

(19)



(11)

**EP 1 772 835 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**11.04.2007 Patentblatt 2007/15**

(51) Int Cl.:  
**G08B 25/00 (2006.01) H04L 12/56 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06020917.8**

(22) Anmeldetag: **05.10.2006**

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

(72) Erfinder:  
• **Glöckler, Roman, Dr.**  
**91207 Lauf (DE)**  
• **Kalisch, Peter, Dr.**  
**90455 Nürnberg (DE)**  
• **Esser, Gerd, Dr.**  
**14532 Kleinmachnow (DE)**

(30) Priorität: **08.10.2005 DE 102005048269**

(71) Anmelder: **Diehl Stiftung & Co. KG**  
**90478 Nürnberg (DE)**

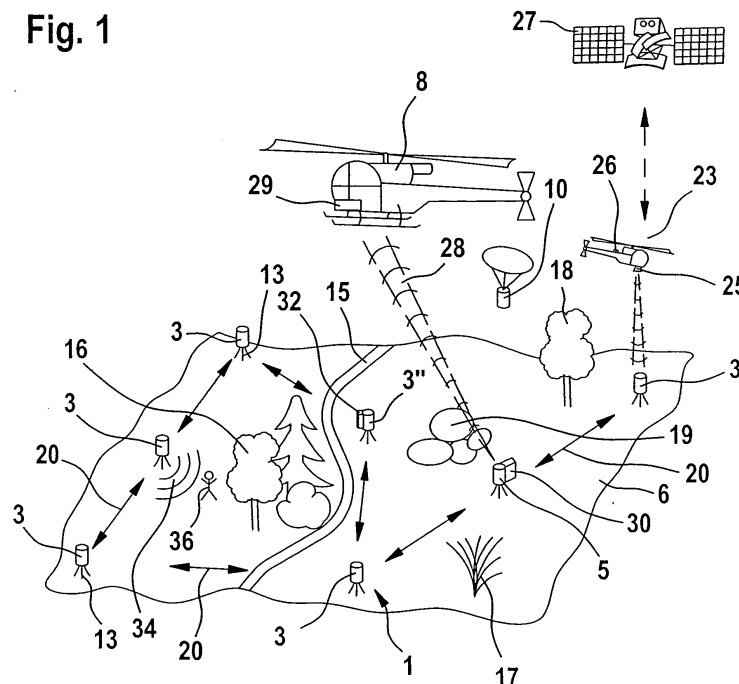
(74) Vertreter: **Kummer, Ralf**  
**Diehl Stiftung & Co.**  
**Stephanstrasse 49**  
**90478 Nürnberg (DE)**

### (54) **Sensor-Netzwerk sowie Verfahren zur Überwachung eines Geländes**

(57) Es wird ein Sensor-Netzwerk (1) sowie ein Verfahren zur Überwachung eines Geländes (6) angegeben. Das Sensor-Netzwerk (1) weist eine Anzahl von in dem Gelände (6) ausbringbaren ortsfesten Sensoren (3,3',3'') und mindestens ein Programmiermodul (25) auf, wobei die ortsfesten Sensoren (3,3',3'') jeweils mit einem Kommunikationsmittel ausgestattet sind, wobei das Programmiermodul ein Positionserfassungsmittel und ein Programmiermittel (25) aufweist, wobei mittels des Positi-

onserfassungsmittels die Position der Sensoren (3,3',3'') ermittelbar und den Sensoren (3,3',3'') jeweils mittels des Programmiermittels (25) über das Kommunikationsmittel einprägar ist, und wobei die Sensoren (3,3',3'') sich selbst vernetzend ausgebildet sind. Das Sensor-Netzwerk (1) sowie das entsprechend damit durchgeführte Verfahren zur Überwachung des Geländes (6) benötigen einfach aufgebaute Sensoren (3,3',3'') und sind daher mit einem Kostenvorteil verbunden.

**Fig. 1**



**EP 1 772 835 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Sensor-Netzwerk sowie ein Verfahren zur Überwachung eines Geländes. Die Erfindung bezieht sich auf die Problematik, ein Gelände gegen das Eindringen unerwünschter Personen abzusichern oder Aktivitäten jedweder Art innerhalb des Geländes zu überwachen.

