



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.10.2010 Patentblatt 2010/43

(51) Int Cl.:
F41G 3/26 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09158664.4**

(22) Anmeldetag: **23.04.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

• **Thier, Volker**
98693, Ilmenau (DE)
• **Markert, Martin**
98617, Meiningen (DE)

(71) Anmelder: **e.sigma Technology AG**
98693 Ilmenau (DE)

(74) Vertreter: **Engel, Christoph Klaus**
Engel Patentanwaltskanzlei
Marktplatz 6
98527 Suhl/Thüringen (DE)

(72) Erfinder:
• **Müllner, Josef**
32600, Plzen (CZ)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung des Zielpunktes einer Beobachtungseinheit, insbesondere eines Schusswaffensimulators**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung des Zielpunktes (03) einer Beobachtungseinheit (09). Sie umfasst einen Zielbereich (02); einen Abtastlinienprojektor (06), welcher mindestens zwei nicht parallele Abtastlinien (05a, 05b) projiziert und über den Zielbereich (02) verschiebt; eine Steuereinheit (07), welche die Verschiebung der Abtastlinien (05a, 05b) steuert; und einen optischen Zielpunktdetektor (08), der jeweils ein Zielpunktsignal an die Steuereinheit (07) liefert, wenn eine Abtastlinie (05a, 05b) erkannt wird. Die Steuereinheit bestimmt (07) die Position jeder Abtastlinie (05a, 05b) im Zielbereich (02) zum Zeitpunkt der Erkennung durch den Zielpunktdetektor (08) und gibt den virtuellen Schnittpunkt der beiden Abtastlinien (05a, 05b) in diesem Zeitpunkt als Zielpunkt (03) aus.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Bestimmung des Zielpunktes (03) einer Beobachtungseinheit (09).

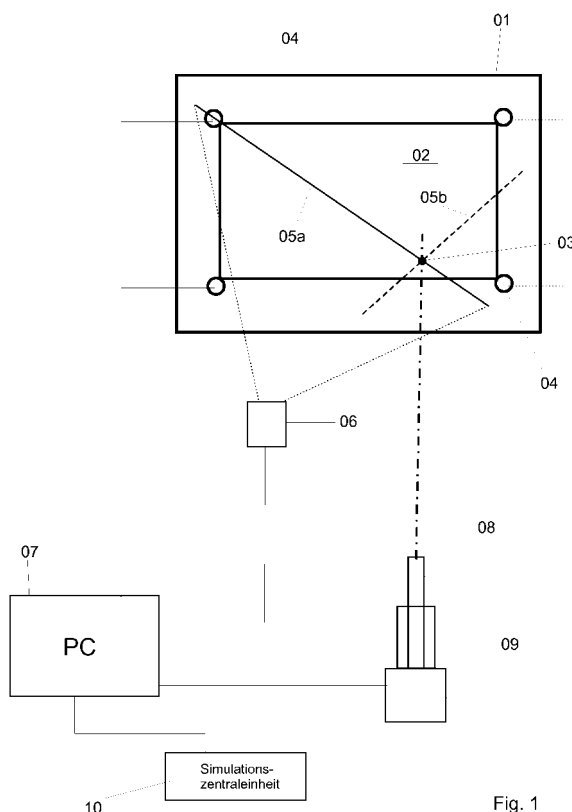


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Bestimmung des Zielpunktes einer Beobachtungseinheit.

[0002] Eine gattungsgemäße Beobachtungseinheit kann mit unterschiedlichen Geräten, beispielsweise Kameras, Sichtgeräten oder Schusswaffensimulatoren kombiniert werden. Die erfindungsgemäße Beobachtungseinheit eignet sich z.B. für die Bestimmung des Zielpunktes bzw. der Blickrichtung einer Kamera, was für die Bildaufzeichnung und -verarbeitung in virtuellen Studios von besonderer Bedeutung ist. Die erfindungsgemäße Beobachtungseinrichtung gestattet die präzise Bestimmung des von einer Kamera aufgenommenen Bildbereichs.

[0003] Die erfindungsgemäße Beobachtungseinrichtung kann auch an Sichtgeräten angebracht werden, um einen vom Nutzer ins Blickfeld genommen Ausschnitt aus einem projizierten Bild zu ermitteln. Die Kenntnis des anvisierten Bildausschnitts gestattet beispielsweise die situations- oder aktionsabhängige Einspielung unterschiedlicher Bilder auf einem Sichtschirm oder einer Projektionsfläche.

[0004] Ein weiteres Anwendungsfeld eröffnet sich für die erfindungsgemäße Beobachtungseinrichtung bei der Steuerung bzw. Überwachung von Robotern, insbesondere Industrierobotern. In Bezug auf die Qualität der von Robotern zu erledigenden Aufgaben spielen vor allem Passungsfragen eine Rolle, die von der Fähigkeit des Roboters abhängen, eine bestimmte Raumposition sehr genau anfahren zu können. Ein vielversprechender Weg dazu ist die externe Überwachung des Roboters und die präzise Ermittlung seiner Position im Raum. Bekannt ist, hierzu ein Mehrkameramesssystem zur flexiblen Positionsbestimmung einzusetzen, welches die Erhöhung der Absolutgenauigkeit ermöglicht. Das bekannte Messsystem arbeitet mit mehreren hochauflösenden und kalibrierten Messkameras, die den Arbeitsraum des Industrieroboters überwachen. Auf dem Endeffektor des Industrieroboters sind entsprechende Zielmarkierungen angebracht, mit denen es möglich ist, die Position und Orientierung des Endeffektors zu bestimmen. Der technische Aufwand ist dabei hoch. Die vorliegende Erfindung kann auch für solche Positionsbestimmungen von Endeffektoren an Robotern vorteilhaft eingesetzt werden.

