\lambda(t)$ , jedoch ohne Berücksichtigung eines Vorhalts  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$ . L2 bezeichnet die Visierlinie während einer Verfolgungsphase des Zieles mit dem Waffenrohr; mit L2 wird der Fehler F korrigiert, so dass nicht mehr die vermeintliche Position PB des Zieles 17 sondern das tatsächliche Ziel 17 bei PA, jedoch ohne Berücksichtigung des Vorhaltes  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$  anvisiert würde. Mit L3 ist eine Visierlinie bezeichnet zwischen dem Waffenrohr und einem vermeintlichen Treffpunkt MB. Der vermeintliche Treffpunkt MB ist bestimmt durch die berechnete Bewegungsbahn B des Zieles und durch den berechneten Vorhalt  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$ . Die Visierlinie beim Abschuss der Projektile ist mit L4 bezeichnet. L1 entspricht somit der Visierlinie zur vermeintlichen bzw. approximativen Position des Zieles, und L2 entspricht der Visierlinie zur tatsächlichen Position des Zieles, wobei in beiden Fällen der Vorhalt  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$  nicht berücksichtigt ist; L2 ist korreliert mit dem Zielort 17\* der Fig. 2B. Bei einer Richtung des Waffenrohres gemäss L2 könnte das Ziel mit einem Zero-Geschoss, das eine Flugzeit von 0 sec vom Waffenrohr zum Ziel benötigt, oder - wie in der modernsten Waffentechnik möglich - mit einem Laserstrahl getroffen werden. L3 entspräche der Visierlinie zum vermeintlichen Treffpunkt MB, das heisst zur vermeintlichen bzw. approximativen Position des Zieles, jedoch unter Berücksichtigung des berechneten Vorhaltes  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$ ; MB ist korreliert mit der Zielmarke der Fig. 2B. Gemäss L4 ist das Waffenrohr durch Feinrichtung, unter Berücksichtigung der tatsächlichen Lage des Zieles und des berechneten Vorhalts  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$  auf einen effektiven Treffpunkt MA gerichtet, an welchem sich das Ziel und die vom Waffenrohr abgeschossenen Projektile tatsächlich treffen werden; hierbei decken sich auf der Anzeige 15 der Fig. 2C die Zielmarke 19 und der reelle Zielort 17\*.

**[0046]** Die obige Beschreibung im Zusammenhang mit Fig. 6 bezieht sich auf einen Fall, in welchem das Ziel 17 sichtbar ist; dabei entspricht der visualisierte Zielort genau - im Rahmen der erreichbaren Systemge-

naugigkeit - dem tatsächlichen Ziel 17, und der Treffpunkt MA ist mit grosser Genauigkeit bestimmbar, obwohl der Vorhalt nur auf Grund der erfassten bzw. nicht genau erfassbaren Zielpositionen bzw. der approximativen Zielgeschwindigkeit berechnet wird.

**[0047]** Auch in den Fällen, in denen das Ziel nicht sichtbar ist, ist der Vorhalt  $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$  auf Grund der - nur ungenau erfassten - Zielpositionen und der approximativen Zielgeschwindigkeit berechnet. Eine zusätzliche Ungenauigkeit entsteht dann aber, weil der Zielort 17\* eine in die Anzeige 15 eingeblendete Marke ist, deren Lage auf Grund der laufend erfassten bzw. aktuellen jedoch ungenau erfassten Lage des Zieles bestimmt ist, wobei der Fehler F hierbei nicht korrigiert wird. Die Feinrichtung erfolgt aber auch hier in gleicher Weise, indem der hier virtuelle Zielort 17\* mit der Zielmarke 19 zur Deckung gebracht wird.

## 20 Patentansprüche

1. Verfahren zur Bekämpfung eines sich mit einer Zielgeschwindigkeit bewegenden Zieles (17) durch ein Projektil, das aus einer richtbaren Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) abschliessbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die folgenden Schritte ausgeführt werden:

- a) Erfassen von Daten mit einer 3D-Sensoreinrichtung (12; 32), die Information über einen überwachten Raum umfassen,
- b) Auswerten der erfassten Daten durch die Sensoreinrichtung (12; 32), um Angaben zu ermitteln, welche die Lage des Zieles (17) und einen von der Waffe einzuhaltenden Vorhalt ( $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$ ) beschreiben, wobei beim Ermitteln des Vorhaltes ( $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$ ) eine approximative Zielgeschwindigkeit Berücksichtigung findet,
- c) Übermitteln der ermittelten Angaben an die Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36),
- d) Grobrichten der Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) in Richtung des Zieles (17) auf Grund der übermittelten Angaben,
- e) Feinrichten der Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) auf das Ziel (17) unter Berücksichtigung des Vorhaltes ( $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$ ),
- f) Wiederholen des Erfassens, Auswertens, Übermittelns, um mit der Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) unter Berücksichtigung des momentanen Vorhaltes ( $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$ ) dem sich bewegenden Ziel (17) folgen zu können.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die übermittelten Angaben Seiten-