**[0002]** Für eine zivile Überwachung eines Geländes ist es bekannt, optische Sensoren, wie beispielsweise Kameras oder Bewegungsmelder anzuordnen, die Aktivitäten bzw. Bewegungen auf dem oder innerhalb des Geländes aufzeichnen oder Folgeaktionen wie das Einschalten einer Beleuchtung auslösen. Im militärischen Bereich muss beispielsweise ein Lager abgesichert und überwacht werden oder aber es muss ein ganzer Geländeabschnitt überquerungssicher gemacht werden. Für den ersten Fall werden wiederum optische Sensoren oder Detektoren jedweder Art verwendet. Für den zweiten Fall werden noch immer verbotenerweise Landminen eingesetzt, die für eine Nutzbarmachung des Geländes später in gefährlicher und aufwändiger Weise wieder entfernt werden müssen.

**[0003]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Sensor-Netzwerk anzugeben, welches die Überwachung und Absicherung eines Geländes mit möglichst geringem Aufwand und kostengünstig ermöglicht. Weiter ist es Aufgabe der Erfindung, ein entsprechendes Verfahren zur Überwachung und Absicherung eines Geländes mit den entsprechenden Vorteilen anzugeben.

**[0004]** Die erstgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Sensor-Netzwerk mit einer Anzahl von in einem Gelände ausbringbaren ortsfesten Sensoren für überwachungsrelevante Parameter und mindestens einem Programmiermodul, wobei die ortsfesten Sensoren jeweils mit einem Kommunikationsmittel zur Kommunikation untereinander und mit dem Programmiermodul ausgestattet sind, wobei das Programmiermodul ein Positionserfassungsmittel und ein Programmiermittel aufweist, wobei mittels des Positionserfassungsmittels die Position der Sensoren ermittelbar und den Sensoren jeweils mittels des Programmiermittels über das Kommunikationsmittel einprägnbar ist, und wobei die Sensoren sich selbst vernetzend ausgebildet sind.

**[0005]** Die Erfindung geht dabei in einem ersten Schritt von der Erkenntnis aus, dass zur Überwachung eines insbesondere großräumigen Geländes der genaue Ort bzw. die genaue Position einer Aktivität, wie beispielsweise die Bewegungen einer eindringenden Person, identifiziert werden muss, damit Folgeschritte zur weiteren Aufklärung oder zum Ergreifen einer entsprechenden Gegenmaßnahme, wie dem Ergreifen der detektierten Person, erfolgen können.

**[0006]** In einem weiteren Schritt erkennt die Erfindung, dass es insbesondere bei der Überwachung eines großen Geländes einen immensen Aufwand bedeutet, einzelne Sensoren ortsgenau zu installieren. Die ortsfest

installierten Sensoren müssen aufwändig zusammengesaltet und mit einer Zentraleinheit verbunden werden. Über die Art der Verschaltung oder über eine sonstige Kodierung kann dann die Zentraleinheit erkennen, von welchem Ort des Geländes welche Signale erhalten werden. Ein solches System ist beispielsweise die Installation von mehreren Kameras an verschiedenen Orten eines Gebäudes. Eine solch aufwändige mit einem hohen Zeitaufwand verbundene Installation lässt sich jedoch vermeiden, wenn zu den ortsfesten Sensoren mindestens ein Programmiermodul vorgesehen ist, mit dessen Positionserfassungsmittel die Position der Sensoren ermittelbar ist. Ist die Position ermittelt, so wird diese dem jeweiligen Sensor durch Programmierung eingeprägt. Der Sensor weiß dann, an welcher Position er sich befindet. Dies erlaubt, die Sensoren frei auszubringen; die Position wird nach der Ausbringung zugeordnet.

**[0007]** Das Vorsehen eines derartigen Programmiermoduls bietet zudem die Möglichkeit, relativ teure Komponenten wie die Komponenten zur Bestimmung der Position in geringer Stückzahl einzusetzen, während andere günstigere Komponenten in den Sensoren mit hoher Stückzahl angeordnet werden können. Durch eine günstige Serienproduktion der Sensoren verbunden mit einer Reduktion der teuren Komponenten auf eine geringe Stückzahl wird ein kostengünstiges Gesamtsystem geschaffen.

