



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 701 643 B1**

(51) Int. Cl.: **G01V 3/12 (2006.01)**
G01S 13/86 (2006.01)
A01D 75/20 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTCHRIFT**

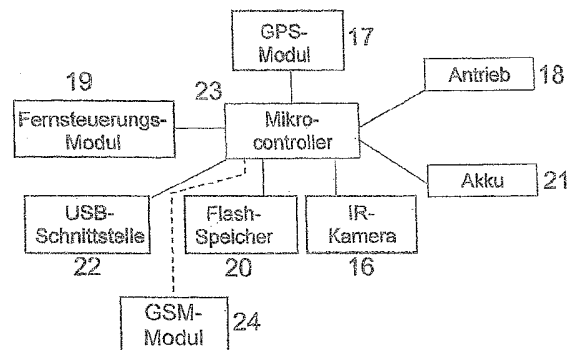
<p>(21) Anmeldenummer: 01273/10</p> <p>(22) Anmeldedatum: 06.08.2010</p> <p>(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.02.2011</p> <p>(30) Priorität: 10.08.2009 DE 10 2009 036 809.4</p> <p>(24) Patent erteilt: 30.06.2015</p> <p>(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.06.2015</p>	<p>(73) Inhaber: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V., Linder Höhe 51147 Köln (DE)</p> <p>(72) Erfinder: Martin Israel, 82131 Gauting (DE) TANK, Volker, 82279 Eching (DE) Peter Haschberger, 82131 Gauting (DE)</p> <p>(74) Vertreter: Isler & Pedrazzini AG, Postfach 1772 8027 Zürich (CH)</p>
--	--

(54) **Verfahren zur Erkennung und Sicherung von Tieren einschliesslich Brutgelegen in landwirtschaftlich genutzten Feldern und Wiesen sowie Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.**

(57) Zur Erkennung von in Feldern und Wiesen versteckten Tieren erfolgt eine Tiersuche in zwei zeitlich voneinander unabhängigen Phasen. Die erste Phase ist zeitlich an die Setzzeit der Tiere gekoppelt und unabhängig von der landwirtschaftlichen Bearbeitung. Dabei werden die gesamten potentiellen Flächen nach Tieren ab dem Beginn der Setzzeit unter Anwendung von Detektionsverfahren ein- oder mehrmals abgesucht und gefundene Jungtiere mit signalabgebenden technischen Vorrichtungen dauerhaft markiert, die ihr Wiederauffinden über grössere Entfernungen ermöglichen. Die zweite Suchphase ist an die landwirtschaftliche Bearbeitung gekoppelt und tritt sehr kurze Zeit vor deren Beginn ein. Dabei werden am Rande der zu bearbeitenden Flächen von Hilfspersonal bediente Empfangs- und Leitgeräte verwendet, welche die Signale der signalabgebenden technischen Vorrichtungen markierter Tiere empfangen und das Hilfspersonal mittels dieser Signalisierung zu den Standorten der Tiere führen, so dass nach einer in kurzer Zeit durchführbaren Sicherung der Tiere die landwirtschaftliche Bearbeitung unbehindert vorgenommen werden kann.

Anwendung im Acker- und Pflanzenbau.

Kleinfluggerät



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung und Sicherung von in landwirtschaftlichen Feldern und Wiesen versteckten Tieren einschliesslich Brutgelegen zur Verwendung im Acker- und Pflanzenbau. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Mit der stetig zunehmenden Intensivierung des Acker- und Pflanzenbaus kommen kontinuierlich leistungsfähigere Bearbeitungs- und Erntemaschinen zum Einsatz. Leben und Gesundheit der in Feld und Flur heimischen Tiere werden dadurch immer mehr gefährdet. Es handelt sich meist um Jungtiere, vor allem Rehkitzte, Junghasen, auch Bodenbrüter und ihre Gelege, die sich versteckt halten und vor der nahenden Maschine zu spät oder gar nicht fliehen. Nach Schätzungen kommen so in Deutschland in jedem Jahr etwa 500 000 Wildtiere durch landwirtschaftliche Maschinen ums Leben,

