

5

10

15

20

Verfahren zur Steuerung einer richtbaren Waffe eines Fahrzeugs bei Schießübungen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer richtbaren Waffe eines Fahrzeugs bei Schießübungen, wobei die Orientierung eines Schießsektors, in welchem geschossen werden darf, festgelegt wird.

Die Erfindung kann insbesondere bei militärischen Fahrzeugen eingesetzt werden. Militärische Fahrzeuge weisen üblicherweise ein z. B. als Wanne ausgebildetes Fahrzeuggehäuse und eine Waffe auf, welche gegenüber dem Fahrzeuggehäuse in Azimut und Elevation gerichtet werden kann. Derartige Waffen

können beispielsweise an einem gegenüber dem Fahrzeuggehäuse drehbaren Turm des Fahrzeugs angeordnet sein.

Zur Ausbildung von Besatzungsmitgliedern solcher Fahrzeuge werden auf
5 Übungsgeländen, wie beispielsweise Truppenübungsplätzen, Schießübungen durchgeführt, bei welchen Schüsse mit scharfer Munition abgegeben werden. Um die Gefährdung anderer sich auf dem Übungsgelände befindender Personen und sowie anderer Fahrzeuge zu verringern und zu verhindern, dass Schüsse in einen außerhalb des Übungsgeländes liegenden Bereich abgegeben werden,
10 werden vor der eigentlichen Schießübung fahrzeugbezogene Schießsektoren festgelegt, in welche während der Schießübung geschossen werden darf. Über ein Steuerungsverfahren kann die Schussabgabe dann freigegeben werden, wenn die Waffe in den Schießsektor gerichtet ist und blockiert werden, wenn sie außerhalb des Schießsektors gerichtet ist.

15 Aus der FR 2 712 675 A1 ist ein Steuerungsverfahren für eine richtbare Waffe eines Fahrzeugs bekannt, bei welchem die Waffe vor Beginn der Schießübung auf mehrere Grenzpunkte des Schießsektors gerichtet wird, um den Schießsektor festzulegen. Während der Schießübung wird die Richtstellung der Waffe
20 kontinuierlich mit dem Schießsektor verglichen. Die Waffe wird nur dann freigegeben, wenn sie in den Schießsektor gerichtet ist, und ansonsten blockiert.

Zwar kann auf diese Weise wirkungsvoll verhindert werden, dass Schüsse in den Bereich außerhalb des Schießsektors abgegeben werden, jedoch hat es
25 sich bei diesem Verfahren als nachteilig herausgestellt, dass die Richtstellung der Waffe über Drehgeber ermittelt wird und somit in Bezug auf das Fahrzeuggehäuse definiert ist. Dies hat zur Folge, dass sich der Schießbereich bei einer Drehung des Fahrzeugs mit dem Fahrzeug mitdrehen würde und nicht mehr die ursprünglich definierte Orientierung aufwiese. Es sind daher keine Fahrten mit

dem Fahrzeug während der Schießübung möglich, was die Möglichkeiten zur Ausbildung der Besatzungsmitglieder einschränkt.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Erfindung die Aufgabe, Bewegungen
5 des Fahrzeugs während der Schießübung zu ermöglichen.

Bei einem Verfahren der eingangs genannten Art wird die Aufgabe dadurch
g e l ö s t , dass die festgelegte Orientierung bei Bewegung des Fahrzeugs bei-
behalten wird.

10

Bei Bewegungen des Fahrzeugs wird die Orientierung des Schießsektors im
Raum beibehalten. Insofern wird die Orientierung des Schießsektors nicht ge-
genüber dem Fahrzeuggehäuse, sondern gegenüber der Umgebung definiert.
Hierdurch wird es möglich, dass das Fahrzeug während der Schießübung be-
15 wegt werden kann, ohne dass die Orientierung des Schießbereichs verändert
wird.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird die Orientierung
des Schießsektors festgelegt, in dem die Waffe auf Grenzpunkte des Schieß-
20 sektors gerichtet wird. Dies kann vor oder zu Beginn der Übung erfolgen. Es
ergibt sich der Vorteil, dass der Schießsektor vom Fahrzeug aus vorgegeben
werden kann. Es ist nicht erforderlich, den Schießsektor von einer von dem
Fahrzeug getrennte Einheit, beispielsweise einer Leitstelle aus, festzulegen. Es
wird ein autonomes Verfahren zur Steuerung der Waffe bei Schießübungen be-
25 reitgestellt.

Bevorzugt wird die Waffe zur Festlegung des Schießsektors vor oder zu Beginn
der Schießübung in Azimut und/oder Elevation gerichtet, so dass der Schieß-
sektor in Azimut und/oder Elevation festgelegt werden kann. Hierzu können

bevorzugt ein Azimutwinkel und ein Elevationswinkel definiert und in einer Steuervorrichtung hinterlegt werden. Während der Schießübung wird die Orientierung des Schießsektors dann in Azimut und/oder Elevation beibehalten.

- 5 Vorteilhaft ist es, wenn die Richtstellung der Waffe relativ zu einem fahrzeug-unabhängigen Raumkoordinatensystem bestimmt wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Richtstellung der Waffe unabhängig von der Orientierung des Fahrzeugs bzw. der Orientierung des Fahrzeuggehäuses definiert ist. Insofern wird die Richtstellung der Waffe relativ zu der Umgebung des Fahrzeugs be-
10 stimmt.

- Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Richtstellung der Waffe unabhängig von einer Sensorik der Waffe bestimmt wird. Neben der ohnehin vorhandenen Sensorik der Waffe, welche zur Steuerung der Richtbewegungen der Waffe dient,
15 können zusätzliche Sensoren an dem Fahrzeug angeordnet sein, über welche die Richtstellung der Waffe zur Freigabe der Waffe für Schießübungen erfasst wird. Auf diese Weise kann eine waffensensoriklose Bestimmung der Richtstellung der Waffe ermöglicht werden. Es können somit zwei voneinander unabhängige Sensoriken zur Bestimmung der Richtstellung in dem Fahrzeug ange-
20 ordnet sein. Hierdurch wird es zusätzlich möglich, die Sensoren der Waffe durch ein zweites Sensorsystem überprüfen zu können.

- Grundsätzlich ist es möglich, die zusätzlichen Sensoren identisch mit den für die Steuerung der Stellmotoren zum Richten der Waffe erforderlichen Sensoren auszubilden. Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht jedoch
25 vor, dass die Richtstellung der Waffe durch Inertialsensoren bestimmt wird. Derartige Inertialsensoren zeichnen sich durch eine besonders hohe Verfügbarkeit aus. Die Inertialsensoren können als Drehratensensoren, Beschleunigungssensoren und/oder Magnetfeldsensoren ausgebildet sein. Die Inertialsensoren

können als mikroelektromechanische Systeme (MEMS) ausgestaltet sein. Besonders bevorzugt wird die Richtstellung durch eine inertielle Messeinheit ermittelt, welche mehrere, insbesondere orthogonal angeordnete, Drehratensensoren und/oder mehrere, insbesondere orthogonal angeordnete, Beschleunigungssensoren und/oder mehrere, insbesondere orthogonal angeordnete, Magnetfeldsensoren aufweist. Um die Messgenauigkeit zu erhöhen, können zur Ermittlung der Richtstellung mehrere inertielle Messeinheiten verwendet werden, deren Messwerte miteinander kombiniert werden. Durch die Verwendung einer inertialen Messeinheit kann die Richtstellung unabhängig von der Schießbahn und unabhängig von möglichen Zielen erfolgen.

Vorteilhaft ist es, wenn die Inertialsensoren zusammen mit der Waffe gerichtet werden, so dass die Orientierung der Inertialsensoren mit der Richtstellung der Waffe zusammenfällt. Die Richtstellung der Waffe kann durch die Inertialsensoren unmittelbar erfasst werden. Konstruktiv kann vorgesehen sein, dass die Inertialsensoren auf einer Waffenwiege oder an einem Turm des Fahrzeugs angeordnet sind.

Ferner hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Inertialsensoren innerhalb eines richtbaren Turms des Fahrzeugs angeordnet sind. Auf diese Weise kann eine vor feindlichen Bedrohungen und Witterungseinflüssen geschützte Anordnung der Inertialsensoren ermöglicht werden. Auch kann hierdurch erreicht werden, dass die Sensoren störsicher angeordnet sind. Es ist einem Feind nicht möglich, die Inertialsensoren von außen zu erkennen und diese zu stören oder zu beeinflussen. Die Störsicherheit kann dadurch weiter erhöht werden.

Alternativ oder zusätzlich kann zur Bestimmung der Richtstellung der Waffe ein Satellitennavigations-Empfänger verwendet werden. Ein solcher Satelliten-

- 5 navigations-Empfänger weist in der Regel eine geringere Verfügbarkeit als ein Inertialsensor auf. Bevorzugt wird der Satellitennavigations-Empfänger zusätzlich zur Bestimmung der Richtstellung verwendet, da Inertialsensoren oftmals Driftphänomene zeigen, welche die Genauigkeit der Bestimmung der Richtstellung der Waffe reduzieren. Durch den Satellitennavigations-Empfänger kann der Drift der Inertialsensoren kompensiert werden. Der Satellitennavigations-Empfänger kann ebenfalls zur Ermittlung der Fahrzeugposition verwendet werden.
- 10 Es ist vorteilhaft, wenn die Richtstellung der Waffe zu deren Freigabe während der Schießübung mit dem Schießsektor verglichen wird. Es kann dann eine Freigabe der Waffe abhängig davon erfolgen, ob die Waffe in den Schießsektor gerichtet ist oder nicht.
- 15 Bevorzugt wird die Waffe freigegeben, wenn sich die Richtstellung der Waffe innerhalb des Schießsektors befindet. Alternativ kann die Waffe blockiert werden, wenn sich die Richtstellung der Waffe außerhalb des Schießsektors befindet.
- 20 Vorteilhaft ist es, wenn die Festlegung der Orientierung des Schießbereichs und die Freigabe der Waffe durch eine fahrzeugfeste Vorrichtung erfolgt, so dass eine autarke Funktionsweise der Steuerung sichergestellt wird.
- 25 Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird die Größe des Schießsektors an die Richtstellung der Waffe und/oder die Richtgeschwindigkeit der Waffe angepasst. Hierdurch können Verzögerungen, welche durch die Inertialsensoren und/oder die den Inertialsensoren nachgeschaltete Datenverarbeitungslogik hervorgerufen werden, berücksichtigt werden. Der Schießsektor kann verkleinert werden, wenn sich die Richtstellung der Waffe innerhalb

des Schießsektors befindet und/oder wenn die Richtgeschwindigkeit einen Schwellenwert größer/gleich Null überschreitet, so dass die Freigabe der Waffe bei einer Richtbewegung aus dem Schießsektor heraus nicht zu spät zurückgenommen wird. Der Schießsektor kann also, wenn die Waffe innerhalb des

5 Schießsektors gerichtet ist, kleiner sein als wenn die Waffe außerhalb des Schießsektors gerichtet ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass eine Schießbahn in Teilbereiche unterteilt und die Orientierung des Schießsektors in jedem Teil-

10 bereich festgelegt und beibehalten wird. Aufgrund der Form der Schießbahn kann es erforderlich sein, die Orientierung des Schießsektors während der Bewegung des Fahrzeugs entlang einer Schießbahn neu festzulegen, so dass sicher gestellt werden kann, dass eine Freigabe der Waffe nur erfolgt, wenn die Orientierung des Schießsektors der Orientierung der Schießbahn entspricht.