winkel ( $\alpha_1(t)$  bis  $\alpha_n(t)$ ) und Elevationswinkel ( $\lambda_1(t)$  bis  $\lambda_n(t)$ ) und Vorhalte, vorzugsweise als Vorhaltewinkel ( $\Delta\alpha_1(t)$  bis  $\Delta\alpha_n(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$  bis  $\Delta\lambda_n(t)$ ) oder Vorhaltevektoren, umfassen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- wenn es sich bei der Waffe um ein einfaches Waffensystem handelt, bei dem Grobrichten eine berechnete Zielposition und bei dem Feinrichten nur der momentane Vorhalt und gegebenenfalls zusätzlich die berechnete Zielposition Verwendung finden;
- wenn es sich bei dem Projektil um eine Rakete mit Navigationssystem handelt, eine Zielposition und ein Vorhalt, der an das Navigationssystem der Rakete angepasst ist, übermittelt werden;
- wenn es sich bei der Waffe um ein automatisches Waffensystem handelt, der Vorhalt mit einem jeweiligen Gültigkeitszeitpunkt übermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** folgende Schritte ausgeführt werden:

- Visualisieren einer Zielmarke (19) auf einer Anzeige (15), vorzugsweise einem Visier, das der Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) zugeordnet ist, welche Zielmarke (19) einen unter Berücksichtigung des Vorhalts ( $\Delta\alpha(t)$ ,  $\Delta\lambda(t)$ ) berechneten Treffpunkt (MB) von Ziel (17) und Projektil repräsentiert, und
- Feinrichten der Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36), indem die Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) so bewegt wird, dass die Zielmarke (19) mit einem Zielort (17\*), der durch das Ziel (17), eine reelle Abbildung des Zieles (17) oder eine virtuelle Darstellung des Zieles (17) gebildet ist, zur Deckung gebracht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die 3D-Sensoreinrichtung (12; 32) eine 3D-Radareinheit (11; 31) und eine Rechneinheit (13; 33) umfasst und für eines oder mehrere Ziele (17) Seitenwinkel ( $\alpha_1(t)$  bis  $\alpha_n(t)$ ), Elevationswinkel ( $\lambda_1(t)$  bis  $\lambda_n(t)$ ) und Vorhalte ( $\Delta\alpha_1(t)$  bis  $\Delta\alpha_n(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$  bis  $\Delta\lambda_n(t)$ ) für n Waffen (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) ermittelt, welchen Ziele (17) zugewiesen werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Daten von der 3D-Radareinheit

(11; 31) mit einer Zieldetektionsrate erfasst werden, wobei in Zeitabständen, die kleiner sind als die Zieldetektionsrate, Daten aufdatiert werden, um die Genauigkeit der Auswertung der Daten zu verbessern.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von der 3-D-Sensoreinrichtung (12; 32) erfassten Daten mehreren Zielen (17) zugeordnet werden können, wobei beim Auswerten der Daten durch die Sensoreinrichtung (12; 32) für n Waffen Angaben ermittelt werden, die jeweils für die zugewiesenen Ziele (17) die Richtung ( $\alpha_1(t)$  bis  $\alpha_n(t)$ ,  $\lambda_1(t)$  bis  $\lambda_n(t)$ ) und die einzuhaltenden Vorhalte ( $\Delta\alpha_1(t)$  bis  $\Delta\alpha_n(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$  bis  $\Delta\lambda_n(t)$ ) beschreiben.

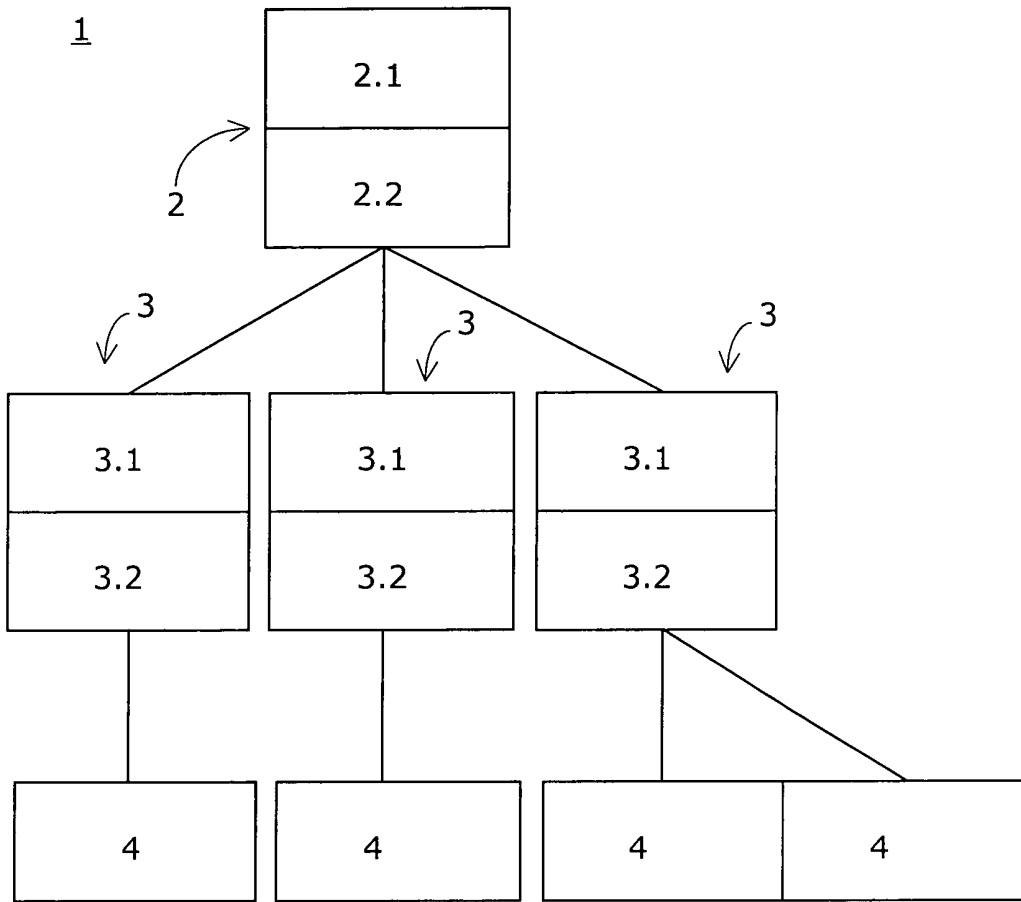
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**, falls mehrere Ziele (17) im überwachten Raum erfasst wurden, eine Zuweisung der Ziele (17) zu bestimmten Waffen (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) durch Bedienungspersonal oder automatisch erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3) eine als Flakwaffe benutzbare Waffe oder eine Rakete und das Ziel (17) vorzugsweise ein Flugziel ist.