[0005] Ein spezieller Anwendungsfall der Beobachtungseinrichtung, auf den in der nachfolgenden Beschreibung überwiegend Bezug genommen wird, ist die Zielpunktbestimmung an einem Schusswaffensimulator. Der Fachmann wird aber leicht erkennen, dass die Beobachtungseinrichtung auch auf andere Anwendungen übertragen werden kann.

[0006] Zum Üben des Umgangs mit Schusswaffen werden unterschiedlichste Simulationsgeräte verwendet, welche die Handhabung der Waffe und die Abgabe eines Schusses mehr oder weniger realitätsnah simulie-

ren können. Damit der Benutzer eines solchen Simulators auch eine Rückkopplung darüber erhält, ob ein simulierter Schuss das anvisierte Ziel tatsächlich getroffen hätte bzw. wo ein Projektil im Falle einer echten Schussabgabe eingeschlagen wäre, sind entsprechende Vorrichtungen und Auswerteverfahren erforderlich, welche den Zielpunkt ermitteln, der im Moment der Schussabgabe vom Schützen anvisiert wurde und in den dann im Falle einer realen Schussabgabe das Projektil eingeschlagen hätte, immer vorausgesetzt, dass die an der Simulationswaffe angebrachte Visiereinrichtung bei fehlerfreiem Anvisieren des Zielpunktes weitgehend mit dem Einschlagpunkt deckungsgleich ist. Die aus der Ballistik resultierenden Abweichungen zwischen Visierpunkt und Trefferstelle sind für die nachfolgenden Betrachtungen nicht entscheidend, sodass darauf nicht näher eingegangen wird.

[0007] Aus der DE 601 15 445 T2 ist ein Feuerwaffenlaserübungssystem und -verfahren bekannt, welches eine visuelle Rückkopplung simulierter Geschossaufschlagsorte gestattet. Dazu ist an einem Schusswaffensimulator ein Lasersendemodul angebracht, welches einen Laserstrahl bei der Betätigung des Auslösers auf eine Zielscheibe richtet. Darüber hinaus ist eine Abtasteinrichtung vorgesehen, die ein Bild der Zielscheibe und des darauf projizierten Laserstrahls erfasst und an ein Computersystem übermittelt. Die Auftreffstellen des Laserstrahls können dem Benutzer angezeigt und einer weiteren automatisierten Verarbeitung unterzogen werden.

[0008] Aus der DE 10 2004 042 144 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Schusssimulation von direkt gerichteten Waffen mittels Laserlicht bekannt. Auch in diesem Fall ist am Schusswaffensimulator eine Laserstrahlquelle vorgesehen, die einen Laserstrahl auf das anvisierte Ziel richtet. Von am Ziel angebrachten Reflektoren wird ein Teil des Laserlichtes reflektiert und an den Schusswaffensimulator zurück geworfen. Die Laufzeit des reflektierten Laserstrahls kann u. a. für die Ermittlung der Entfernung zwischen dem Schusswaffensimulator und dem Ziel verwendet werden.

[0009] Die DE 698 28 412 T2 beschreibt eine mit einem Laser funktionierende Übungswaffe, welche mit einem Computersystem zusammenarbeitet, um den Zielpunkt zu ermitteln. Ein an der Waffe angebrachtes Lasermodul sendet im Zeitpunkt der Schussabgabe einen Laserstrahl auf eine Zielscheibe, wobei der Auftreffpunkt des Laserstrahls an der Zielscheibe über Detektoren ermittelt und an ein Computersystem weitergeleitet wird.

[0010] Die zuvor genannten, aus dem Stand der Technik bekannten Systeme haben gemeinsam, dass an der Schusswaffe ein Laserstrahlmodul angeordnet werden muss, welches einen stark fokussierten Laserstrahl aussendet, soweit der Projektionspunkt des Laserstrahls auf der Zielscheibe für die Auswertung der Treffergenauigkeit heran gezogen wird. Damit bestehen hohe Anforderungen an das Laserstrahlmodul, insbesondere bei großen Entfernungen zwischen der Schusswaffe und der

Zielscheibe. Wenn der Laserstrahl eine zu geringe Parallelität aufweist, lässt sich der Zielpunkt nicht mit hoher Genauigkeit bestimmen, da die Projektionsfläche des Laserstrahls größer als der Auftreffquerschnitt eines realen Projektils ist. Werden stattdessen Laserstrahlen mit hoher Parallelität verwendet, sind die benötigten Laserstrahlmodule technisch aufwendig, was nicht nur zu hohen Kosten sondern auch zu großen Abmessungen führt, die einer realitätsnahen Nachbildung eines Schusswaffensimulators entgegen stehen. Außerdem müssen bei der Verwendung stark gebündelter Laserstrahlen besondere Schutzvorkehrungen getroffen werden, um eine Schädigung der Augen des Benutzers bzw. umstehender Personen zu vermeiden, wenn diese ungewollt vom Laserstrahl getroffen werden.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung des Zielpunktes einer Beobachtungseinheit, insbesondere eines Schusswaffensimulators anzugeben, welche die vorgenannten Nachteile vermeidet. Insbesondere wird angestrebt, die Auflösungsgenauigkeit der Zielpunktdetektion zu erhöhen, ohne dass dadurch die Kosten für eine entsprechende Zielscheibe oder zur Beobachtung eines Bildbereichs unverträglich hoch werden. Gleichzeitig soll es durch die Erfindung ermöglicht werden, große Bildbereiche genau zu beobachten bzw. große Zielscheiben zu realisieren, auf denen beispielsweise ein realitätsnahes Szenario bildlich dargestellt werden kann, ggf. unter Verwendung bewegter Bilder.

[0012] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß dem beigefügten Patentanspruch 1 bzw. durch ein Verfahren gemäß dem beigefügten Patentanspruch 11 gelöst.