15 Die Anpassung der Orientierung des Schießsektors kann dabei bevorzugt automatisch erfolgen. So kann auch beispielsweise auf großen Schießbahnen sichergestellt werden, dass die Waffe nur freigegeben wird, wenn sich diese innerhalb des vorgegebenen Schießsektors befindet. So können Richtungsänderungen der Schießbahn bei der Schussfreigabe mit einbezogen werden.

20

In diesem Zusammenhang ist es von Vorteil, wenn die Orientierung des Schießsektors beim Überqueren des Fahrzeugs einer in einem Teilbereich angeordneten Positionslinie festgelegt wird. Zur Neufestlegung der Orientierung des Schießsektors an die Schießbahn kann die mittels des Satellitennavigations-

25 Empfängers ermittelte Position des Fahrzeugs mit in der Steuervorrichtung hinterlegten georeferenzierten Grenzpunkten sowie von Positionslinien verglichen werden. So kann festgestellt werden, ob sich das Fahrzeug in einem neuen Teilbereich befindet und daher eine Neufestlegung der Orientierung des Schießsektors erforderlich ist. Hierzu können Grenzpunkte entlang des Schieß-

bahnverlaufs angeordnet werden, welche die jeweiligen Teilbereiche der Schießbahn definieren. In einem Abstand zu den Grenzpunkten können Positionslinien festgelegt werden, welche bevorzugt vor den Grenzpunkten liegen, an denen die Neufestlegung der Orientierung erfolgen soll. So kann sichergestellt werden, dass eine Neufestlegung rechtzeitig erfolgt, wodurch die Schießsicherheit weiter erhöht werden kann. Durch die kontinuierliche Neufestlegung des Schießsektors in den verschiedenen Teilbereichen der Schießbahn kann erreicht werden, dass der Schießsektor eine Orientierung aufweist, welche der Orientierung der Schießbahn entspricht.

10

Es ist ferner von Vorteil, wenn der Schießsektor einen Azimutwinkel einschließt, welcher bei Bewegung des Fahrzeugs beibehalten wird. Der Azimutwinkel kann von den Grenzlinien eingeschlossen werden, welche den Schießsektor aufspannen. Eine durch den Azimutwinkel verlaufende Mittellinie kann dabei die Orientierung des Schießsektors festlegen. Diese Orientierung wird auch während der Bewegung des Fahrzeugs in einem Teilbereich beibehalten.

15

Alternativ kann der Schießsektor einen Azimutwinkel einschließen, welcher bei Bewegung des Fahrzeugs verändert wird, wobei die Orientierung jedoch ebenfalls beibehalten wird. Die Orientierung des Schießsektors kann dabei durch die Grenzpunkte festgelegt werden. Diese wird während der Bewegung des Fahrzeugs in einem Teilbereich beibehalten. Da die Grenzpunkte als Orientierungspunkte dienen, ist es zur Beibehaltung der Orientierung notwendig, dass sich der Azimutwinkel des Schießsektors während der Bewegung des Fahrzeugs verändert. Die Festlegung der Orientierung kann beim Eintritt in einen neuen Teilbereich festgelegt und in diesem beibehalten werden. So kann auf einfache Weise sichergestellt werden, dass eine Freigabe der Waffe nur dann erfolgt, wenn die Orientierung des Schießsektors der Orientierung der Schießbahn entspricht.

20

25

In diesem Zusammenhang ist es bevorzugt, wenn der Schießsektor über Grenzpunkte festgelegt wird und die Grenzpunkte bei Bewegung des Fahrzeugs beibehalten werden. Die Orientierung des Schießsektors wird dabei weiterhin beibehalten, da diese ebenfalls über die Grenzpunkte festgelegt wird. Inso-

5 weit wird lediglich der Azimutwinkels des Schießsektors verändert. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass der Schießsektor die gesamte Schießbahn zwischen den Grenzpunkten abdeckt. Bevorzugt können die Grenzpunkte dabei als Schießbahnbegrenzungspunkte ausgebildet sein.

10 Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen nachfolgend anhand des in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert werden. Hierin zeigt:

15 Fig. 1 in einer schematischen Draufsicht ein Übungsgelände,

Fig. 2 in einer schematischen Draufsicht ein Fahrzeug und einen Schießsektor in einer ersten Stellung des Fahrzeugs (a), bei Drehung des Fahrzeugs (b) und bei Bewegung des Fahrzeugs (c),

20

Fig. 3 eine schematische Seitenansicht des Fahrzeugs und des Schießsektors mit unterschiedlichen Richtstellungen der Waffe und Neigungen des Fahrzeugs,

25 Fig. 4 eine schematische Seitenansicht des Fahrzeugs und den Schießsektors zur Veranschaulichung erforderlicher Sicherheitsbereiche,

Fig. 5 eine Steuerungsvorrichtung zur Festlegung des Schießsektors,

Fig. 6 eine seitliche Schnittdarstellung eines Turms des Fahrzeugs,

Fig. 7 eine Draufsicht auf den Turm nach Fig. 6,

5 Fig. 8 eine schematische Draufsicht einer ersten Ausführungsvariante der Festlegung der Orientierung des Schießsektors in einem Übungsgelände, und

10 Fig. 9 eine schematische Draufsicht einer zweiten Ausführungsvariante der Festlegung der Orientierung des Schießsektors in einem Übungsgelände.