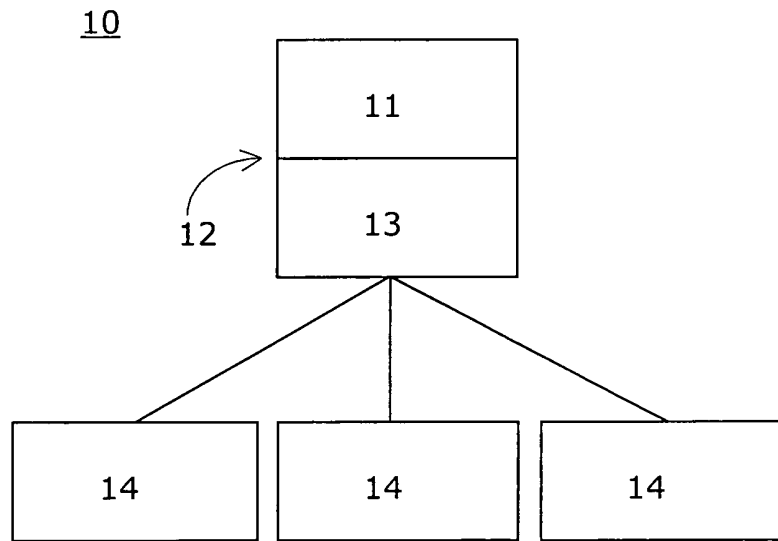
10. Vorrichtung für Waffensystem (10) zur Bekämpfung eines sich mit einer Zielgeschwindigkeit bewegenden Ziels (17) durch ein Projektil, das aus einer richtbaren Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) des Waffensystems (10) abschussbar ist, umfassend

- eine Sensoreinrichtung (12; 32) mit einer 3D-Sensoreinheit (11; 31) zum Erfassen von Daten, die Information über einen überwachten Raum umfassen, und mit einer Rechneinheit (13; 33) zum Auswerten der erfassten Daten durch die Sensoreinrichtung, um Angaben zu ermitteln, welche die Lage des Ziels (17) und einen von der Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) einzuhaltenden Vorhalt ( $\Delta\alpha_1(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$ ,  $\Delta\alpha_2(t)$ ,  $\Delta\lambda_2(t)$ ) beschreiben, wobei beim Ermitteln des Vorhalts ( $\Delta\alpha_1(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$ ,  $\Delta\alpha_2(t)$ ,  $\Delta\lambda_2(t)$ ) eine approximative Zielgeschwindigkeit Berücksichtigung findet,
- Übertragungsmittel (22, 23) zum Übertragen der ermittelten Angaben an die Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) zum Grobrichten der Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) auf das Ziel (17) auf Grund der übermittelten Angaben, und