[0003] Seit einiger Zeit gibt es Detektionssysteme mit technischen Sensoren, mittels derer die bedrohten Tiere rechtzeitig erkannt werden, so dass Schutzmassnahmen ergriffen werden können. Solche Detektionssysteme sind z.B. Infrarotsensoren oder Kameras im Video- und Infrarotbereich und Mikrowellen-Radargeräte. Da sich manche der Tiere bewegen und Tiere auch während der Bearbeitungsperiode geboren werden, d.h. «über Nacht» weitere Tiere hinzukommen können, muss die Suche/Erkennung kurz vor der landwirtschaftlichen Bearbeitung, zumeist der Mahd von Grünfütter, geschehen, also maximal wenige Stunden vor der Bearbeitung. Mit vertretbarem Aufwand lassen sich grosse Flächen nur absuchen, wenn die Erkennungsmassnahmen die Bearbeitung unmittelbar begleiten. Daher werden zurzeit Sensorsysteme entwickelt, die an Mähmaschinen installiert und dort betrieben werden können. Sie sollen vorausschauend Tiere rechtzeitig detektieren, bevor die Mähmesser diese erreichen. Kameras benötigen in jedem Fall eine Sichtverbindung zum gesuchten Tier, da auch Infrarotstrahlung das Gras oder andere hochgewachsene Pflanzen nicht durchdringt. Die Möglichkeiten der Vorausschau sind daher begrenzt. Bei der Radarerfassung verwendete Mikrowellen können zwar Gras und Feldpflanzen durchdringen. Die Entwicklung der Radargeräte ist allerdings in einem frühen Stadium, welches keine quantitativen Aussagen über die Reichweite erlaubt. Bei grossen Arbeitsbreiten bis etwa 14 Meter und hohen Fahrgeschwindigkeiten bis etwa 18 km/h stellen zurzeit die geforderte, ausreichend weite Vorausschau und die verlangte hohe Detektionssicherheit in jedem Fall beträchtliche technologische Herausforderungen für die Sensortechnik dar. Die rauen Einsatzbedingungen bei der Mahd in variabler Umgebung erhöhen die technischen Anforderungen zusätzlich.

[0004] Darüber hinaus erfordert die Sicherung gefundener Tiere entweder eine Unterbrechung der landwirtschaftlichen Arbeit und/oder aber sogar zusätzliches Personal. Handelt es sich um Rehkitzte und/oder Junghasen, so müssen die Tiere aufgenommen und fluchtsicher sowie möglichst stressfrei (in Ruhe) aufbewahrt werden. Dies kann in Kisten geschehen, die im Schatten gelagert werden müssen, z.B. unter einem Baum. Nach der Mahd werden die Tiere wieder freigelassen. Der erforderliche Zeitaufwand ist insgesamt beträchtlich und in der Regel nur durch zusätzliches Personal zu bewältigen.

[0005] Eine Einrichtung zur Erkennung von in landwirtschaftlich genutztem Grund versteckten Wildtieren mittels einer an einem landwirtschaftlichen Bearbeitungsfahrzeug angebrachten optischen Sensoranordnung aus Infrarot-Detektoren ist aus DE 3 730 449 C2 bekannt.

[0006] In DE 10 016 688 C2 ist eine demgegenüber erweiterte Einrichtung behandelt, bei der am landwirtschaftlichen Bearbeitungsfahrzeug eine oder mehrere Multisensoreinheiten vorgesehen sind, die jeweils aus einem IR-Strahlungssensor, einem Radar-Mikrowellensensor und/oder einer Video-Kamera bestehen. Aus den Mess-Signalen der Sensoren jeder Multisensoreinheit wird ein gleitender Mittelwert gebildet, aus dem ein etwas grösserer gleitender Schwellenwert abgeleitet wird, der ständig mit dem aktuellen Messwert verglichen wird. Bei Überschreiten des gleitenden Schwellenwertes wird ein Alarmsignal ausgelöst, das anzeigt, dass sich ein Objekt vor dem Fahrzeug befindet, das wärmer und/oder feuchter als der Untergrund ist. Auf einem durch die Video-Kamera aufgenommenen Bild lässt sich dann die Situation vor dem Fahrzeug betrachten.