[0013] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestimmung des Zielpunktes einer Beobachtungseinheit umfasst einen Zielschirm, auf dem mindestens ein Zielbereich definiert ist. Der Zielschirm ist beispielsweise als Projektionsleinwand gestaltet oder kann Bestandteil eines Bauwerkes oder dergleichen sein. Der Zielschirm und damit auch der Zielbereich müssen nicht planar sein sondern können beispielsweise auf einer einfach oder mehrfach sphärisch gekrümmten Fläche angeordnet sein. Gekrümmte Projektionsflächen eröffnen die realitätsnahe Darstellung der Zielbilder oder anderer Objekte, sodass beispielsweise für einen Schützen auch weit entfernt liegende Ziele auf einem nur wenige Meter entfernten Zielschirm simuliert werden können. Der Zielbereich kann sich über den gesamten Zielschirm erstrecken oder nur einen Teil des Zielschirms erfassen.

[0014] Die Vorrichtung umfasst weiterhin einen Abtastlinienprojektor, der mindestens zwei nicht parallele Abtastlinien zeitgleich oder zeitversetzt auf den Zielschirm projiziert und über diesen bzw. den Zielbereich verschiebt. Dabei ist es zweckmäßig, keine orthogonal und höchstens eine parallel zur Drehachse eines Ablenkspiegels des Projektors liegenden Abtastlinie zu verwenden.

[0015] Darüber hinaus ist eine Steuereinheit vorgese-

hen, welche die Verschiebung der Abtastlinien steuert und misst, um zu bestimmen, wann die Abtastlinien in den Zielbereich ein- bzw. aus diesem austreten und wo innerhalb des Zielbereichs sich die Abtastlinien zu einem bestimmten Zeitpunkt befinden.

[0016] Schließlich ist ein optischer Zielpunktdetektor vorgesehen, der beispielsweise an einem Schusswaffensimulator, einer Kamera oder einem Sichtgerät angebracht und mit der Blickrichtung des entsprechenden Gerätes (z.B. mit der Visiereinrichtung eines Schusswaffensimulators) ausgerichtet ist.

[0017] Der Zielpunktdetektor kann je nach Anwendungsfall den Zielbereich dauerhaft beobachten oder z.B. durch eine simulierte Schussabgabe aktiviert werden, so dass er jeweils ein Zielpunktsignal an die Steuereinheit liefern kann, wenn er eine Abtastlinie erkennt. Wenn der Zielpunktdetektor das Auftreten der Abtastlinien dauerhaft beobachtet, kann das generierte Zielpunktsignal ständig oder nur in vorbestimmten Momenten, beispielsweise bei der Betätigung des Abzugs geliefert werden. Im letztgenannten Fall kann dafür beispielsweise das in einem Zwischenspeicher innerhalb eines vorgegebenen Bereichs um den Abzugszeitpunkt abgelegte Signal an die Steuereinheit geliefert werden, wenn der Schütze den Abzug des Waffensimulators betätigt.

[0018] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Beobachtungseinheit als Bestandteil eines Schusswaffensimulators ausgestaltet. In abgewandelten Ausführungen dient die Beobachtungseinheit der Erfassung eines Zielpunktes einer Kamera oder eines anderen Sichtgerätes. Solche Sichtgeräte können in an sich bekannter Weise stereoskopisch aufgebaut sein, wobei die Zielpunkterfassung für die Sichtfelder der beiden Augen getrennt ausgeführt sein können. Unter einem Zielpunkt kann im Sinne der Erfindung auch ein bestimmter, flächiger Ausschnitt aus einem Zielbereich verstanden werden, der von der Kamera bzw. dem Sichtgerät erfasst wird.

[0019] Vorzugsweise wird der Zielbereich durch mindestens zwei lagebestimmte Referenzdetektoren begrenzt, welche bei der bewegten Projektion der mindestens zwei nicht parallelen Abtastlinien getroffen werden und dadurch entsprechende Referenzsignale generieren. Die Referenzdetektoren dienen auch der Autokalibration, denn sie ermöglichen die Überprüfung der Lage der Abtastlinien. Die Referenzdetektoren können in abgewandelten Ausführungsformen auch außerhalb des Zielbereichs angeordnet werden, solange sie von den Abtastlinien während einer Ablenkbewegung erreicht werden.

[0020] Die Steuereinheit berechnet aus den Referenzsignalen und dem vom Zielpunktdetektor gelieferten Zielpunktsignal die Position der Abtastlinien im Zielbereich, beispielsweise zum Zeitpunkt der Schussabgabe. Nachfolgend wird aus der Bestimmung eines virtuellen Schnittpunktes der mindestens zwei Abtastlinien die genaue Lage des Zielpunktes im Moment der simulierten

Schussabgabe bzw. zu einem vorgegebenen Beobachtungszeitpunkt bestimmt. Tatsächlich besteht zwar ein minimaler zeitlicher Versatz zwischen dem Beobachtungszeitpunkt (z.B. dem Zeitpunkt der Schussabgabe) und der Erkennung der beiden Abtastlinien durch den Zielpunktdetektor, jedoch bewegt sich dieser aufgrund hoher Wiederholraten und geringer Verarbeitungszeiten allenfalls im Millisekundenbereich, so dass er für die Ermittlung des Zielpunktes vernachlässigt werden kann oder bei hohen Genauigkeitsanforderungen rechnerisch berücksichtigt werden kann.

[0021] Abhängig von der Form des Zielbereichs und der Erfassung der Bewegung der Abtastlinien in diesem können unterschiedliche Methoden zur Bestimmung des Zielpunktes eingesetzt werden. In einem einfachen Fall wird die Zeit zwischen dem Auftreten der Referenzsignale und dem Zeitpunkt der Erkennung der jeweiligen Abtastlinie durch Zielpunktdetektor ermittelt. Bei Kenntnis der Ablenkgeschwindigkeit (z.B. aus der Winkelgeschwindigkeit des Ablenkspiegels im Projektor) kann über die Zeitdifferenz die jeweilige Position der Abtastlinien berechnet werden.