**[0008]** Ferner erkennt die Erfindung schließlich, dass sich die aufwändige Abfrage jedes einzelnen Sensors nach den aufgenommenen Parametern wesentlich vereinfachen lässt, wenn die Sensoren mit Kommunikationsmitteln zur Kommunikation untereinander ausgestattet sind. In diesem Fall können nämlich in einfacher Art und Weise die aufgenommenen Informationen als Signale beispielsweise den benachbart angeordneten Sensoren mitgeteilt werden, die die Informationen ihrerseits weiterleiten. Durch ein solches Sensor-Netzwerk werden insbesondere parallele Kommunikationswege vermieden. Auch ist es nicht notwendig, von jedem einzelnen Sensor zu einer Zentraleinheit eine jeweilige Kabelverbindung zu setzen. Die Vernetzung der Sensoren untereinander geschieht dabei selbsttätig, indem beispielsweise das stärkste Kommunikationssignal oder das Kommunikationssignal mit dem besten Signal-Rauschverhältnis der von den umliegenden Sensoren empfangenen Signale ermittelt und dann eine entsprechende Kommunikationsverbindung eingerichtet wird. Je nach Art der gewählten Kommunikations-Kopplungsparameter entsteht dann ein Sensor-Netzwerk mit effizienten Kommunikationspfaden untereinander und hin zu der Zentraleinheit.

**[0009]** Das beschriebene Sensor-Netzwerk eignet sich sowohl für zivile als auch für militärische Anwendungen. Den beliebig auszubringenden Sensoren wird ihre Position erst nach Ausbringung aufgeprägt. Über die sich selbst ausbildenden Kommunikationspfade wird eine günstige, insbesondere rasche Weiterleitung der detektierten Signale zu einer Zentraleinheit eingerichtet. Die

Sensoren sind nicht eingeschränkt zur Detektion eindringender Personen. Ebenso gut können als überwachungsrelevante Parameter Schadstoffkonzentrationen, Rauch, Nebel, Erschütterungen oder biologische/chemische Kampfstoffe detektiert werden. Es ist dabei insbesondere auch nicht erforderlich, dass alle Sensoren mit gleichen Detektoren ausgestattet sind. Es ist durchaus vorstellbar, dass mittels verschiedener Sensoren unterschiedliche überwachungsrelevante Parameter innerhalb des Geländes überwacht werden.

**[0010]** Den aussetz- oder ausbringbaren Sensoren kann dadurch ihre Position eingepägt werden, indem eine vor Ort befindliche Einsatzkraft jeden Sensor manuell programmiert. Auch ist die Einprägung mittels Funkkommunikation oder optischer Kommunikation von einem zentralen Programmiermodul aus, welches die Position der einzelnen Sensoren kennt, vorstellbar. Sind jedoch die Ortskoordinaten der Sensoren nach deren Ausbringung zunächst unbekannt (z.B. nach einem Abwurf der Sensoren aus einem Flugzeug), so ist es von Vorteil, wenn das Programmiermodul mobil ist. In diesem Fall kann sich das Programmiermodul den Sensoren nähern, die eigene Position ermitteln und diese mittels des Programmiermittels dem angefahrenen Sensor übermitteln. Die verbleibende "Ortunschärfe", die dem Abstand zwischen dem angenäherten Programmiermodul und dem jeweiligen Sensor entspricht, ist vernachlässigbar, kann jedoch bei Bedarf auch berücksichtigt werden.

**[0011]** Zweckmäßigerweise ist zur Erfassung der eigenen Position des Programmiermoduls das Positionserfassungsmittel ein Navigationselement, insbesondere ein GPS- oder ein Galileo-Detektor. Auf diese Art und Weise ist die globale Position des Programmiermoduls und damit die Position der "angefahrenen" Sensoren sicher ermittelbar. Auch sind andere Navigationselemente für das Positionserfassungsmittel vorstellbar, wie insbesondere Funkpeilung oder die Lokalisierung eines Mobiltelefons durch Feststellung des Einwahlknotens.

**[0012]** In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Positionserfassungsmittel ein Triangulationsgerät, welches mittels Referenzsensoren die Position der Sensoren ermittelt. Dabei sind beispielsweise die Referenzsensoren selbst mit einem Navigationselement der beschriebenen Art ausgestattet, wodurch sich deren globale Position wiederum exakt bestimmen lässt. Durch die Vorgabe fester Bezugspunkte (Positionen der Referenzsensoren) wird es dann möglich, die "feingranulare" Position der einzelnen Sensoren in der Fläche mit Hilfe von geometrischen Triangulationsmethoden zu bestimmen. Beispielsweise sendet hierzu ein Sensor mit unbekannter Position im Netzwerk ein Erkennungssignal, das von drei Referenzmodulen mit bekannter Position empfangen wird. Bei einer Funkkommunikation lässt sich dann anhand der Feldstärkeinformation auf die Entfernung des Sensorelements schließen. Besonders im freien Gelände ermöglicht dies eine zuverlässige Positionsbestimmung. Der Schnittpunkt der Ent-

fernungskreise um die Referenzmodule entspricht dann der gesuchten Position des entsprechenden Sensors.