In der Fig. 1 ist ein Übungsgelände 15 zur Durchführung von Schießübungen dargestellt. Das Übungsgelände 15 ist nach Art eines Truppenübungsplatzes
15 ausgestaltet und weist eine Leitstelle 18 auf, mit welcher auf dem Übungsgelände 15 befindliche Fahrzeuge 1 in Funkkontakt stehen. Auf dem Übungsgelände 15 ist eine Schießbahn 16 eingerichtet, auf welcher Schüsse abgegeben werden können. Zu Übungszwecken sind auf der Schießbahn 16 mehrere Ziel-
objekte 17 angeordnet, welche Übungsziele für Schießübungen bilden. Um un-
20 terschiedliche Schieß-Entfernungen zu trainieren, sollte das Fahrzeug auf der Schießbahn fahren können.

In den Fig. 2 bis Fig. 4 ist ein als Kampfpanzer ausgebildetes militärisches Fahrzeug 1 dargestellt, welches ein als gepanzerte Wanne 2 ausgebildetes
25 Fahrgestell mit einem Kettenfahrwerk 5 sowie einen gegenüber dem Fahrgestell 2 drehbar gelagerten Turm 3 aufweist. An dem Turm 3 ist eine Waffe 4 angeordnet, welche durch Drehung des Turms 3 in Azimut gerichtet werden kann. Ferner ist die Waffe 4 gegenüber dem Turm 3 höhenrichtbar ausgebildet, so dass die Waffe 4 zusätzlich auch in Elevation gerichtet werden kann.

Die Betätigung der Waffe 4 erfolgt über eine Feuerleitanlage, welche eine Sensorik zur Ermittlung der Richtstellung der Waffe 4 aufweist. Diese Sensorik ermittelt die Richtstellung R der Waffe in Azimut und Elevation. Die durch die Waffensensoren ermittelten Messwerte bilden die Grundlage für die Steuerung von Stellmotoren zum Richten der Waffe 4 in Azimut und Elevation.

Zudem ist an dem Fahrzeug 1 eine von der Feuerleitanlage unabhängige Steuervorrichtung vorgesehen, mit welcher das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung der richtbaren Waffe 4 des Fahrzeugs 1 ausgeführt wird. Die Steuervorrichtung wird bei Schießübungen verwendet, um Besatzungsmitglieder im Umgang mit dem Fahrzeug 1 und/oder der Waffe 4 zu trainieren.

Um beim Training zu verhindern, dass Schüsse in den Bereich außerhalb der in Fig. 1 gezeigten Schießbahn 16, wie etwa auf außerhalb des Übungsgeländes gelegene Objekte 19, abgegeben werden können, wird vor Beginn der Schießübung ein Schießsektor S festgelegt, in welchen geschossen werden darf. Die Orientierung des Schießsektors S wird dabei derart festgelegt, dass sie mit der Orientierung einer Schießbahn 16 übereinstimmt. Der Schießsektor S ist im Wesentlichen nach Art einer schiefen Pyramide ausgebildet. Wie der Darstellung in Fig. 2a zu entnehmen ist, wird der Schießsektor S in Azimut durch zwei Grenzlinien begrenzt, welche jeweils von einem fahrzeugfesten Grenzpunkt D ausgehen und vorgegebene Grenzpunkte A und B schneiden. Der fahrzeugfeste Grenzpunkt D bildet dabei den Scheitelpunkt und die Grenzlinien bilden die Schenkel eines Azimutwinkels σ . In Elevation wird der Schießsektor S zum einen durch eine Horizontale begrenzt, welche durch den fahrzeugfesten Grenzpunkt D verläuft, und zum anderen durch eine vom fahrzeugfesten Grenzpunkt D ausgehende Gerade, welche einen dritten vorgegebenen

Grenzpunkt C schneidet. Die Horizontale und die Grenzlinie durch den Grenzpunkt C schließen dabei einen Elevationswinkel α ein.

- Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist zudem vorgesehen, dass die festgelegte Orientierung des Schießsektors S bei Bewegung des Fahrzeugs 1 beibehalten wird. Insofern wird der Schießsektor S bei Bewegung des Fahrzeugs 1 derart mit dem Fahrzeug 1 mitbewegt, dass die Orientierung des Schießsektors S in Relation zur Schießbahn 16 beibehalten wird. Hierdurch wird es möglich, das Fahrzeug 1 während der Schießübung, wie in Fig. 2b dargestellt, gegenüber der ursprünglichen Stellung zu drehen, ohne dass der Schießsektor S erneut auf die Schießbahn 16 festgelegt werden müsste. Die festgelegte Orientierung des Schießsektors S bleibt bei einer Drehung des Fahrzeugs 1 erhalten. Ferner kann das Fahrzeug 1 verfahren werden, wie es in Fig. 2c dargestellt ist, wobei die Orientierung des Schießsektors S unverändert bleibt. Auch beim Ver-
- 15 fahren des Fahrzeugs 1 ist daher eine erneute Festlegung des Schießsektors S nicht erforderlich. Das Fahrzeug 1 kann damit auch auf einer Kurvenbahn näher an das Ziel 17 heranfahren, um zu Trainingszwecken die Entfernung zum Ziel 17 zu verändern.
- 20 Die Fig. 2b und Fig. 2c zeigen verschiedene Beispiele von Bewegungen des Fahrzeugs 1, bei denen die Orientierung des Fahrzeugs 1 in Azimut verändert wird, wobei sich die Orientierung des Schießsektors S in Azimut und Elevation nicht verändert. Die Orientierung des Schießsektors S wird jedoch auch bei Veränderungen der Orientierung des Fahrzeugs 1 in Elevation beibehalten, wie
- 25 den Darstellungen in Fig. 3 zu entnehmen ist. Solche Orientierungsänderungen des Fahrzeugs 1 können sich beispielsweise beim Befahren von unebenem Gelände ergeben und in einem Kippen des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen äußern. Auch bei Bewegungen des Fahrzeugs 1 in Elevation wird der Schießsek-

tor S derart mitbewegt, dass die festgelegte Orientierung des Schießsektors S in Azimut und Elevation beibehalten wird.