[0022] In einer abgewandelten Ausführungsform kann der Abstrahlwinkel für die jeweilige Abtastlinie ermittelt werden, vorzugsweise durch Detektion innerhalb des Projektors. Aus Breitenwinkel und Höhenwinkel lässt sich dann die Lage der Abtastlinie auf einer Zielebene oder auch in einem dreidimensionalen Raum bestimmen. Dies bietet den Vorteil, dass ein Zielpunkt nicht nur in einer Ebene sondern im Raum präzise bestimmbar wird. Der virtuelle Schnittpunkt der Abtastlinien zum Beobachtungszeitpunkt (Schussabgabe) liegt dann auf der optischen Achse zwischen dem Zielpunktdetektor und dem anvisierten Zielpunkt.

[0023] Für den Einsatz der erfindungsgemäßen Beobachtungseinheit an einem Schusswaffensimulator ist von besonderer Bedeutung, dass am Schusswaffensimulator kein einen Laserstrahl aussendendes Modul benötigt wird, sondern dass dieses durch einen einfachen optischen Detektor ersetzt ist. Dieser Zielpunktdetektor hat in diesem Anwendungsfall einen möglichst geringen Blickwinkel, so dass sein Erfassungsbereich auf eine sehr geringe Fläche mit beispielsweise wenigen Quadratmillimetern Ausdehnung beschränkt ist. Gleichzeitig kann der Zielschirm bzw. der darauf definierte Zielbereich nahezu beliebig groß dimensioniert werden, ohne dass dadurch der Aufwand der Zielpunktdetektion wesentlich steigt.

[0024] In anderen Anwendungsfällen kann ebenfalls eine hohe Auflösegenauigkeit der Zielpunktdetektion erreicht werden, ohne dass dafür aufwendige Positionsbestimmungen im Raum nötig sind, wie sie bislang beispielsweise durch Projektion eines Gittermusters ausgeführt werden.

[0025] Da die projizierten Abtastlinien mit geringen Energiedichten beaufschlagt werden können, kann eine Gesundheitsgefährdung von sich im Zielbereich befindlichen Personen (z.B. bei der Anwendung in einem vir-

tuellen Studio) ausgeschlossen werden. Der Abtastlinienprojektor wird vorzugsweise jedoch zwischen dem Zielschirm und dem Schusswaffensimulator positioniert. Durch diese Positionierung des Abtastlinienprojektors wird in jedem Fall vermieden, dass der Benutzer des Schusswaffensimulators unmittelbar vom projizierten Laserlicht getroffen wird.

[0026] Der Abtastlinienprojektor besitzt mindestens eine Lichtquelle (z.B. Laser oder LED), deren Strahl linienförmig aufgefächert und beispielsweise über einen rotierenden Ablenkspiegel oder Kippspiegel als Abtastlinie über den Zielbereich verschoben wird. Aufbau und Funktionsweise derartiger Laserscanner sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt, so dass auf eine detaillierte Beschreibung des Abtastlinienprojektors verzichtet werden kann. Es sei aber erwähnt, dass für die Erhöhung der Abtastrate auch mehr als zwei Abtastlinien über den Zielbereich geführt werden können, wobei unterschiedliche Wellenlängen, Polarisationen oder Modulationen des Laserlichts nutzbar sind, um eine gegenseitige Beeinflussung der Abtastlinien zu vermeiden.

[0027] Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind vier Referenzdetektoren vorgesehen, die jeweils an den Ecken eines rechteckigen Zielbereichs angeordnet sind. Wenn in diesem Fall Abtastlinien verwendet werden, die nicht parallel zu den Seitenkanten und den Diagonalen des Zielbereichs über diesen verschoben werden, treffen die Abtastlinien zeitlich versetzt auf alle vier Referenzdetektoren, so dass vier Zeitpunkte für die Bestimmung der Referenzpositionen der Abtastlinien im Zielbereich zur Verfügung stehen. Die dazwischen liegenden Positionen der Abtastlinien im Zielbereich lassen sich in Kenntnis der Verschiebegeschwindigkeit einfach berechnen.

[0028] Eine abgewandelte Ausführungsform nutzt den erfassten Abstrahlwinkel der Abtastlinien zur Positionsbestimmung.

[0029] Die Abtastlinien werden bevorzugt mit einer hohen Wiederholrate über den Zielbereich geführt. Unter Verwendung von rotierenden Ablenkspiegeln im Abtastlinienprojektor können Wiederholraten von 100 Hz und mehr ohne weiteres erreicht werden. Dies bedeutet, dass pro Sekunde mehr als 50 Paare von Abtastlinien den Zielbereich überstreichen und dort vom Zielpunktdetektor erfasst werden können. Durch Vervielfachung der Spiegelflächen lassen sich höhere Wiederholraten leicht erzielen.

[0030] Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie eines grundsätzlichen Ablaufs des beispielsweise durch diese Vorrichtung abzuarbeitenden Verfahrens, unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1: eine Übersichtsdarstellung einer Vorrichtung zur Bestimmung des Zielpunktes eines Schusswaffensimulators;

Fig. 2: einen Ablaufplan der wesentlichen Verfahrensschritte eines Verfahrens zur Bestimmung des Zielpunktes eines Schusswaffensimulators.

[0031] In Fig. 1 sind die wesentlichen Elemente einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bestimmung des Zielpunktes eines Schusswaffensimulators sowie deren Zusammenwirken vereinfacht dargestellt. Die Vorrichtung umfasst einen Zielschirm 01, der beispielsweise als eine Projektionsfläche mit einer Ausdehnung von mehreren Quadratmetern ausgestaltet sein kann. In abgewandelten Ausführungsformen kann der Zielschirm eine beliebig abgewandelte, berechenbare Oberflächenform aufweisen, z.B. sphärisch gekrümmt sein. Auf eine solche Projektionsfläche kann eine herkömmliche Zielscheibe aufgezeichnet oder aufprojiziert werden. Ebenso ist es möglich, auf dem Zielschirm 01 komplexe Bildszenarien zu projizieren, einschließlich bewegter Bildsequenzen. Auf dem Zielschirm 01 ist mindestens ein Zielbereich 02 definiert, in welchem vom Benutzer ein Zielpunkt 03 anvisiert wird.