[0007] In DE 10 2005 055 919 B4 ist ein weiteres Verfahren zum Delektieren und Diskriminieren von Tieren einschliesslich Gelegen in landwirtschaftlich genutzten Flächen beschrieben. Hierbei werden mittels eines an einem landwirtschaftlichen Fahrzeug angebrachten Sensorsystems spektrale Signaturen in Form von spektralen Reflexionsgraden im Bereich von 350 nm bis 2500 nm ermittelt. Nachdem a priori zwei Spektralbereiche aus Umgebungsreflexionsspektren und aus Tier- und/oder Gelege-Reflexionsspektren mit entgegengesetzten Grössenrelationen ausgewählt und registriert und/oder gespeichert worden sind, werden zur Auswertung definierte Quotienten der Reflexionsgrade aus den zwei spektralen Spektralbereichen gebildet. Bei der Quotientenauswertung wird die Tatsache ausgenutzt, dass die gesuchten Tiere im angegebenen Spektralbereich eine andere spektrale Signatur, nämlich einen anderen spektralen Reflexionsgrad und damit auch einen anderen spektralen Absorptionsgrad als die Umgebung (Gras, Heu, Ackerboden) haben, in der sie sich befinden.

[0008] Es ist ein Nachteil gegenwärtig zur Tiersuche verwendeter Sensortechniken, dass deren Reichweite nur gering ist und dass zurzeit keine Technologie mit grosser Reichweite bei vertretbarem Aufwand verfügbar ist.

[0009] Als nachteilig am derzeitigen Stand der Technik ist ferner anzusehen, dass die Suche der Tiere und ihre Sicherung unmittelbar beim Maschineneinsatz erfolgt bzw. erfolgen soll. Dies geschieht unter Zeitdruck und rauen Einsatzbedingungen. Dadurch wird die Suche erschwert. Nur durch einen höheren Aufwand an Technik kann die geforderte hohe Detektionssicherheit erreicht werden. Insbesondere bei grossen Arbeitsbreiten und hohen Flächenleistungen steigt der Aufwand überproportional.

[0010] Es ist auch von Nachteil, dass die Suche mit der Mahd/Bearbeitung gekoppelt ist, da dadurch der Arbeitsaufwand steigt.

[0011] Es ist auch als nachteilig anzusehen, dass die bedrohten Tiere buchstäblich im letzten Augenblick entdeckt werden müssen und daher Misserfolge wahrscheinlich sind.

[0012] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren und Vorrichtungen zu schaffen, mit denen die Tiersuche und Sicherung zwar zeitnah zur landwirtschaftlichen Bearbeitung, insbesondere der Mahd, erfolgt, mit dieser aber nicht direkt gekoppelt ist. Darüber hinaus soll die zeitnahe Suche mit geringem Aufwand und innerhalb kurzer Zeit möglich sein. Überdies soll auch die Reichweite der zeitnahen Suchverfahren erhöht werden.

[0013] Gemäss der Erfindung, die sich auf ein Verfahren der eingangs genannten Art bezieht, ist die Lösung dieser Aufgabe gekennzeichnet durch eine Suche der Tiere und Brutgelege in zwei zeitlich voneinander unabhängigen Phasen, wobei die erste Suchphase zeitlich an die Setz- und Brutzeit der Tiere gekoppelt und vollkommen unabhängig von der landwirtschaftlichen Bearbeitung, insbesondere der Mahd, ist und in dieser Phase die gesamten potentiellen Flächen nach Tieren dabei ab dem Beginn der Setz- und Brutzeit unter Anwendung technisch bekannter Detektionsverfahren ein- oder mehrmals abgesucht werden und gefundene Jungtiere mit einer signalabgebenden technischen Vorrichtung in Form von technischen Funksendern oder Transpondern dauerhaft markiert werden, die ihr Wiederauffinden über grössere Entfernungen ermöglicht, und wobei die zweite Suchphase an die landwirtschaftliche Bearbeitung, insbesondere die Mahd, gekoppelt ist und sehr kurze Zeit vor deren Beginn eintritt und zur Durchführung dieser Phase am Rande der zu bearbeitenden Flächen von Hilfspersonal bediente Empfangs- und Leitgeräte verwendet werden, welche die Signale der signalabgebenden technischen Vorrichtungen markierter Tiere empfangen und das Hilfspersonal vermittels dieser Signalisierung zu den Standorten der Tiere führen, so dass nach einer in kurzer Zeit durchführbaren Sicherung der Tiere die landwirtschaftliche Bearbeitung, insbesondere die Mahd, unbehindert vorgenommen werden kann.