Die Freigabe der Waffe 4 erfolgt immer dann, wenn sich die Richtstellung R
5 der Waffe 4 innerhalb des Schießsektors S befindet. Hierzu wird die Richtstellung R der Waffe 4 während der Schießübung kontinuierlich oder vor Abgabe eines Schusses mit dem Schießsektor S verglichen. Beispielsweise erfolgt eine Freigabe der Waffe 4 bei einer Richtstellung R wie sie in der Fig. 2a, Fig. 3a oder Fig. 4 gezeigt ist. Eine Freigabe der Waffe 4 erfolgt nicht, wenn sich die
10 Richtstellung R der Waffe außerhalb des Schießsektors S befindet, wie z.B. in Fig. 2b, Fig. 3b oder Fig. 3c gezeigt.

Alternativ kann die Waffe 4 blockiert werden, wenn die Waffe 4 außerhalb des Schießsektor S gerichtet ist und die Blockierung aufgehoben werden, wenn die
15 Waffe 4 in den Schießsektor S gerichtet ist.

Bevor auf Einzelheiten der Bewegung des Schießsektors S zusammen mit dem Fahrzeug 1 eingegangen wird, soll zunächst beschrieben werden, wie der Schießsektor S festgelegt wird.

20

Die Festlegung des Schießsektors S und insbesondere seiner Orientierung erfolgt ausschließlich durch fahrzeugfeste Vorrichtungen 6, 7, 8. Eine Steuerung durch die von dem Fahrzeug 1 getrennte Leitstelle 18 ist nicht erforderlich. Insofern handelt es sich um ein autarkes Steuerungsverfahren für Schießübungen. Vor der eigentlichen Schießübung wird die Waffe 4 auf verschiedene
25 Grenzpunkte A, B, C des Schießsektors S gerichtet, um die Grenzen und damit auch die Winkel σ , α des Schießsektors S zu definieren. Hierbei kommt ein Bediengerät 8 der Steuervorrichtung zur Anwendung, welches in Fig. 5 dargestellt ist.

- Das Bediengerät 8 weist mehrere als Taster ausgebildete Bedienelemente 9, 10, 11, 12 auf, über welche Grenzpunkte A, B, C des Schießsektors S definiert werden können. Zunächst wird die Waffe 4 über die Feuerleitanlage des Fahrzeugs 1 auf einen Grenzpunkt A am linken Grenzbereich der Schießbahn 16 gerichtet. Die Richtstellung R der Waffe 4 wird über eine Zieloptik überprüft. Sodann wird das Bedienelement 10 betätigt, wodurch die momentane Richtstellung R der Waffe 4 als linke Grenze des Schießsektors S zwischengespeichert wird. In einem nächsten Schritt wird die Waffe 4 über die Feuerleitanlage auf einen Grenzpunkt B im rechten Grenzbereich der Schießbahn 16 gerichtet. Es wird nun das Bedienelement 11 betätigt, wodurch die momentane Richtstellung R der Waffe 4 als rechte Grenze des Schießsektors S zwischengespeichert wird. In einem weiteren Schritt wird die Waffe 4 auf eine für die jeweilige Schießbahn 16 maximal zulässige Elevation α gerichtet. In dieser Stellung ist die Waffe 4 auf einen Elevationsgrenzpunkt C gerichtet. In der maximalen Elevationsstellung der Waffe 4 wird das Bedienelement 9 betätigt, wodurch die momentane Richtstellung R der Waffe 4 als obere Grenze des Schießsektors S zwischengespeichert wird. Abgeschlossen wird die Festlegung des Schießsektors S durch Betätigung der Taste 12. Hierdurch werden die zwischengespeicherten Werte für die rechte, linke und obere Grenze des Schießsektors S als neue Grenzen des Schießsektors S übernommen. Auch der Azimutwinkel σ sowie der Elevationswinkel α werden in der Steuervorrichtung hinterlegt.
- Die Richtstellung R der Waffe 4 wird sowohl zur Festlegung des Schießsektors S als auch zum Vergleich mit dem festgelegten Schießsektor S während der Schießübung relativ zu einem fahrzeugunabhängigen Raumkoordinatensystem mit den Raumrichtungen x, y, und z bestimmt, vgl. Fig. 2a und Fig. 4. Somit ist die Richtstellung R der Waffe 4 stets relativ zu der Umgebung des Fahr-

zeugs 1 bekannt, was den Vorteil mit sich bringt, dass der Schießsektor S relativ zu einem fahrzeugunabhängigen Raumkoordinatensystem x, y, z bestimmt wird. Insofern wird der Schießsektor S unabhängig von der Orientierung des Fahrzeugs 1 definiert.