**[0013]** Alternativ kann auch bei der Ausbringung der Sensoren bereits die von jedem Sensor belegte Fläche berücksichtigt werden. Werden die Sensoren gleich verteilt am Boden ausgebracht, was bei einer großen Sensoranzahl durchaus realistisch ist, so kann bereits hieraus eine mittlere Distanz zwischen den einzelnen Sensoren angegeben werden. Durch die Vernetzung der Sensoren untereinander zu dem Sensor-Netzwerk, bei der beispielsweise die jeweils stärksten Nachbarn miteinander in Kontakt stehen, ergibt sich ein relativ feines geometrisches Netz. Die an den Eckpunkten des Geländes ausgebrachten Sensoren können dadurch identifiziert werden, dass sie deutlich weniger Kommunikationsverbindungen zu den Nachbar-Sensoren aufbauen können als die im Inneren des Geländes angeordneten Sensoren. Werden einige der Eck-Sensoren mit Hilfe der Referenz-Sensoren exakt in ihrer Position erfasst, so kann von dort aus wiederum die Position der einzelnen Sensoren mit Hilfe eines Triangulationsverfahrens und der bekannten mittleren Entfernung ins Innere des Sensor-Netzwerks vordringend ermittelt werden.

**[0014]** Bei einem mobilen Programmiermodul ist die Art und Weise, wie es sich den einzelnen Sensoren nähert, für die Erfindung an sich nicht relevant. Insbesondere für einen militärischen Einsatz des Sensor-Netzwerks ist es jedoch vorteilhaft, wenn das mobile Programmiermodul ein Bauteil einer selbst navigierenden Drohne ist. Die beispielsweise als ein Landroboter oder als unbemanntes Flugobjekt ausgestaltete Drohne navigiert dann selbsttätig durch bzw. über das Gelände mit den darauf ausgebrachten Sensoren. Durch Kommunikation mit den einzelnen Sensoren können diese im Gelände aufgespürt, dabei ihre Position ermittelt und diesen aufgeprägt werden. Der Einsatz einer unbemannten Drohne entbindet beispielsweise Bodentruppen vor einem gefährlichen Einsatz in unerforschtem Gelände.

**[0015]** Zweckmäßigerweise ist im Sensor-Netzwerk mindestens ein mit einer Kommunikationseinheit ausgestattetes Mastermodul vorgesehen, welches als ein Interface zwischen den Sensoren und einer externen Zentraleinheit ausgebildet ist. Derartige Mastermodule werden mit deutlich geringerer Stückzahl als die Sensoren als solche ausgebracht. Ein Mastermodul ist für seine Funktion als Interface mit einer Einrichtung versehen, die insbesondere eine langreichweitige Kommunikationsverbindung mit einem entfernt liegenden Basislager oder einer entfernten Zentraleinheit herzustellen in der Lage ist.

**[0016]** Vorteilhafterweise weisen die Sensoren einen Kommunikationsdetektor zur Ermittlung eines die Kommunikationsstärke repräsentierenden Parameters auf. Dies kann beispielsweise der Pegel des erhaltenen Signals oder das Signal/Rauschverhältnis sein. Die Vorgabe dieser Parameter, die zur Herstellung der Kommunikationsverbindung zu den benachbarten Sensoren verwendet werden, definiert gewissermaßen die "Vernet-

zung" des Sensor-Netzwerks. Der Kommunikationsdetektor kann beispielsweise durch eine elektronische Auswerteschaltung realisiert sein.

**[0017]** Ob schon das Sensor-Netzwerk insbesondere im Falle einer zivilen Anwendung mittels elektrischer Kabelverbindungen realisiert werden kann, ist es zweckmäßig, die Kommunikation der Sensoren drahtlos vorzunehmen. Hierfür sind die Kommunikationsmittel insbesondere durch optische oder funkkommunizierende Sende- und Empfangseinheiten gebildet. Die Vernetzung der Sensoren zu dem Sensor-Netzwerk erfolgt dann insbesondere durch Auswahl derjenigen benachbarten Sensoren, zu denen aufgrund der lokalen Gegebenheiten die besten Empfangs- und Sendebedingungen herrschen.

**[0018]** Für die Überwachung und Sicherung eines großräumigen Geländes ist es zweckmäßig, wenn die Sensoren abwerfbar ausgebildet sind. Die Sensoren werden dann rasch und einfach durch Abwurf aus einem das Gelände überfliegenden Luftfahrzeug ausgebracht. Die Sensoren fallen dabei beispielsweise durch einen Fallschirm abgebremsst auf das Gelände und bleiben dort ortsfest liegen.