[0014] Das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung besteht somit in einer innovativen Form der Suche der Tiere (auch Brutgelege), die in zwei zeitlich voneinander unabhängigen Phasen erfolgt. Beispielsweise wird hier das Verfahren anhand der Suche von Rehkitzten betrachtet. Bei anderen Tieren arbeitet das Verfahren ähnlich.

[0015] Die erste Phase ist zeitlich an die Setzzeit der Tiere gekoppelt und vollkommen unabhängig von der landwirtschaftlichen Bearbeitung/Mahd. Dabei werden die Tiere ab dem Beginn der Setzzeit gesucht. Es können technisch bekannte Detektionsverfahren verwendet und die gesamten potentiellen Flächen gegebenenfalls auch mehrmals abgesucht werden. Gefundene Jungtiere werden mit einer technischen Vorrichtung dauerhaft markiert, die ihr Wiederfinden über grössere Entfernungen ermöglicht, beispielsweise in Form von technischen Funk-Sendern oder Transpondern.

[0016] Alternativ kann die technische Vorrichtung zusätzlich über einen Satellitennavigationsempfänger (Galileo oder GPS) verfügen, der die Positionskordinaten des Tieres bestimmt. Die Koordinaten können in einem optional vorhandenen internen Speicher gesammelt werden oder an einen extern vorhandenen Speicher kontinuierlich oder auf Abfrage mittels eines externen Abfragegeräts übertragen werden. Damit stehen dem Benutzer sowohl die aktuellen Positionsdaten aus dem Navigationssystem als auch eine Rückschau über die Bewegungsdaten des Tieres zur Verfügung,

[0017] Die zweite Phase des erfindungsgemäss arbeitenden Verfahrens ist an die landwirtschaftliche Bearbeitung/Mahd gekoppelt und erfolgt sehr kurze Zeit vor deren Beginn. Dazu werden Empfangs- und Leitgeräte von Hilfspersonal am Rande der zu mähenden Wiesen verwendet. Diese Geräte empfangen die Signale der Sender/Transponder markierter Tiere und führen das Hilfspersonal zu deren Lager. Es wird also jetzt nicht mehr flächenüberdeckend die ganze Wiese abgesucht. Vielmehr signalisieren die Sender/Transponder markierter Tiere deren Standort. Die Tiere können dann in kurzer Zeit gesichert werden. Danach kann die landwirtschaftliche Bearbeitung/Mahd völlig unbehindert und sicher auf «tierfreien» Wiesen und Feldern erfolgen. Zusätzlich oder alternativ kann ein Empfangsgerät auf dem jeweiligen landwirtschaftlichen Fahrzeug, z.B. einem Traktor, mitgeführt werden. Falls das landwirtschaftliche Fahrzeug sich einem Sender nähert, wird dies warnend signalisiert.