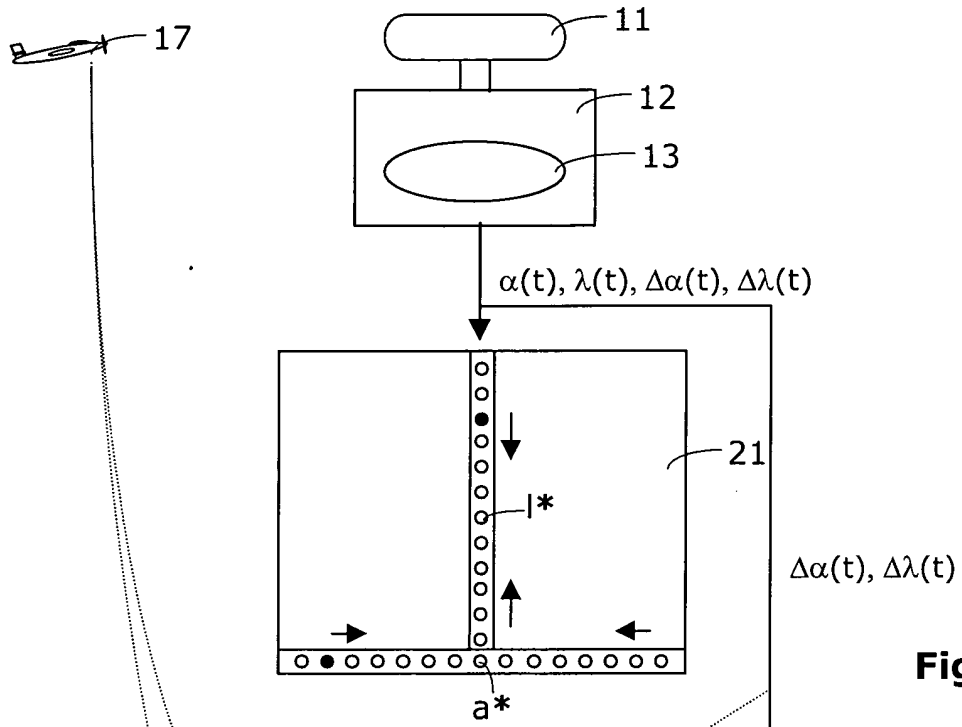
- Mittel zum Feinrichten der Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) auf das Ziel (17) unter Berücksichtigung des Vorhalts ( $\Delta\alpha_1(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$ ,  $\Delta\alpha_2(t)$ ,  $\Delta\lambda_2(t)$ ), um mit der Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) dem Ziel (17) folgen zu können.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechneinheit (13; 33) dazu ausgebildet ist, Seitenwinkel ( $\alpha_1(t)$  bis  $\alpha_n(t)$ ) und Elevationswinkel ( $\lambda_1(t)$  bis  $\lambda_n(t)$ ) und den Vorhalt der Waffe, vorzugsweise als Vorhaltewinkel ( $\Delta\alpha_1(t)$  bis  $\Delta\alpha_n(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$  bis  $\Delta\lambda_n(t)$ ) oder Vorhaltevektor, zu ermitteln.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (12; 32) so ausgelegt ist, dass sie die approximative Zielgeschwindigkeit bestimmen kann.
13. Vorrichtung nach Anspruch 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- wenn es sich bei der Waffe um ein einfaches Waffensystem handelt, bei dem Grobrichten eine berechnete Zielposition und bei dem Feinrichten nur der momentane Vorhalt und gegebenenfalls zusätzlich die berechnete Zielposition Verwendung finden;
  - wenn es sich bei dem Projektil um eine Rakete mit Navigationssystem handelt, eine Zielposition und ein Vorhalt, der an das Navigationssystem der Rakete angepasst ist, übermittelt werden;
  - wenn es sich bei der Waffe um ein automatisches Waffensystem handelt, der Vorhalt mit einem jeweiligen Gültigkeitszeitpunkt übermittelt wird.
14. Vorrichtung nach Anspruch 10, 11, 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine jeder Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) zugeordnete Anzeige (15), vorzugsweise ein Visier, vorgesehen ist, wobei die Anzeige (15) durch die Übertragungsmittel (23, 24) mit der Sensoreinrichtung (12; 32) verbunden und dazu ausgebildet ist,
- eine Zielmarke (19) zu visualisieren, welche einen unter Berücksichtigung des Vorhalts ( $\Delta\alpha_1(t)$  bis  $\Delta\alpha_n(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$  bis  $\Delta\lambda_n(t)$ ) berechneten Treffpunkt (MB) von Ziel (17) und Projektil repräsentiert, und
  - einen Zielort (17\*) zu visualisieren, der durch das Ziel (17), eine reelle Abbildung des Zieles (17) oder eine virtuelle Darstellung des Zieles (17) gebildet ist,
- wobei die Zielmarke (19) und der Zielort (17\*) durch Feinrichten zur Deckung bringbar sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die 3D-Sensoreinrichtung (12; 32) eine 3D-Radareinheit (11; 31) umfasst.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechneinheit (13; 33) dazu ausgebildet ist, die Daten von der 3D-Radareinheit (11; 31) mit einer Taktrate zu erfassen und in Zeitabständen, die kleiner sind als die Taktrate, Daten aufzudatieren, um die Genauigkeit der Auswertung der Daten zu verbessern.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (12; 32) dazu ausgebildet ist, die erfassten Daten mehreren Zielen (17) zuzuordnen, und beim Auswerten der Daten für n Waffen Angaben zu ermitteln, die jeweils die Richtungen ( $\alpha_1(t)$  bis  $\alpha_n(t)$ ,  $\lambda_1(t)$  bis  $\lambda_n(t)$ ) und einzuhaltenden Vorhalten ( $\Delta\alpha_1(t)$  bis  $\Delta\alpha_n(t)$ ,  $\Delta\lambda_1(t)$  bis  $\Delta\lambda_n(t)$ ) beschreiben.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass**, falls mehrere Ziele (17) im überwachten Raum erfasst wurden, eine Zuweisung der Ziele (17) zu bestimmten Waffen (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3, 18.1, 20.1, 20.2; 34, 36) durch Bedienungspersonal oder automatisch erfolgen kann.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Waffe (14.1, 14.2, 14.3, 16.1, 16.2, 16.3) eine als Flakwaffe benutzbare Waffe oder eine Rakete und das Ziel (17) vorzugsweise ein Flugziel ist.