**[0019]** Um eine Lageveränderung der ausgebrachten Sensoren beispielsweise auf glattem, felsigem oder losem Untergrund zu verhindern, sind die Sensoren zweckmäßigerweise als sich selbst ortsfest verankernd ausgebildet. Dies kann beispielsweise durch Einschrauben eines Erdankers oder durch Verklebung mit insbesondere felsigem Untergrund realisiert sein. Ebenso kann die Form der Sensoren so ausgestaltet sein, dass sich diese durch die Akkumulation der kinetischen Energie beim Aufprall selbständig in den Boden eingraben.

**[0020]** Die Erfindung bietet den Vorteil, dass mit einfach aufgebauten Sensoren ein Sensor-Netzwerk aufgebaut werden kann, welches insbesondere bei einem großflächigen Einsatz einen signifikanten Kostenvorteil gegenüber direkt gekoppelten Sensor/Aktor-Wirksamkeiten aufweist.

**[0021]** Weiter ist ein direktes Verfolgen von Objekten, wie insbesondere einer eingedrungenen Person, innerhalb des Sensor-Netzwerks möglich. Man erhält zu jeder Zeit eine genaue Positionsinformation über das Objekt. Das sich bewegende Objekt hinterlässt eine Spur entlang der Sensoren, die es passiert.

**[0022]** Weiter ist insbesondere bei der Detektion von Schadstoffen oder biologischen wie chemischen Kampfstoffen neben einer Aussage über das lokale Auftreten einer Bedrohung durch die Verarbeitung mehrere Sensordaten die Gewinnung von weiteren Informationen, beispielsweise über das Ausbreitungsverhalten der Bedrohung durch Luftströmungen, ermöglicht.

**[0023]** Die auf ein Verfahren gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Überwachung eines Geländes gelöst, wobei eine Anzahl von Sensoren ortsfest in dem Gelände ausgebracht werden und wenigstens ein Programmiermodul eingesetzt wird, wobei sich die Sensoren durch Kommunikation selbst zu einem

Sensor-Netzwerk vernetzen, wobei das Programmiermodul die Position der Sensoren ermittelt und diesen aufprägt, und wobei das Sensor-Netzwerk mittels der Sensoren ortspositionszugeordnet überwachungsrelevante Parameter überwacht.

**[0024]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den auf ein Verfahren gerichteten Unteransprüchen zu entnehmen. Diesbezügliche Vorteile können dem zum Sensor-Netzwerk Vorgesagten entnommen werden.

**[0025]** Die Erfindung eignet sich beispielhaft dazu, großräumige Gelände abzusperren, zu überwachen oder zu sichern. Ein solches typisches Gelände hat etwa eine Größe von 1 km<sup>2</sup>, auf welchem etwa 10.000 Sensoren ausgebracht werden. Der mittlere Abstand zwischen benachbarten Sensoren beträgt dabei etwa 10 m. Zusätzlich zu den 10.000 Sensoren werden etwa 10 Mastermodule ausgebracht, die in der Lage sind, Funkkontakt zu einer mehr als 10 km entfernten Zentraleinheit herzustellen.

**[0026]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird in einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt in einer schematischen Übersichtsdarstellung die einzige Figur ein in einem Gelände ausgebrachtes Sensor-Netzwerk aus abwerfbaren Sensoren.

**[0027]** In der Figur ist schematisch ein sich selbst vernetzendes Sensor-Netzwerk 1 aus einzelnen Sensoren 3,3',3" sowie einem dazugehörigen Mastermodul 5 dargestellt. Die einzelnen Sensoren 3, 3',3" sowie das Mastermodul 5 sind auf einem Gelände 6 durch Abwurf aus einem das Gelände 6 überfliegenden Hubschrauber 8 ausgebracht. Dabei entfaltet sich während der Flugphase, wie an dem soeben abgeworfenen Sensor 10 erkennbar ist, zum sicheren Ausbringen ein Fallschirm. Nach dem Auftreffen der Sensoren 3 auf den Boden verankern sich diese mittels einer hier nicht näher dargestellten Verankerung 13 ortsfest.

**[0028]** Das dargestellte zu überwachende und abzusichernde Gelände 6 ist relativ einsehbar und weist einen durchlaufenden Weg 15, eine Baumgruppe 16, einen Grasbewuchs 17, einen einzeln stehenden Baum 18 sowie einen Geröllhügel 19 auf. Insgesamt sind bereits sechs Sensoren 3,3',3" sowie ein Mastermodul 5 ausgebracht, wobei der Sensor 10 sich gerade noch in der Flugphase befindet.