[0018] In vorteilhafter Weise kann das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung durch eine dritte Phase erweitert werden, welche die erste Suchphase funktionell ergänzt. Während dieser dritten Phase werden in der ersten Phase gefundene Tiere, vornehmlich weibliche Tiere, mit signalabgebenden Vorrichtungen markiert, deren Funktion einerseits zeitlich nicht begrenzt ist, d.h. zumindest so lange funktionieren, wie die Tiere leben, und die andererseits sowohl eine Identifizierung der Tiere als auch eine genaue und kontinuierliche Bestimmung ihres Aufenthaltsorts durchführen und diese Daten an ein einem Nutzer zugängliches Speichergerät übertragen, so dass sich aus den im Speichergerät aufgezeichneten Bewegungsmustern, gegebenenfalls auch unterstützt von Feldbeobachtungen durch Jäger/Wildbiologen, vor allem in der Setzzeit der Setzort zum Zweck der Auffindung und Markierung ermitteln lässt und die Suche nach Jungtieren erleichtert wird. Das Jungtier lässt sich dann leicht finden und markieren und bei der landwirtschaftlichen Bearbeitung/Mahd schützen, wie vorstehend beschrieben. Phase drei ist also eine funktionelle Ergänzung der Phase eins. Das Ziel ist, alle Tiere in gefährdeten Regionen zu markieren und ihre Bewegungen in der Setzzeit zu überwachen, wodurch die Suche nach Jungtieren erleichtert wird.

[0019] Die gesamte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens kann beispielsweise nach Art der Lawinen-Verschütteten-Suchgeräte (LVS) aufgebaut sein und arbeiten. Alternativ wird das Satellitennavigationssystem zur Suche verwendet. Insbesondere die Sender/Transponder, gegebenenfalls ergänzt durch einen Satellitennavigationsempfänger, mit denen

die Tiere markiert werden, sind dazu so klein und leicht wie möglich (kleiner und leichter als bei LVS-Systemen für die Suche von Menschen) gestaltet. Real Time Location System (RTL) oder «active RFID» mit Lokalisierungsfunktion sind geeignete Technologien, die für diese Anwendung ebenfalls in Frage kommen.

[0020] Die vorliegende Erfindung und vorteilhafte Weiterbildungen davon werden nachfolgend weiter erläutert. Dabei wird der Ablauf der einzelnen Phasen unter Beschreibung der zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens verwendeten Vorrichtungen präzisiert. Beispielsweise wird die Suche von Rehkitzen betrachtet; bei anderen Tieren laufen die Vorgänge ähnlich ab.

[0021] In der ersten Phase werden bekannte Detektionssensoren (Infrarot, Video, Mikrowellenradar) und Suchverfahren (zu Fuss, auf Fahrzeugen, getragen von Kleinfluggeräten) verwendet. Vorzugsweise wird eine Infrarot-Kamera oder eine Video-Kamera an Bord eines ferngesteuerten kleinen Fluggeräts, vorzugsweise einem Quatrokopter oder Octokopter, eingesetzt. Die Fernsteuerung kann satellitennavigationsgestützt automatisch ablaufen (Galileo oder GPS), indem z.B. die Kurskoordinaten im Steuerungsprozessor des Kleinfluggeräts gespeichert sind und das Kleinfluggerät über einen bordeigenen Satellitennavigationsempfänger verfügt. In technisch bekannter Weise werden ferner Flughöhe, Fluggeschwindigkeit, Flugkurs sowie geometrische Auflösung, geometrische Geländeabdeckung und Messgeschwindigkeit der Infrarot-Kamera, sowie Arbeitsgeschwindigkeit des Auswerteverfahrens (Detektionsverfahrens) aufeinander abgestimmt und bestimmen neben dem Geländemodell den Kurs. Das geschieht derart, dass die Flächen in möglichst kurzer Zeit lückenlos flächenüberdeckend und automatisch abgesehen werden können.

[0022] Die Kamera kann vorzugsweise über eine umschaltbare Weitwinkel-/Zoomoptik verfügen. Im Suchflug werden in der Weitwinkelseinstellung thermisch auffällige Strukturen/Signaturen gesucht. Das sind z.B. auf etwa Rehkitzgrösse begrenzte Stellen erhöhter Temperatur im Falle der Infrarot-Kamera oder im sichtbaren Videobereich Strukturen, die nach Grösse und Form einem Rehkitzlager ähnlich sind. Gefundene auffällige Strukturen werden mit der Zoomeinstellung bei schwebendem Quatro-/Octokopter genauer inspiziert und analysiert. Dazu können bekannte Bildverarbeitungs- und Mustererkennungsverfahren verwendet werden. Zur endgültigen oder ergänzenden Bestätigung kann das Bild auch auf einen Monitor beim Bedienpersonal übertragen werden. Wahlweise können die genannten Funktionen mit einer Fixfokus-Kamera ausgeführt werden, indem ein Suchflug in grösserer Höhe stattfindet und eine verdächtige Signatur aus einem Schwebeflug bei geringerer Flughöhe (resultierend in höherer geometrischer Auflösung der Kamerabilder) bestätigt oder verworfen wird.