[0032] Bei der dargestellten Ausführungsform sind insgesamt vier Referenzdetektoren 04 vorgesehen, die hier jeweils an den Ecken des Zielbereichs 02 angeordnet sind. Bei anderen Ausführungsformen können mehr oder weniger Referenzdetektoren eingesetzt werden, die auch an anderen Stellen des Zielbereichs positionierbar sind. Die Funktion der Referenzdetektoren besteht darin, eine bzw. mehrere Referenzpositionen auf der Projektionsfläche relativ zum Projektor zu bestimmen. Dies kann beispielsweise durch Auswertung einer gemeinsamen Zeitbasis und der von den Referenzdetektoren gelieferten Referenzsignale erfolgen. Im einfachsten Fall gestatten es die Referenzdetektoren, ein oder mehrere Zeitfenster zu definieren, welche durch Eintritt einer Abtastlinie 05 in den Zielbereich 02 geöffnet werden und beim Verlassen des Zielbereichs wieder geschlossen werden. Durch die Verwendung von mehr als zwei Referenzdetektoren und geeignete Ausrichtung der Abtastlinien kann der Zielbereich dabei in mehrere Teilbereiche untergliedert werden.

[0033] Bei der oben bereits erwähnten abgewandelten Ausführungsform werden stattdessen die jeweils aktuellen Abstrahlwinkel bestimmt. Aus der Kenntnis der Abstrahlcharakteristik des Abtastlinienprojektors und dem Startzeitpunkt einer Ablenkung lässt sich dieser Winkel ermitteln.

[0034] Die Abtastlinien 05 werden von einem Abtastlinienprojektor 06 generiert, auf den Zielschirm projiziert und über den Zielbereich 02 verschoben. In der dargestellten Ausführungsform ist der Abtastlinienprojektor 06 als Laserscanner konfiguriert, der einen Laserstrahl mit Hilfe an sich bekannter optischer Elemente linienförmig auffächert, um zunächst eine erste Abtastlinie 05a über den Zielbereich 02 zu verschieben und nachfolgend eine zweite Abtastlinie 05b mit veränderter Ausrichtung und 180° phasenversetzt ebenfalls über den Zielbereich 02

zu verschieben. In abgewandelten Ausführungsformen kann der Abtastlinienprojektor 06 mehrere Laserlichtquellen und/oder Ablenkeinheiten umfassen.

[0035] Die beiden Abtastlinien 05a, 05b können zeitgleich oder zeitversetzt über den Zielbereich 02 bewegt werden. Sie verlaufen nicht parallel zueinander, vorzugsweise in einem Winkel von 90°. Es ist besonders zweckmäßig, die Abtastlinien nicht parallel zu den Seitenkanten und den Diagonalen des Zielbereichs 02 zu projizieren, da auf diese Weise nie zwei Referenzdetektoren 04 gleichzeitig von einer Abtastlinie getroffen werden.

[0036] Eine zentrale Steuereinheit 07 wertet die Referenzsignale der Referenzdetektoren 04 aus und bestimmt die jeweiligen Zeitpunkte an denen die erste bzw. zweite Abtastlinie den jeweiligen Referenzdetektor trifft. Gleichzeitig ist die Steuereinheit 07 mit dem Abtastlinienprojektor 06 gekoppelt, um die Projektion der Abtastlinien zu veranlassen. Unter Verwendung der Ablenkgeschwindigkeit, mit welcher die Abtastlinien über den Zielbereich 02 geführt werden, kann die Steuereinheit unter gleichzeitiger Heranziehung der von den Referenzdetektoren 04 gelieferten Referenzsignale berechnen, an welcher Stelle des Zielbereichs sich die Abtastlinie zu einem bestimmten Zeitpunkt befindet. Dies erfolgt bei einer zeitbasierten Berechnung, ausgehend von dem ermittelten Zeitpunkt des Eintritts in den Zielbereich (Öffnen des Zeitfensters) bzw. des Auftreffens auf einen weiteren Referenzdetektor, der nach der Öffnung des Zeitfensters von der Abtastlinie getroffen wird. In abgewandelten Ausführungsformen werden Längen- und Breitenwinkel der Abtastlinien innerhalb eines abgetasteten Zielraums bestimmt, um eine räumlich definierte Lage der Abtastlinien zu ermitteln.

[0037] In dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel wird das Zeitfenster geöffnet, wenn die Abtastlinie 05 den ersten auf ihrem Verschiebeweg liegenden Referenzdetektor trifft und geschlossen, wenn die Abtastlinie am vierten in Bewegungsrichtung liegenden Referenzdetektor ankommt. Dazwischen tangiert die Abtastlinie die beiden weiteren Referenzdetektoren, wodurch die Genauigkeit der Positionsberechnung erhöht werden kann, was sich auch als Öffnen und Schließen von Zeit-Teilfenstern verstehen lässt.

[0038] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst weiterhin einen Zielpunktdetektor 08, der an einem Schusswaffensimulator 09 angebracht ist. Der Zielpunktdetektor 08 besitzt mindestens einen optischen Sensor, mit welchem der Zielbereich 02 beobachtet wird, wenn der Schusswaffensimulator 09 auf den Zielschirm 01 gerichtet ist und eine Schussabgabe simuliert wird. Anders als bei bilderfassenden Systemen ist der Zielpunktdetektor 08 mit einem möglichst geringen Blickwinkel ausgestattet, so dass er auch bei größerer Entfernung vom Zielbereich nur einen kleinen Ausschnitt des Zielbereichs 02 erfasst. Zur Fokussierung kann der Zielpunktdetektor 08 eine entsprechende Optik umfassen. Der vom Zielpunktdetektor 08 beobachtete Bereich entspricht beispielsweise der Größe einer Einschlagöffnung eines Pro-

jektils, welches am Zielpunkt 03 einschlagen würde. Allerdings lässt sich der Zielpunkt 03 auch im Falle eines größeren Beobachtungsbereiches durch Berücksichtigung der Signalstärke genauer bestimmen.