5

Die Erfassung der Richtstellung R für die Festlegung des Schießsektors S und den anschließenden Vergleich mit dem Schießsektor S erfolgt unabhängig von der Sensorik der Feuerleitanlage. Bei dem Fahrzeug 1 sind von der Feuerleit-
anlage unabhängige inertielle Messeinheiten 6 zur Ermittlung der Richtstel-
lung R vorgesehen. Die inertialen Messeinheiten 6 umfassen jeweils mehrere
Inertialsensoren 13, welche als Drehratensensoren, Beschleunigungssensoren
und Magnetfeldsensoren ausgebildet sind. Die Inertialsensoren 13 sind Teil ei-
nes inertialen Navigationssystems (INS), über welches die Richtstellung R in
einem fahrzeugunabhängigen Koordinatensystem ermittelt wird. Die Richtstel-
lung R wird durch drei orthogonal angeordnete Drehratensensoren sowie drei
orthogonal angeordnete Beschleunigungssensoren und drei orthogonal ange-
ordnete Magnetfeldsensoren ermittelt. Die Inertialsensoren 13 sind im Inneren
des Turms 3 auf der Waffenwiege angeordnet, so dass diese zusammen mit der
Waffe 4 in Azimut und Elevation gerichtet werden, vgl. Fig. 6 und Fig. 7. Auf
diese Weise kann sichergestellt werden, dass die Orientierung der Inertialsen-
soren 13 mit der Richtstellung R der Waffe 4 übereinstimmt. Durch die Anord-
nung im Inneren des Turms 3 sind die Inertialsensoren 13 vor äußeren Einwir-
kungen und insbesondere vor Störeinflüssen geschützt. Es ist für einen Gegner
nicht direkt ersichtlich, an welcher Position die Inertialsensoren 13 angeordnet
sind, so dass eine Störung oder Beeinflussung verhindert werden kann. Auch ist
es durch die Verwendung von Inertialsensoren 13 möglich, Fehlerquellen, wie
diese beispielsweise durch Verdeckungen, Ablenkungen oder dergleichen auf-
treten können, zu minimieren.

Um das Ausfallrisiko des Steuerungssystems zu verringern, sind an dem Fahrzeug 1 zwei identische inertielle Messeinheiten 6 angeordnet, so dass beim Ausfall einer der beiden Einheiten 6 die Bestimmung der Richtstellung R über die jeweils andere Einheit 6 erfolgen kann. Sind beide inertielle Messeinheiten 6
5 funktionsfähig, können die Messwerte beider Einheiten 6 interpoliert werden, um die Genauigkeit der Messung zu erhöhen.

An dem Turm 3 ist zusätzlich ein Satellitennavigations-Empfänger 7 angeordnet, welcher z.B. als GPS-Empfänger oder ein anderes Satellitennavigations-
10 system ausgebildet sein kann. Über den Satellitennavigations-Empfänger 7 können zusätzliche Positionsdaten der Waffe 4 ermittelt werden, welche zur Kompensation von Driftphänomenen der Inertialsensoren herangezogen werden.

15 Die Inertialsensoren 13 und auch die den Inertialsensoren 13 nachgeschaltete Datenverarbeitungslogik weisen jeweils Signalverzögerungen auf, die bei dem Steuerungsverfahren zu berücksichtigen sind. Um diese Verzögerungen bei Richtbewegungen der Waffe zu kompensieren, wird die Größe des Schießsektors S an die Richtstellung R der Waffe 4 und/oder an die aktuelle Richtbewe-
20 gung der Waffe 4 angepasst, was anhand der Darstellungen in Fig. 2a und Fig. 4 erläutert werden soll.

Wenn die Richtstellung R innerhalb des Schießsektors S liegt und/oder wenn die Waffe 4 gerichtet wird, wird der Schießsektor S verkleinert, was in der Fig.
25 2a und Fig. 4 durch die Grenzpunkte A'', B'' und C'' dargestellt ist. Hierdurch wird der Gefahr begegnet, dass ohne Anpassung die Schussfreigabe der Waffe 4 bei einer schnellen Richtbewegung aus dem Schießsektor S heraus erst bei den Punkten A', B' und C' und somit verspätet blockiert würde. Dieser Um-

stand ist bereits im Vorfeld, bei der Sicherheitsplanung des Schießsektors S, zu berücksichtigen.

Im umgekehrten Fall, also dann wenn sich die Richtstellung R der Waffe 4 außerhalb des Schießsektors S befindet, erfolgt die Freigabe der Waffe 4 bei Einschwenken der Waffe 4 in den Schießbereich aufgrund der oben genannten Verzögerungen von sich aus verspätet, so dass der Schießsektor nicht verkleinert werden muss. Dieser Umstand ist bereits im Vorfeld, bei der Sicherheitsplanung des Schießsektors S, zu berücksichtigen.

10

Um die Sicherheit des Systems insbesondere bei großen Schießbahnen 16 weiter zu erhöhen, ist es von Vorteil, wenn die Orientierung des durch das System freigegebenen Schießsektors S während der Bewegung des Fahrzeugs 1 entlang der Schießbahn 16 an bestimmten Stellen neu festgelegt wird. Dieses Verfahren soll nachfolgend anhand der Darstellungen in den Fig. 8 und 9 näher beschrieben werden.

Große Schießbahnen 16 sind häufig in mehrere Bereiche unterteilt, in welchen sich ein Fahrzeug 1 während einer Schießübung befinden kann. Diese Bereiche werden durch unterschiedliche in der Tiefe gestaffelt angeordnete Grenzpunkte A_1 , B_1 , A_2 , B_2 , A_3 , B_3 definiert. So zeigt beispielsweise die Darstellung in der Fig. 8 einen ersten Bereich, welcher vom Anfang der Schießbahn 16 bis hin zu den ersten Grenzpunkten A_1 , B_1 reicht. Ein zweiter Bereich liegt dann zwischen den ersten Grenzpunkten A_1 , B_1 und den zweiten Grenzpunkten A_2 , B_2 . Auf ähnliche Weise können auch weitere Bereiche definiert werden.