[0023] Die geographischen Koordinaten eines Fundorts, die das Satellitennavigationssystem, z.B. GPS, liefert, werden gespeichert und können zur Erstellung einer langjährigen Fundkarte für wildbiologische Untersuchungen verwendet werden. Eine Anwendung dieser Karte wäre z.B. die Eingrenzung der Flächen, in denen überhaupt Rehkitze gefunden werden. Die Suche kann dann zukünftig vereinfacht werden, indem langjährig rehkitzfreie Flächen ausgenommen werden, wobei die Zuverlässigkeit der Karte für diese Anwendung natürlich mit zunehmendem Aktualisierungsalter steigt.

[0024] Gefundene Rehkitze, werden mit einem geeigneten Sender/Transponder, vorzugsweise in Form einer Ohrmarke, markiert. Er arbeitet nach technisch bekannten Verfahren, ist klein und leicht. Zur Verlängerung der Funktionsdauer kann er mit photovoltaischen Solarzellen ausgerüstet sein, die beispielsweise sein Gehäuse bedecken. Mit diesen Solarzellen wird der elektrische Akku des Geräts immer wieder aufgeladen. Der Sender/Transponder hat einige zehn bis einige hundert Meter Reichweite. Er kann in bestimmten Zeitabständen Signale aussenden, oder aber auch nur auf Abfrage. Die Abfrage erfolgt im letzteren Fall durch das mobile Empfangs- und Leitgerät, welches die Bedienperson mit sich führt, oder aber durch im Gelände vorübergehend oder dauerhaft ortsfest installierte Abfragegeräte.

[0025] Die zweite Phase beginnt einige Stunden vor Beginn der landwirtschaftlichen Bearbeitung/Mahd, sobald ein Termin für die Bearbeitung/Mahd feststeht. Die betroffenen Wiesen und Felder werden aufgesucht. Das mobile Empfangs- und Leitgerät kommt dabei zum Einsatz, oder aber die fest installierten Abfragegeräte. Letztere sind dazu wenige Tage vorher zu installieren. Das mobile Empfangs- und Leitgerät kann die Signale der am Tier befindlichen Sender/Transponder empfangen oder abfragen. Ähnlich wie bei einem Lawinen-Verschütteten-Suchgerät (LVS) kann dann der Benutzer das Tier aufsuchen und wird dabei durch das Gerät geführt. Verfügt das System nicht über Unterstützung durch Satellitennavigation, dann sind die fest installierten Abfragegeräte in Anzahl und örtlicher Verteilung so installiert, dass ein markiertes Tier an jeder Stelle in der Wiese über Triangulationsverfahren lokalisiert werden kann. Die Fundsteile kann dem Benutzer in einer Karte mit beispielsweise Entfernungs- und Richtungsangaben zum Tier dargestellt werden. Alternativ kann der Benutzer selbst mit einem Sender/Transponder ausgerüstet sein. Dieses Gerät kommuniziert mit dem gesamten System. Es wird über Triangulation die Position des Benutzers bestimmt und mit der Fundstelle verglichen. Abweichungen werden dem Benutzer auf der Anzeigeeinheit seines Senders/Transponders dargestellt und er wird somit zum Ziel geführt. Technisch ähnlich ist der Ablauf, wenn Satellitennavigationsempfänger verwendet werden. Es können dann die ortsfest installierten Abfragegeräte entfallen.