[0039] Als Zielpunkt 03 wird die Stelle angesehen, an welcher sich im Zeitpunkt der Schussabgabe die beiden Abtastlinien 05a, 05b virtuell überkreuzen, ggf. unter Vernachlässigung des zeitlichen Abstands der Projektion bei zeitversetzt projizierten Abtastlinien. Durch das in zwei Richtungen durchgeführte Scannen des Zielbereichs 02 mit den Abtastlinien 05 wird virtuell eine Matrix aus zahlreichen Kreuzungspunkten der beiden Abtastlinien auf den Zielbereich projiziert. Im Moment der Schussabgabe wird der Zielpunktdetektor 08 abgefragt und von der Steuereinheit 07 wird im Falle der zeitbasierten Ermittlung der Positionen der Abtastlinien die Zeitspanne bestimmt, die bis zum Erfassen der ersten Abtastlinie 05a und dem Erfassen der zweiten Abtastlinie 05b vergeht. In Kenntnis der von den Referenzdetektoren 04 gelieferten Zeitsignale und der Ablenkgeschwindigkeit der Abtastlinien kann aus diesen Werten die jeweilige Position der beiden Abtastlinien zum Zeitpunkt der Schussabgabe berechnet werden. Der anvisierte Zielpunkt 03 entspricht dann dem virtuellen Schnittpunkt der beiden Abtastlinien in der ermittelten Position. Klarstellend wird darauf hingewiesen, dass die Abtastlinien und der vom Schützen anvisierte Zielpunkt durchaus in verschiedenen Ebenen liegen können. Die optische Achse zwischen Zielpunkt und Zielpunktdetektor wird von den Abtastlinien gekreuzt. Die Projektion des Schnittpunktes dieser Kreuzungspunkte ist dann deckungsgleich mit dem Zielpunkt.

[0040] In Fig. 2 sind in Form eines Ablaufplans nochmals die wichtigsten Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt, jeweils der entsprechenden Einheit der zuvor beschriebenen Vorrichtung zugeordnet, die für die Ausführung dieser Schritte verantwortlich ist. Zur Projektion von mindestens zwei Abtastlinien auf dem Zielschirm wird zunächst im Schritt 20 ein Laserstrahl z.B. auf einen rotierenden Spiegel oder ein gleichartiges Element gelenkt, um die Abtastlinien zu erzeugen. Im Schritt 21 werden die Abtastlinien über den Zielschirm verschoben und treffen dabei auf die Referenzdetektoren 04 auf, die daraufhin das Referenzsignal an die Steuereinheit 07 übermitteln. Im Schritt 22 kann eine Autokalibration der gesamten Vorrichtung erfolgen, unter Auswertung der von den Referenzdetektoren gelieferten Referenzsignale und unter Verwendung einer gemeinsamen Zeitbasis, die beispielsweise in der Steuereinheit 07 erzeugt und an die anderen Einheiten verteilt wird.

[0041] Der Schusswaffensimulator 09 empfängt im Schritt 23 die gemeinsame Zeitbasis und detektiert beim Auslösen eines Schusses mit Hilfe des Zielpunktdetektors 08 die projizierten Abtastlinien. Die Zeitpunkte der Detektion der Abtastlinien werden beispielsweise in Form eines Zeitstempels an die Steuereinheit 07 übermittelt. Diese berechnet daraufhin im Schritt 24 in der oben bereits erläuterten Weise den Zielpunkt unter Ver-

wendung der ermittelten Zeitinformationen.

[0042] Da die Vorrichtung zur Bestimmung des Zielpunktes in der beschriebenen Anwendung mit einem Schusswaffensimulator zusammenwirkt, besteht zweckmäßiger Weise eine Datenkopplung zwischen der Steuereinheit 07 und einer Simulationszentraleinheit 10. Die Simulationszentraleinheit 10 übernimmt weitere Steuerungsfunktionen für den Schusswaffensimulator.

10 Bezugszeichenliste

[0043]

01	Zielschirm
02	Zielbereich
03	Zielpunkt
04	Referenzdetektoren
05	Abtastlinie
05a	erste Abtastlinie
05b	zweite Abtastlinie
06	Abtastlinienprojektor
07	Steuereinheit
08	Zielpunktdetektor
09	Schusswaffensimulator
10	Simulationszentraleinheit

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung des Zielpunktes (03) einer Beobachtungseinheit (09), umfassend:

- einen Abtastlinienprojektor (06), welcher mindestens zwei nicht parallele Abtastlinien (05a, 05b) zeitgleich oder zeitversetzt projiziert und über einen Zielbereich (02) verschiebt;
- eine Steuereinheit (07), welche die Verschiebung der Abtastlinien (05a, 05b) steuert;
- einen optischen Zielpunktdetektor (08), der jeweils ein Zielpunktsignal an die Steuereinheit (07) liefert, wenn eine Abtastlinie (05a, 05b) erkannt wird;

wobei die Steuereinheit (07) die Position jeder Abtastlinie (05a, 05b) im Zielbereich (02) zum Zeitpunkt der Erkennung durch den Zielpunktdetektor (08) bestimmt und den virtuellen Schnittpunkt der beiden