Bei solch großen Schießbahnen 16 kann es vorkommen, dass bei Beibehaltung der einmalig zu Beginn des Schießtrainings festgelegten Orientierung des Schießsektors S die Waffe 4 den Sicherheitsbereich verlassen kann und somit

eine Gefährdung entsteht. Um dies zu verhindern ist es erforderlich, die Orientierung des Schießsektors S, S', S'' kontinuierlich an den jeweiligen Bereich der Schießbahn 16 anzupassen. Dies kann beispielsweise mit einer automatischen Schießsektor-Anpassung realisiert werden.

5

Um feststellen zu können, in welchem Bereich sich das Fahrzeug 1 gerade befindet, können in den einzelnen Teilbereichen der Schießbahn 16 Positionslinien 20, 20', 20'' definiert werden, an welchen eine Festlegung der Orientierung des Schießsektors S, S', S'' erfolgen soll. Wird eine solche Positionslinie
10 20, 20', 20'' von dem Fahrzeug 1 überquert, wird der Schießsektor S, S', S'' neu festgelegt und initialisiert, so dass die Orientierung dann an den jeweiligen Teilbereich der Schießbahn 16 angepasst ist. Die Orientierung wird dann während der Bewegung des Fahrzeugs 1 in einem Teilbereich beibehalten.

15 Die Position und Fahrbewegung des Fahrzeugs 1 kann dabei kontinuierlich mittels des Satellitennavigations-Empfängers 7 ermittelt und in der Steuervorrichtung hinterlegt werden. Um nun feststellen zu können, an welcher Stelle bzw. in welchem Teilbereich der Schießbahn 16 sich das Fahrzeug 1 befindet und ob eine Neufestlegung der Orientierung des Schießsektors S, S', S'' erforderlich
20 ist, können die vom Satellitennavigations-Empfänger 7 ermittelten Positionsdaten des Fahrzeugs 1 mit in der Steuervorrichtung hinterlegten georeferenzierten Grenzpunkte A₁, B₁, A₂, B₂, A₃, B₃ sowie den Positionslinien 20, 20', 20'' verglichen werden. Wird bei dem Vergleich festgestellt, dass das Fahrzeug 1 einen Teilbereich verlässt und in einen neuen Teilbereich eintritt, ist es er-
25 forderlich, die Orientierung des Schießsektors S, S', S'' neu festzulegen, welche dann wiederum in diesem Teilbereich beibehalten wird. Die Orientierung kann dabei auf verschiedene Weisen festgelegt werden.

Eine erste Möglichkeit ist in der Fig. 8 dargestellt und wurde auch bereits zu den vorstehend beschriebenen Figuren erläutert. Ein erster Schießsektor S wird beim Überfahren der ersten Positionslinie 20 in seiner Orientierung festgelegt. Dies bedeutet, dass der Azimutwinkel σ über den gesamten Teilbereich
5 gleich bleibt und der Schießsektor S entlang der Mittellinie zwischen den beiden den Winkel σ einschließenden Grenzlinien die Orientierung festlegt. Bewegt sich das Fahrzeug 1 nun entlang einer beliebigen Fahrkurve, so wird diese Orientierung des Schießsektors S solange beibehalten, bis das Fahrzeug 1 die nächste Positionslinie 20' überquert und damit angezeigt wird, dass sich
10 das Fahrzeug 1 in einem neuen Teilbereich der Schießbahn 16 befindet.

Die Positionslinien 20, 20', 20'' sind dabei jeweils in einem ausreichenden Abstand vor den zugehörigen Grenzpunkte A₁, B₁, A₂, B₂, A₃, B₃ angeordnet, so dass sichergestellt werden kann, dass eine Neufestlegung der Orientierung des
15 Schießsektors S, S', S'' rechtzeitig erfolgt und ein Herausschießen aus der Schießbahn 16 nicht möglich ist.

Durch das Überqueren der Positionslinie 20' kann durch den Vergleich der von dem Satellitennavigations-Empfänger 7 ermittelten Fahrzeugposition und den
20 hinterlegten georeferenzierten Grenzpunkte A₁, B₁, A₂, B₂, A₃, B₃ sowie den Positionslinien 20, 20', 20'' in der Steuervorrichtung festgestellt werden, dass sich das Fahrzeug 1 nunmehr in einem neuen Teilbereich der Schießbahn 16 befindet und daher eine Neufestlegung des Schießsektors S erforderlich ist. Entsprechend wird die Orientierung des Schießsektors S neu berechnet, so dass
25 die Orientierung dann dem Schießsektor S' entspricht. Folglich wird auch beim Überqueren weiterer Positionslinien 20'' der Schießsektor S' angepasst, so dass sichergestellt werden kann, dass eine Freigabe der Waffe 4 nur dann erfolgt, wenn keine Gefahr besteht.

Eine zweite, alternative Möglichkeit der Festlegung der Orientierung des Schießsektors S , S' , S'' ist in Fig. 9 dargestellt. Dort wird die Orientierung des Schießsektors S , S' , S'' nicht über eine Mittellinie zwischen den Grenzlinien definiert sondern vielmehr über die Grenzpunkte A_1 , B_1 , A_2 , B_2 , A_3 , B_3 selbst.

5 Zu Beginn der Übung wird die Orientierung eines ersten Schießsektors S auf bekannte Weise festgelegt, während das Fahrzeug 1 auf der Positionslinie 20 steht. Bewegt sich das Fahrzeug 1 nun entlang einer Fahrkurve auf der Schießbahn 16, verändert sich der Winkel σ des Schießsektors S , die Orientierung, welche über die Grenzpunkte A_1 , B_1 festgelegt ist, wird jedoch beibehalten.