[0026] In jedem Falle werden die technischen Einrichtungen, insbesondere deren Kommunikationsreichweite, und die Suche so gestaltet, dass alle Flächen in kurzer Zeit vollständig erfasst werden. Gefundene Tiere werden in technisch bekannter Weise gesichert und wieder freigelassen, wenn die Gefahr vorüber ist.

[0027] Die dritte Phase kann mit zwei unterschiedlichen Zielsetzungen erfolgen. Die hier vorrangige ist die Bestimmung von Ort und auch Zeit der Geburt von Rehkitzen. Dazu werden die Bewegungen markierter weiblicher Rehe in der Setzzeit in einem engen Zeitraster erfasst und gespeichert. Es werden dazu die vorstehend beschriebenen Systeme genutzt. Aus

den Bewegungsdaten werden Verhaltensmuster erkannt, die auf die Geburt (lange Lagerung an derselben Stelle) oder auf das Vorhandensein eines Rehkitzes hinweisen (wiederholtes Aufsuchen desselben Ortes in regelmässigen Abständen von ca. drei bis vier Stunden zum Säugen des Rehkitzes).

[0028] Die zweite Zielsetzung ist die langzeitige Beobachtung der Bewegungsmuster der markierten Tiere zu wildbiologischen Untersuchungen.

[0029] Sollen Gelege von Bodenbrütern gesichert werden, beinhaltet das Verfahren die erste Phase. Gefundene Gelege müssen nicht markiert werden, sondern ihre Koordinaten können in elektronische Karten eingetragen werden. Bei der später erfolgenden Bearbeitung der Fläche dienen die Karten zur Unterstützung bei der Durchführung von Sicherungsmassnahmen.

[0030] Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen und Ausgestaltungen des Verfahrens und von Vorrichtungen nach der vorliegenden Erfindung sind in den sich auf die unabhängigen Patentansprüche unmittelbar oder mittelbar rückbeziehenden Ansprüchen angegeben.

[0031] Die Erfindung wird nachfolgend im Einzelnen anhand von in drei Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen von für die Durchführung des Verfahrens bevorzugt verwendeten Vorrichtungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das Blockschaltbild eines an einem Tier anzubringenden Ohrmarken-Transponders,

Fig. 2 das Blockschaltbild eines zur Entdeckung eines Tieres benutzten Empfangs- und Leitgeräts, und

Fig. 3 das Blockschaltbild eines für die Suche von Tieren vorteilhaften Kleinfliegeräts.

[0032] Als am Tier anzubringender Sender bzw. Transponder, wie er in Fig. 1 in einem Blockschaltbild dargestellt ist, wird bevorzugt ein semiaktiver RFID-Tag verwendet, der im freien UHF-Band (868/915 MHz) betrieben wird. Ein solcher RFID-Tag befindet sich in einem stromsparenden Sleep-Modus, bis er über eine «Aufwachen»-Sequenz geweckt wird, erst dann sendet er seine Identifikationsnummer. Neben der Identifikationsnummer sendet dieser Sender auch die Geokoordinaten seines aktuellen Standortes, die er von einem integrierten Miniatur-GPS-Empfängermodul 1 oder einem vergleichbaren Satellitennavigationsempfänger bekommt, wie sie heutzutage bereits in sogenannten Smartphones eingesetzt werden. Neben der Lokalisierung über die Geokoordinaten kann auch über ein signalstärke- bzw. richtungsbasiertes Verfahren die Position des Senders bestimmt werden.

[0033] Im Falle eines Ausfalls oder starker Ungenauigkeit des GPS-Satellitennavigationsempfänger-Moduls 1, z.B. unter Brücken oder direkt neben steilem Gebirgsmassiv, kann dann das Tier/Objekt immer noch gefunden werden. Die Reichweite eines solchen Systems im UHF-Band liegt aktuell bei ca. 100 m.

[0034] Der in Fig. 1 dargestellte Transponder besitzt ausserdem einen elektrischen Akku 2 entweder in herkömmlicher Bauart (z.B. Lithium-Ionen oder NiMH) oder in Form eines Kondensators mit sehr grosser Kapazität, der über ein photovoltaisch arbeitendes Mini-Solar-Panel 3 aufgeladen wird.