Abtastlinien (05a, 05b) in diesem Zeitpunkt als Zielpunkt (03) ausgibt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 zur Bestimmung des Zielpunktes (03) eines Schusswaffensimulators (09), **dadurch gekennzeichnet, dass** der optische Zielpunktdetektor (08) am Schusswaffensimulator (09) angebracht und mit dessen Visiereinrichtung ausgerichtet ist; und dass das Zielpunktsignal mindestens bei einer simulierten Schussabgabe an die Steuereinheit (07) geliefert wird, wenn eine Abtastlinie (05a, 05b) erkannt wird. 5
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens zwei Referenzdetektoren (04) umfasst, welche von den Abtastlinien (05a, 05b) während ihrer Verschiebung getroffen werden und Referenzsignale an die Steuereinheit (07) liefern. 10
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (07) aus den Referenzsignalen und den zwischen deren Auftreten verstrichenen Zeiten die Position jeder Abtastlinie (05a, 05b) im Zielbereich (02) zum Zeitpunkt der Erkennung durch den Zielpunktdetektor (08) bestimmt. 15
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** vier Referenzdetektoren (04) an den Ecken eines rechteckigen Zielbereichs (02) angeordnet sind, wobei die beiden Abtastlinien (05a, 05b) nicht parallel zu den Seitenkanten und den Diagonalen des Zielbereichs (02) verschoben werden, sodass sie alle vier Referenzdetektoren (04) zeitlich nacheinander treffen. 20
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abtastlinienprojektor (06) die Ablenkwinkel ermittelt, mit denen die Abtastlinien (05a, 05b) zum Zielbereich projiziert werden, und dass die Steuereinheit (07) aus den ermittelten Ablenkwinkeln die Position jeder Abtastlinie (05a, 05b) im Zielbereich (02) zum Zeitpunkt der Erkennung durch den Zielpunktdetektor (08) bestimmt. 25
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abtastlinienprojektor (06) mindestens eine Laserlichtquelle und eine Ablenkeinheit umfasst, welche zur Erzeugung und Verschiebung der Abtastlinien (05a, 05b) einen linienförmig aufgefächerten Laserstrahl erzeugt und über den Zielbereich (02) verschiebt. 30
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abtastlinienprojektor (06) zwei Laserlichtquellen mit unterschiedlichen Wellenlängen, Polarisationen oder Modulationen für die Er- 35

zeugung der Abtastlinien (05a, 05b) nutzt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abtastlinien (05a, 05b) mit einer Wiederholrate von mehr als 100 Hz über den Zielbereich (02) geführt werden. 40
10. Verfahren zur Bestimmung des Zielpunktes (03) einer Beobachtungseinheit (09), folgende Schritte umfassend: 45
 - Projektion von mindestens zwei nicht parallelen Abtastlinien (05a, 05b) zeitgleich oder zeitversetzt auf einen Zielschirm (01);
 - Verschiebung der Abtastlinien in einem vorbestimmten Zielbereich (02) des Zielschirms (01) mit einer vorbestimmten Verschiebegeschwindigkeit;
 - Erfassen der beiden Abtastlinien mit einem optischen Zielpunktdetektor (08);
 - Bestimmen der Position der jeweiligen Abtastlinie im Zielbereich (02) im Zeitpunkt der Erfassung durch den Zielpunktdetektor (08);
 - Bestimmen des Zielpunktes (03) als Schnittpunkt der beiden Abtastlinien (05a, 05b) im Zeitpunkt der Erfassung durch den Zielpunktdetektor (08).
11. Verfahren nach Anspruch 10 zur Bestimmung des Zielpunktes (03) eines Schusswaffensimulators (09), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erfassen der beiden Abtastlinien mit einem am Schusswaffensimulator angebrachten und mit dessen Visiereinrichtung ausgerichteten optischen Zielpunktdetektor im Zeitpunkt einer simulierten Schussabgabe erfolgt. 50
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitpunkte bestimmt werden, in denen die Abtastlinien in den Zielbereich ein- bzw. aus diesem austreten, und dass die Zeitspanne zwischen diesen Zeitpunkten sowie die Ablenkgeschwindigkeit für die Bestimmung der Position der jeweiligen Abtastlinie im Zielbereich im Zeitpunkt der Erfassung durch den Zielpunktdetektor herangezogen werden. 55
13. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position der jeweiligen Abtastlinie im Zielbereich auf der Basis der Raumwinkel der Abtastlinie im Zeitpunkt der Erfassung durch den Zielpunktdetektor bestimmt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Abtastlinien rechtwinklig zueinander auf den Zielschirm projiziert werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Abtastlinien zeitlich nacheinander alterierend auf den Zielschirm projiziert werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