10

Überquert das Fahrzeug 1 nun eine zweite Positionslinie 20' wird ähnlich wie bereits zu Fig. 8 beschrieben, die Orientierung des Schießsektors S neu festgelegt und dann bei Bewegung des Fahrzeugs 1 in dem neuen Teilbereich beibehalten. Der nun aufgespannte Schießsektor S' nutzt die Grenzpunkte A_2 , B_2 als
15 Orientierungsgrenzpunkte, so dass die Orientierung des Schießsektors S' über diese festgelegt wird. Der Schießsektor S , S' , S'' wird dabei über die Grenzpunkte A_1 , B_1 , A_2 , B_2 , A_3 , B_3 festgelegt, wobei die Grenzpunkte A_1 , B_1 , A_2 , B_2 , A_3 , B_3 bei Bewegung des Fahrzeugs 1 als Festlegungspunkte beibehalten werden. Aufgrund dessen bleibt die Orientierung des Schießsektors S , S' , S'' erhalten,
20 ten, allerdings ändert sich der Azimutwinkel σ . Auf diese Weise wird die Orientierung des Schießsektors S , S' , S'' beibehalten, der Azimutwinkel σ des Schießsektors S , S' , S'' wird jedoch dynamisch innerhalb eines jeden Teilbereichs angepasst, so dass auch hier eine sichere Schussfreigabe erreicht werden kann.

25

Bei dem vorstehend beschriebenen Verfahren zur Steuerung einer richtbaren Waffe 4 eines Fahrzeugs 1 bei Schießübungen, bei welchem die Orientierung eines Schießsektors S , in welchem geschossen werden darf, festgelegt wird,

wird die festgelegte Orientierung bei Bewegung des Fahrzeugs 1 beibehalten. Hierdurch wird es möglich, dass das Fahrzeug 1 während der Schießübung bewegt werden kann, ohne dass die Orientierung des Schießbereichs S verändert wird.

Bezugszeichen:

	1	Fahrzeug
	2	Wanne
5	3	Turm
	4	Waffe
	5	Kettenfahrwerk
	6	Messeinheit
	7	Satellitennavigations-Empfänger
10	8	Bediengerät
	9, 10, 11, 12	Taste
	13	Inertialsensor
	14	Freigabevorrichtung
	15	Übungsgelände
15	16	Schießbahn
	17	Ziel
	18	Leitstelle
	19	Objekt
	20, 20', 20''	Positionslinie
20		
	A, B, C	Grenzpunkte
	A ₁ , A ₂ , A ₃	linke Grenzpunkte
	B ₁ , B ₂ , B ₃	rechte Grenzpunkte
	D	fahrzeugfester Punkt
25	R	Richtstellung der Waffe
	S, S', S''	Schießsektor
	x, y, z	Raumrichtungen
	α	maximale Elevation
	σ	Azimutwinkel

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Steuerung einer richtbaren Waffe (4) eines Fahrzeugs (1)
5 bei Schießübungen, wobei die Orientierung eines Schießsektors (S, S', S''), in welchen geschossen werden darf, festgelegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die festgelegte Orientierung bei Bewegung des Fahrzeugs (1) beibehalten wird.
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Orientierung des Schießsektors (S, S', S'') festgelegt wird, indem die Waffe (4) auf Grenzpunkte (A, B, C) des Schießsektors (S, S', S'') gerichtet wird.
- 15 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Richtstellung (R) der Waffe (4) relativ zu einem fahrzeugunabhängigen Raumkoordinatensystem bestimmt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Richtstellung (R) der Waffe (4) unabhängig von einer Sensorik der Waffe (4) bestimmt wird.
20
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Richtstellung (R) der Waffe (4) durch Inertialsensoren (13) bestimmt wird.
25
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Inertialsensoren (13) zusammen mit der Waffe (4) gerichtet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Inertialsensoren (13) an einem richtbaren Turm (3) des Fahrzeugs (1) angeordnet sind.
- 5 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Richtstellung (R), insbesondere zusätzlich, ein Satellitennavigations-Empfänger (7) verwendet wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Richtstellung (R) der Waffe (4) zu deren Freigabe während der Schießübung mit dem Schießsektor (S, S', S'') verglichen wird.
10
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Waffe (4) freigegeben wird, wenn sich die Richtstellung (R) der Waffe (4) innerhalb des Schießsektors (S, S', S'') befindet.
15
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe des Schießsektors (S, S', S'') an die Richtstellung (R) der Waffe (4) und/oder die Richtgeschwindigkeit der Waffe (4) angepasst wird.
20
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Festlegung der Orientierung und die Freigabe der Waffe (4) durch eine fahrzeugfeste Vorrichtung (14) erfolgt.
25
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schießbahn (16) in Teilbereiche unterteilt ist und die Orientierung des Schießsektors (S, S', S'') in jedem Teilbereich fest-

gelegt und beibehalten wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Orientierung des Schießsektors (S , S' , S'') beim Überqueren des Fahrzeugs (1) einer in einem Teilbereich angeordneten Positionslinie (20 , $20'$, $20''$) festgelegt wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schießsektor (S , S' , S'') einen Azimutwinkel (σ) einschließt, welcher bei Bewegung des Fahrzeugs (1) beibehalten wird.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schießsektor (S , S' , S'') einen Azimutwinkel (σ) einschließt, welcher bei Bewegung des Fahrzeugs (1) verändert wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Schießsektor (S , S' , S'') über Grenzpunkte (A_1 , B_1 , A_2 , B_2 , A_3 , B_3) festgelegt wird und die Grenzpunkte (A_1 , B_1 , A_2 , B_2 , A_3 , B_3) bei Bewegung des Fahrzeugs (1) beibehalten werden.