**[0029]** Die am Boden angelangten Sensoren 3,3',3" haben sich bereits mit ihren Nachbarn vernetzt, wobei zur Ausbildung der jeweiligen Kommunikationsverbindung 20 jeweils derjenige Nachbar ausgewählt wurde, mit welchem die stärkste Kommunikationsverbindung erreicht werden konnte. Alle Sensoren 3, 3',3",10 und das Mastermodul 5 weisen jeweils als Kommunikationsmittel eine Sende- und eine Empfangseinheit für eine Funkverbindung mit einer vorgegebenen Radiofrequenz auf. Die Kommunikationsverbindungen 20 wurden durch Auswahl desjenigen Nachbarn eingerichtet, dessen Sendesignal mit der höchsten Feldstärke empfangen werden konnte. So ist beispielsweise der am vorderen Rand des Geländes 6 mittig angeordnete Sensor 3 gegenüber dem

in der linken hinteren Ecke angeordneten Sensor 3 durch die dazwischenliegende Baumgruppe 16 abgeschattet. Ebenso ist der mittig angeordnete Sensor 3" gegenüber dem Mastermodul 5 durch die dazwischenliegende Geröllhalde 19 abgedeckt. Diese Sensoren 3',3" weisen aus diesem Grund keine Kommunikationsverbindung 20 auf.

**[0030]** Zur Einprägung der jeweiligen Position der ausgebrachten Sensoren 3 überfliegt eine unbemannte Flugdrohne 23 in niedriger Höhe das Gelände 6. Die Drohne 23 weist ein funkfähiges Programmiermittel 25 sowie als Positionserfassungsmittel einen GPS-Detektor 26 auf. Programmiermittel 25 und Positionserfassungsmittel bilden zusammen das Programmiermodul. Beim Überfliegen des Geländes 6 erkennt die Drohne 23 mittels des funkfähigen Programmiermittels 25 anhand des jeweiligen Kommunikationsmittels den einzelnen ausgebrachten Sensor 3'. Hat die Drohne 23 einen Sensor 3' im Gelände 6 erkannt, so ermittelt sie mittels des GPS-Detektors 26 die eigene globale Position und überträgt diese auf den erkannten Sensor 3', wo er eingepägt wird. Für die Ermittlung der globalen Position kommuniziert der GPS-Detektor 26 in bekannter Art und Weise mit einem Satelliten 27.

**[0031]** Das nach Einrichtung der einzelnen Kommunikationsverbindungen 20 gebildete Sensor-Netzwerk 1 kommuniziert mit einer Zentraleinheit 29, die sich im dargestellten Beispiel an Bord des Hubschraubers 8 befindet, mittels des Mastermoduls 5. Hierzu weist das Mastermodul 5 nicht dargestellt ein Funk-Kommunikationsmittel zur Herstellung einer langreichweitigen Funkverbindung auf. Auf diese Weise können die Informationen des Sensor-Netzwerks 1 nicht nur mittels eines darüberfliegenden Hubschraubers 8 sondern auch durch eine weit entfernte Basisstation empfangen werden. Die Kommunikation des Mastermoduls 5, welches als Interface zwischen dem Sensor-Netzwerk 1 und der Zentraleinheit 29 wirkt, ist schematisch durch Wellen 28 angedeutet.

**[0032]** Fällt die Drohne 23 beispielsweise durch einen Abschuss aus, so sind in dem Gelände 6 einige Referenzsensoren 3" ausgebracht, die über einen eigenen GPS-Detektor 32 verfügen. Weiter umfasst das Mastermodul 5 zusätzlich eine Triangulationsgerät 30. Mittels der ausgesetzten Referenzsensoren 3',3", die eine Referenzposition bilden, kann durch Feldstärkemessungen auf die Lage der weiteren umgebenden Sensoren 3,3' geschlossen werden. Durch diese Ausgestaltung ist es möglich, das Sensor-Netzwerk 1 zur Absicherung der Überwachung des Geländes 6 auch dann in Betrieb zu setzen, wenn das eigentliche, im vorliegenden Fall in der Drohne 23 vorgesehene Programmiermodul 25 ausfällt. Nachdem durch Triangulation mittels der Referenzsensoren 3" das Mastermodul 5 die Position der einzelnen Sensoren 3, 3' ermittelt hat, können die jeweiligen Positionen den Sensoren 3',3" entweder mittels des Mastermoduls 5 oder mittels der überfliegenden Zentraleinheit 29 eingepägt werden.