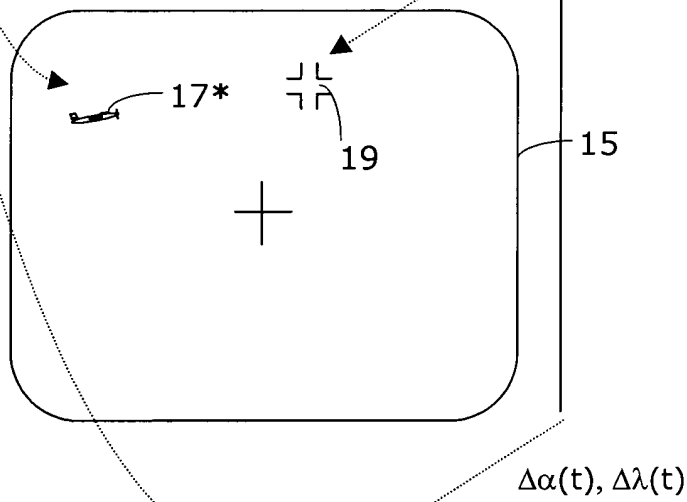
**Fig. 1A**



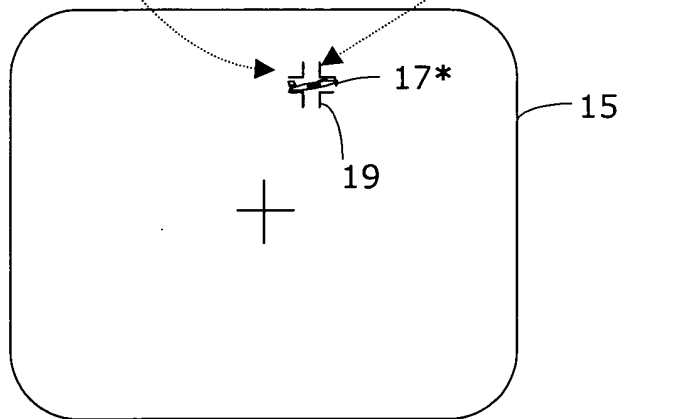
**Fig. 1B**



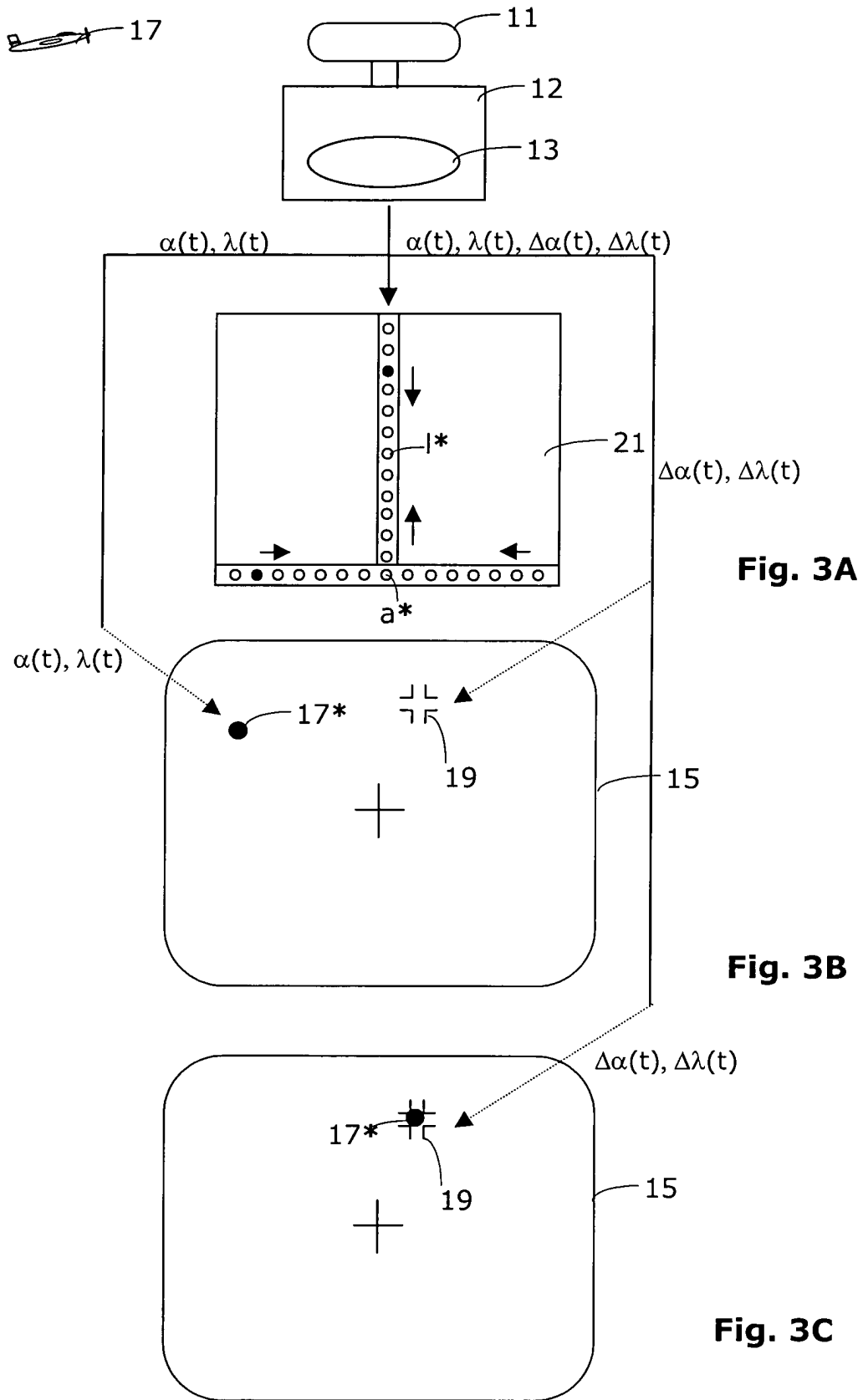
**Fig. 2A**

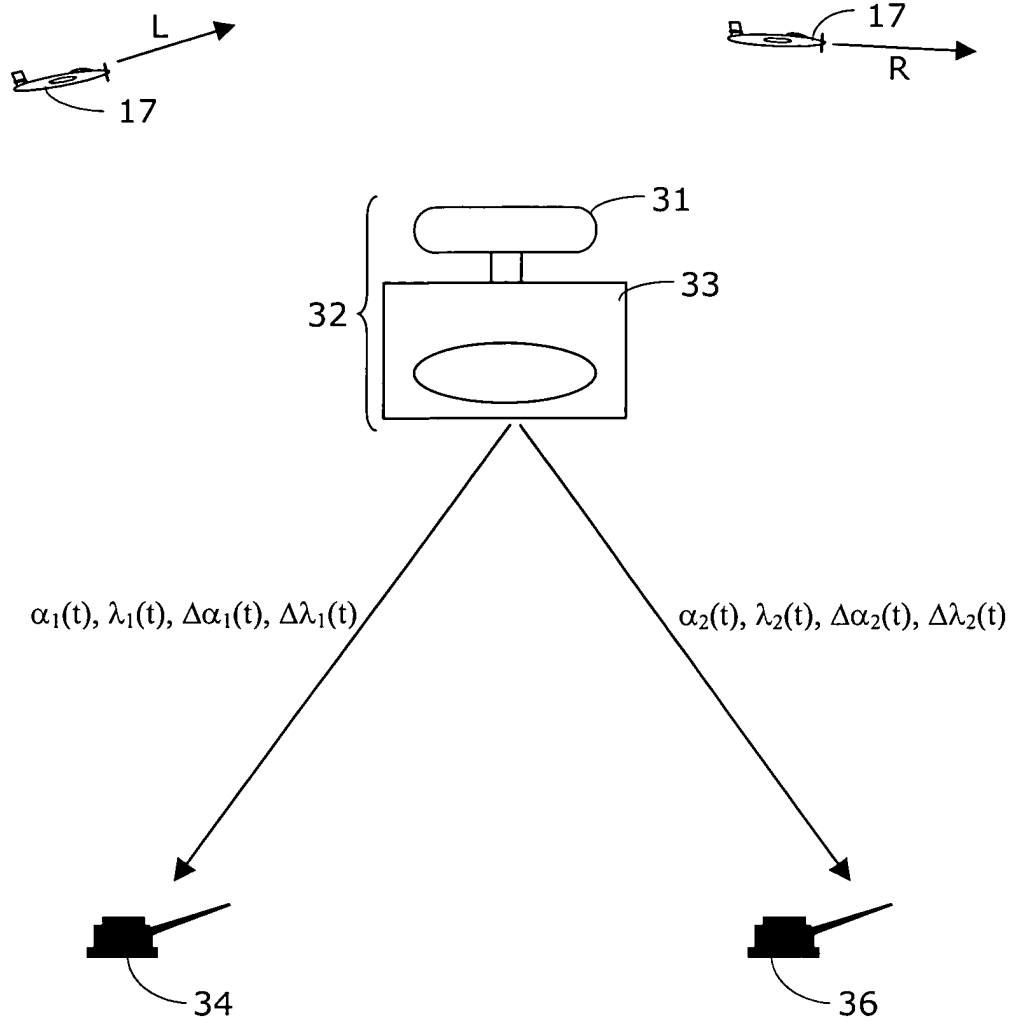


**Fig. 2B**



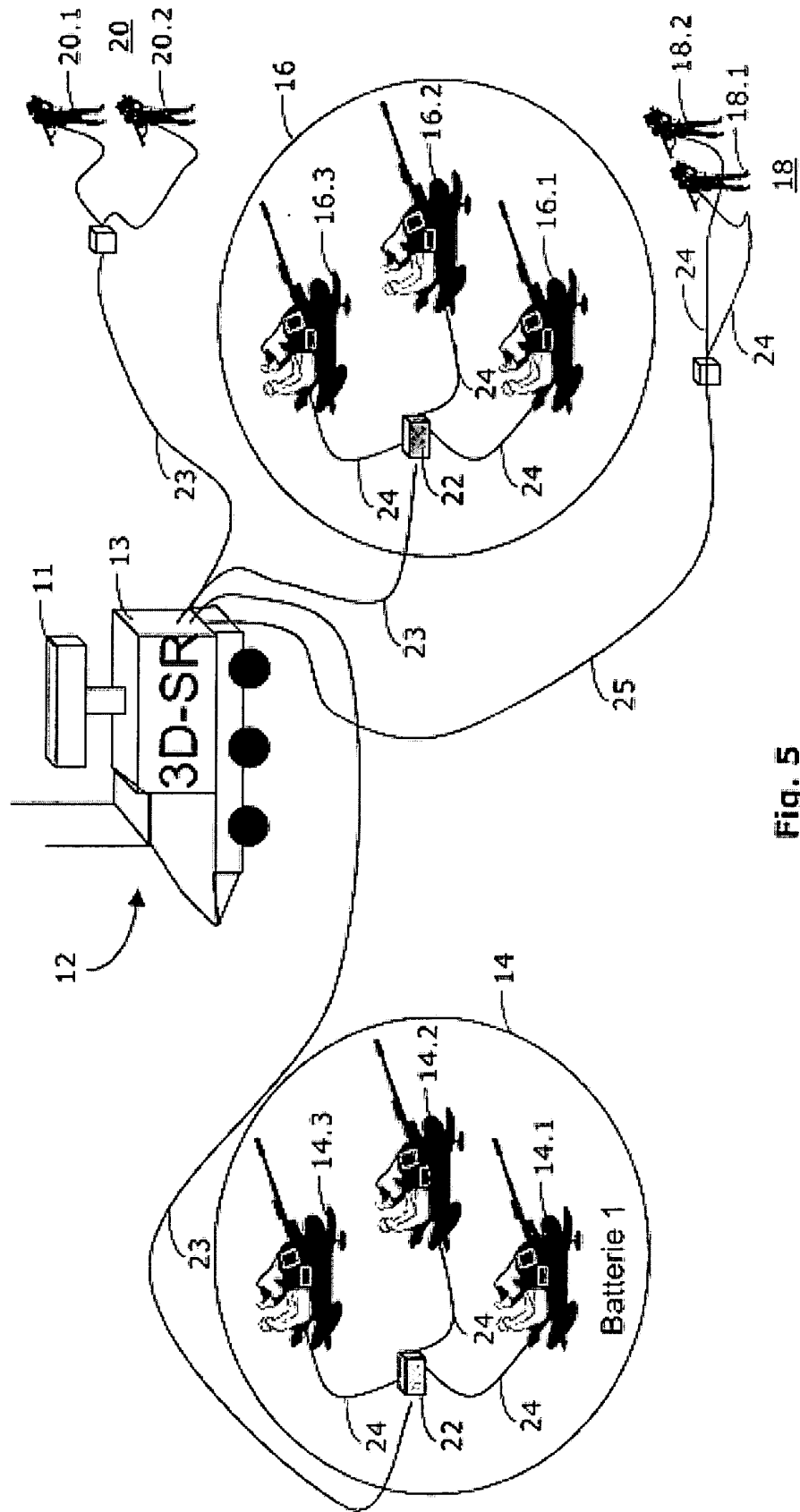
**Fig. 2C**





**Fig. 4**

10



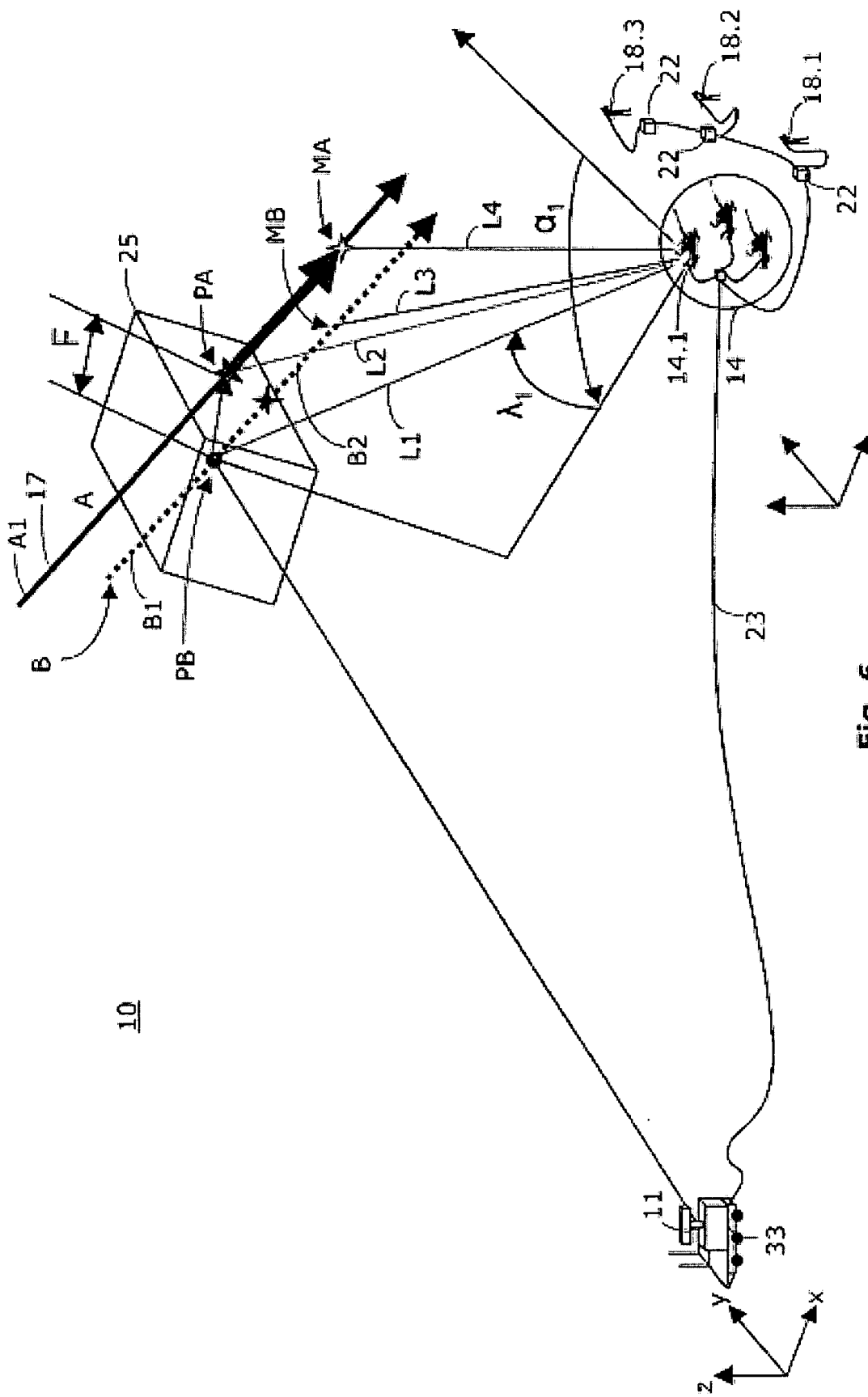


Fig. 6





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 03 02 9571

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 36 05 074 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 27. August 1987 (1987-08-27) * Zusammenfassung *	1,10	F41G3/04 F41G3/06 F41G3/02
A	* Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 4, Zeile 33; Abbildungen 1-4 *	2,4,12,14	F41G5/08