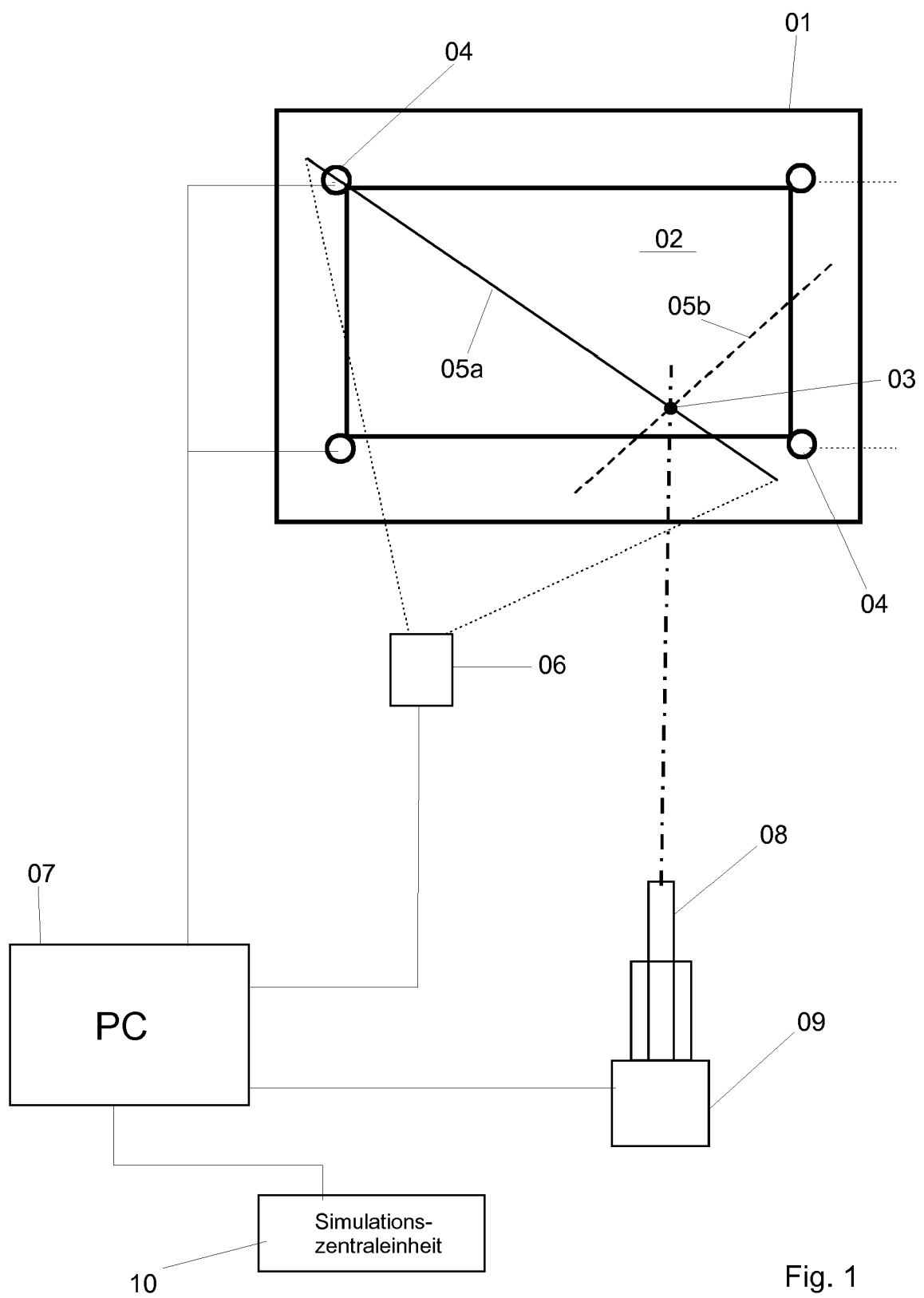


Fig. 1

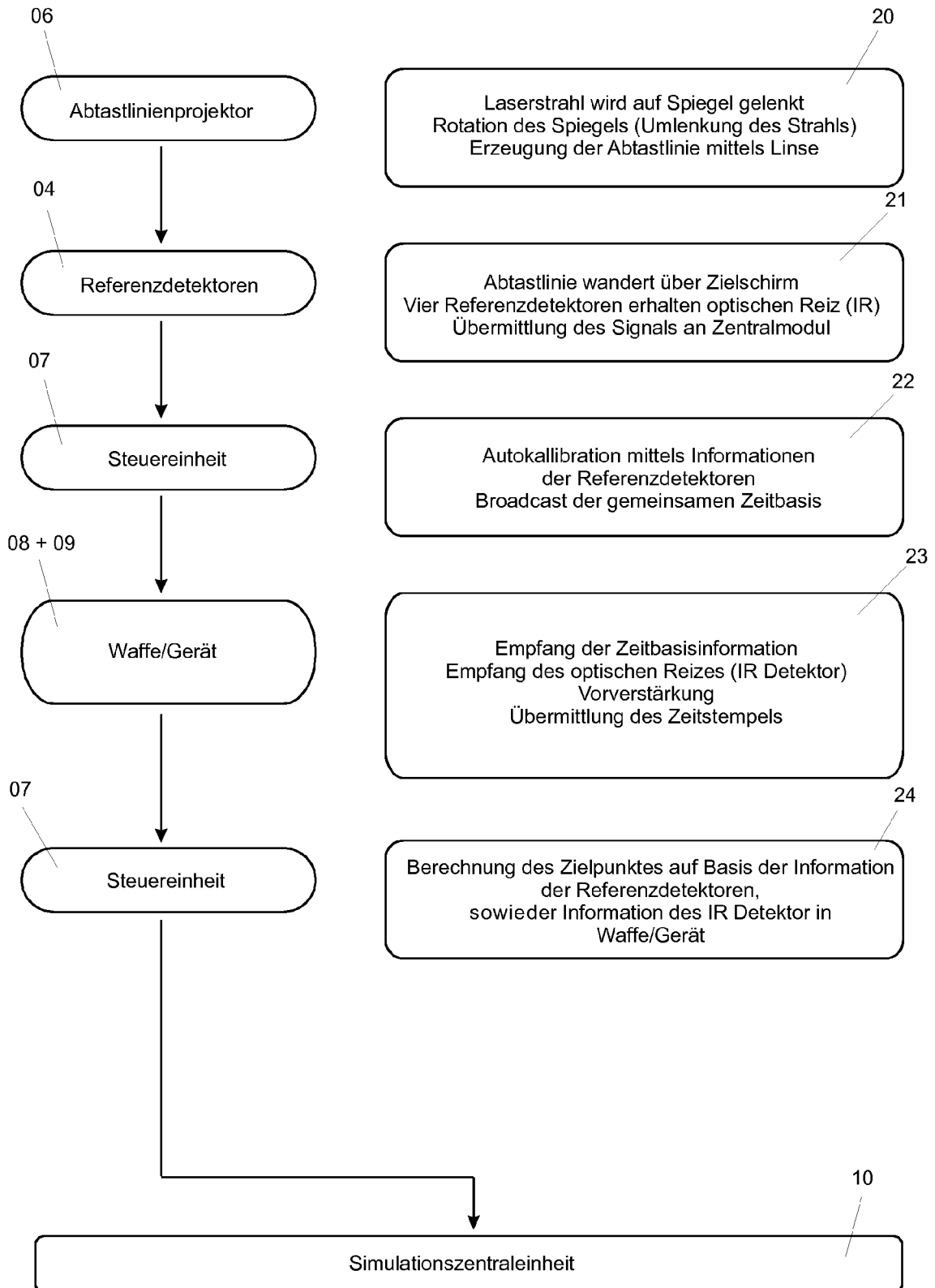


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 60115445 T2 [0007]
- DE 102004042144 A1 [0008]
- DE 69828412 T2 [0009]