**[0033]** Ist das Sensor-Netzwerk 1 etabliert, so kann mit Bewegungsdetektoren, die auf den einzelnen Sen-

soren 3,3',3" angeordnet sind, mittels Infrarotstrahlung 34 die Bewegung einer eingedrungenen Person 36 nachverfolgt werden. Da die genaue Position jedes Sensors 3,3',3" bekannt ist, kann auf diese Art und Weise die Spur der eingedrungenen Person 36 innerhalb des Geländes 6 nachvollzogen werden. Entsprechend können Gegenmaßnahmen, wie beispielsweise das Aufgreifen der Person 36 vorgenommen werden.

**[0034]** Im Übrigen enthalten die ausgebrachten Sensoren 3,3',3" neben Bewegungsdetektoren weitere Detektoren zum Aufspüren von Erschütterungen, mit deren Hilfe eindringende Fahrzeuge identifiziert werden können und Detektoren zum Aufspüren von biologischen Kampfstoffen. Hierbei können insbesondere Bio-Chips zum Einsatz kommen.

## Bezugszeichen

### [0035]

1	Sensor-Netzwerk
3,3'	Sensoren
3"	Referenzsensor
5	Mastermodul
6	Gelände
8	Hubschrauber
10	Sensor (abgeworfen)
13	Verankerung
15	Weg
16	Baumgruppe
17	Grasbewuchs
18	Baum
19	Geröllhügel
20	Kommunikationsverbindung
23	Drohne
25	Programmiermittel
26	GPS-Detektor
27	Satellit
28	Wellen
29	Zentraleinheit
30	Triangulationsgerät
32	GPS-Detektor
34	Infrarot-Strahlung
36	Person

## Patentansprüche

1. Sensor-Netzwerk (1) mit einer Anzahl von in einem Gelände (6) ausbringbaren ortsfesten Sensoren (3,3',3") für überwachungsrelevante Parameter und mindestens einem vorzugsweise mobilen Programmiermodul, wobei die ortsfesten Sensoren (3,3',3") jeweils mit einem Kommunikationsmittel zur Kommunikation untereinander und mit dem Programmiermodul ausgestattet sind, wobei das Programmiermodul ein Positionserfassungsmittel und ein Programmiermittel (25) aufweist, wobei mittels des

- Positionserfassungsmittels die Position der Sensoren (3,3',3'') ermittelbar und den Sensoren (3,3,3'') jeweils mittels des Programmiermittels (25) über das Kommunikationsmittel einprägnbar ist, und wobei die Sensoren (3,3',3'') sich selbst vernetzend ausgebildet sind.
2. Sensor-Netzwerk (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Positionserfassungsmittel ein Navigationselement, insbesondere ein GPS- oder ein Galileo-Detektor (26,32), ist, und/oder dass das Positionserfassungsmittel ein Triangulationsgerät (30) umfasst und einige Sensoren (3,3',3'') als Referenzsensoren (3'') zur Festlegung einer Position ausgebildet sind, wobei die Referenzsensoren (3'') vorzugsweise ein Navigationselement, insbesondere einen GPS- oder einen Galileo-Detektor (26,32), aufweisen.
  3. Sensor-Netzwerk (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mobile Programmiermodul (25) ein Bauteil einer selbstnavigierenden Drohne (23) ist.
  4. Sensor-Netzwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein mit einer Kommunikationseinheit ausgestattetes Mastermodul (5) vorgesehen ist, welches als ein Interface zwischen den Sensoren (3,3',3'') und einer externen Zentraleinheit (29) ausgebildet ist.
  5. Sensor-Netzwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (3,3',3'') einen Kommunikationsdetektor zur Ermittlung eines die Kommunikationsstärke repräsentierenden Parameters aufweisen.
  6. Sensor-Netzwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kommunikationsmittel durch optisch- oder funkkommunizierende Sende- und Empfangseinheiten gebildet sind.
  7. Sensor-Netzwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (3,3',3'') abwerfbar ausgebildet sind und/oder dass die Sensoren (3,3',3'') sich selbst ortsfest verankernd ausgebildet sind.
  8. Verfahren zur Überwachung eines Geländes (6), wobei eine Anzahl von Sensoren (3,3',3'') ortsfest in dem Gelände (6) ausgebracht und wenigstens ein Programmiermodul eingesetzt wird, wobei sich die Sensoren (3,3',3'') durch Kommunikation selbst zu einem Sensor-Netzwerk (1) vernetzen, wobei das Programmiermodul die Position der Sensoren (3,3') ermittelt und diesen aufrägt, und wobei das Sensor-Netzwerk (1) mittels der Sensoren (3,3',3'') ortspositionszugeordnet überwachungsrelevante Parameter überwacht.
  9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Programmiermodul zu den Sensoren (3,3',3''), insbesondere selbsttätig, navigiert und dabei deren Position ermittelt und aufrägt.
  10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Positionserfassungsmittel seine jeweilige Position und/oder die Position der Sensoren (3,3',3'') mittels eines Navigationselements, insbesondere mittels eines GPS- oder Galileo-Detektors (26,32), bestimmt und/oder dass das Positionserfassungsmittel die Position der Sensoren (3,3',3'') mittels Triangulation anhand von Referenzsensoren (3'') ermittelt, wobei die Referenzsensoren (3'') ihre Position vorzugsweise mittels eines Navigationselements, insbesondere mittels eines GPS- oder Galileo-Detektors (26,32), bestimmen.
  11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zu den Sensoren (3,3',3'') wenigstens ein Mastermodul (5) ausgebracht wird, über welches die Sensoren (3,3',3'') mit einer externen Zentraleinheit (29) kommunizieren.
  12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (3,3',3'') eine Kommunikationsstärke repräsentierende Parameter detektieren und sich anhand der detektierten Parameter vernetzen.
  13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kommunikation mittels Funk oder mittels optischer Signale erfolgt.
  14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (3,3',3'') abgeworfen werden und/oder dass sich die Sensoren (3,3',3'') nach dem Ausbringen selbst im Gelände (6) verankern.