A	----- EP 0 852 326 A (CONTRAVES AG) 8. Juli 1998 (1998-07-08)  * Zusammenfassung * * Seite 3, Spalte 3, Zeile 20 - Seite 4, Spalte 5, Zeile 54; Abbildungen 1-5 *	1-3,5-13,15-19	
A	----- WO 92/18823 A (SAAB INSTR AB) 29. Oktober 1992 (1992-10-29) * Zusammenfassung * * Seite 1, Zeile 3 - Seite 10, Zeile 6; Abbildungen 1,2 *	1,4,10,14	
A	----- EP 0 977 003 A (CONTRAVES AG) 2. Februar 2000 (2000-02-02)  * Zusammenfassung * * Seite 5, Spalte 8, Zeile 20 - Seite 12, Spalte 21, Zeile 39; Abbildungen 1-5 *	1-3,5-13,15-19	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F41G
A	----- EP 0 345 408 A (NORMA GMBH) 13. Dezember 1989 (1989-12-13) * Zusammenfassung * * Seite 2, Spalte 2, Zeile 35 - Seite 3, Spalte 4, Zeile 41; Abbildungen 1-4 *	1,4,10,14	
A	----- EP 0 359 950 A (CONTRAVES AG) 28. März 1990 (1990-03-28) * Zusammenfassung * * Seite 4, Spalte 5, Zeile 49 - Seite 8, Spalte 14, Zeile 26; Abbildungen 1-4 *	1,10	
	----- -/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	25. Mai 2004	Blondel, F	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 03 02 9571

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 5 180 881 A (WOOTTON JOHN R ET AL) 19. Januar 1993 (1993-01-19) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 22 - Spalte 6, Zeile 51; Abbildungen 1-4 * -----	1,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	25. Mai 2004	Blondel, F	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 03 02 9571

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.

25-05-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3605074	A	27-08-1987	DE 3605074 A1	27-08-1987
EP 0852326	A	08-07-1998	DE 59707722 D1 EP 0852326 A1	22-08-2002 08-07-1998
WO 9218823	A	29-10-1992	SE 468330 B AU 1659892 A DE 69200849 D1 DE 69200849 T2 EP 0580701 A1 FI 934557 A NO 933737 A SE 9101148 A WO 9218823 A1	14-12-1992 17-11-1992 19-01-1995 13-04-1995 02-02-1994 15-10-1993 18-10-1993 18-10-1992 29-10-1992
EP 0977003	A	02-02-2000	CA 2277553 A1 EP 0977003 A1 US 6467388 B1	31-01-2000 02-02-2000 22-10-2002
EP 0345408	A	13-12-1989	EP 0345408 A1	13-12-1989
EP 0359950	A	28-03-1990	AT 105628 T DE 58907638 D1 EP 0359950 A2 ES 2051938 T3 FI 894294 A ,B,	15-05-1994 16-06-1994 28-03-1990 01-07-1994 24-03-1990
US 5180881	A	19-01-1993	KEINE	

EPO FORM P0461

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