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 06 02 0917

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 01/26068 A (SENSORIA CORP [US]; GELVIN DAVID C [US]; GIROD LEWIS D [US]; KAISER WI) 12. April 2001 (2001-04-12)	1,3,8,9	INV. G08B25/00
Y	* Abbildungen 8,10,11 * * Seite 9, Zeilen 29-31 * * Seite 10, Zeilen 1-4 * * Seite 17, Zeilen 1-24 * * Seite 68, Zeilen 15-20 * * Seite 70, Zeilen 11-21 * * Seite 103, Zeilen 9-14 * -----	2,4-7, 10-14	ADD. H04L12/56
Y	SAVVIDES A ET AL: "DYNAMIC FINE-GRAINED LOCALIZATION IN AD-HOC NETWORKS OF SENSORS" PROCEEDINGS OF THE 7TH. ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE COMPUTING AND NETWORKING. MOBICOM 2001. ROME, ITALY, JULY 16 - 21, 2001, ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE COMPUTING AND NETWORKING, NEW YORK, NY : ACM, US, Bd. CONF. 7, 16. Juli 2001 (2001-07-16), Seiten 166-179, XP001072002 ISBN: 1-58113-422-3 * Seite 166, Absatz 1.1 * * Seite 167, Absatz 1.2 * * Seite 168, Absatz 2.1 * -----	2,4-7, 10-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G08B H04L G01D G08C H04J G01S
X	WO 2005/088260 A (SIEMENS AG [DE]; BAHR MICHAEL [DE]; BECKER DIRK [DE]; GREINER MARTIN []) 22. September 2005 (2005-09-22) * Seite 1, Zeilen 1-5,34-36 * * Seite 2, Zeilen 16-37 * * Seite 3, Zeilen 1-11,31-37 * * Seite 4, Zeilen 21-35 * * Seite 5, Zeilen 9-15 * ----- -/--	1,8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
3	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 19. Januar 2007	Prüfer Coffa, Andrew
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2004/010398 A (UT BATTELLE LLC [US]) 29. Januar 2004 (2004-01-29) * Abbildungen 1-5 * * Seite 12, Zeilen 5-20 * * Seite 15, Zeilen 1-27 * -----	1,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>19. Januar 2007</b>	Prüfer <b>Coffa, Andrew</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3  
EPO FORM 1503 03-82 (P04C03)

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

EP 06 02 0917

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.

19-01-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0126068	A	12-04-2001	KEINE	
-----				
WO 2005088260	A	22-09-2005	DE 102004011693 A1	29-09-2005
			EP 1723395 A1	22-11-2006
-----				
WO 2004010398	A	29-01-2004	AU 2003251985 A1	09-02-2004
			CA 2493099 A1	29-01-2004
			EP 1529270 A1	11-05-2005
			US 2005206506 A1	22-09-2005
			US 2006187017 A1	24-08-2006
-----				

EPO FORM P/0461

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