[0035] Optional kann der Transponder in regelmässigen Zeitabständen (z.B. einige Stunden) selbständig aufwachen und seine aktuelle Position (Geokoordinaten) mit Datum und Uhrzeit auf einem internen Flash-Speicher 4 aufzeichnen. Dadurch können für wildbiologische Forschungszwecke Karten und Verhaltensprofile erstellt werden.

[0036] Als Funk-Übertragungsprotokoll wird bevorzugt ZigBee eingesetzt, da es sich hierbei um einen offenen Funknetz-Standard handelt, der vor allem für Anwendungen entwickelt worden ist, die auf geringen Stromverbrauch angewiesen sind. Zu diesem Zweck ist im Transponder ein ZigBee-Funk-Modul 5 mit Antenne vorgesehen. Die Identifikationsnummer des jeweiligen Transponders ist im ZigBee-Funk-Modul 5 eingegeben.

[0037] Die Steuerung des Transponders übernimmt vorzugsweise ein stromsparender Mikrocontroller 6, beispielsweise der MSP430 von Texas Instruments. Gesteuert wird dabei das Akkuladen, der Standby-Betrieb der Komponenten, die Verarbeitung, Speicherung und Übertragung der Geokoordinaten und das Versenden der Identifikationsnummer.

[0038] Das Empfangs- und Leitgerät muss hinsichtlich des Stromsparens nicht so stark optimiert werden wie die Transponder, da dieses Gerät nicht am Tier angebracht ist und daher dem Bedienpersonal zur Verfügung steht und sein Akku nach jeder Suchaktion wieder aufgeladen werden kann. Das in Fig.2 dargestellte vorteilhafte Empfangs- und Leitgerät besitzt ebenso wie der in Fig. 1 gezeigte Transponder ein ZigBee-Funk-Modul 7 mit Antenne zur Kommunikation mit dem Transponder, ein GPS-Satellitennavigationsempfänger-Modul 8 mit Antenne zur Bestimmung der eigenen Koordinaten, einen Flash-Speicher 9 zum Abspeichern der Ereignisse und einen Lithium-Ionen Akku 10 zur Stromversorgung. Ausserdem besitzt das Empfangs- und Leitgerät ein Display 11 zur Anzeige der eigenen Position und der Position der Transponder, deren Signale empfangen werden. Das Display 11 und Eingabetasten 12 dienen zur Kommunikation mit dem Benutzer.

[0039] Die Daten der Tier-Fundstellen werden bevorzugt durch ein GSM-Modul 13 mit Antenne zu einem zentralen Server übertragen. Über diese Kommunikationsstrecke können auch andere Empfangs- und Leitgeräte über den Aufenthaltsort eines Transponders informiert werden. Alternativ können die Ereignisdaten über eine geeignete Schnittstelle, z.B. eine USB-Schnittstelle 14, an einen PC übertragen werden. Ein Mikrocontroller 15 übernimmt die Aufgabe der Koordination

der Daten, die Steuerung der Module, die Verarbeitung der Benutzerein- und -ausgaben. Dieser Mikrocontroller 15 muss leistungsstärker als der im Transponder sein; dafür muss er nicht so stromsparend ausgebildet werden.

[0040] Ein Empfangs- und Leitgerät sollte bei der Mahd stets im landwirtschaftlichen Bearbeitungsfahrzeug oder im Traktor mitgeführt werden. Weitere Empfangs- und Leitgeräte können von Personen am Feld- oder Wiesenrand bedient werden. Falls ein Empfangs- und Leitgerät einen Transponder ortet, können die anderen Empfangs- und Leitgeräte automatisch via GSM-Modul 13 über den Standort des Transponders informiert werden. Dadurch kann das Bergen eines Tieres/Objektes zeitnah zur landwirtschaftlichen Bearbeitung/Mahd geschehen, ohne dabei den die landwirtschaftliche Bearbeitung/Mahd ausführenden Fahrzeugfahrer stark zu beeinträchtigen. Die Empfangs- und Leitgeräte fungieren gleichzeitig auch als Sender und können so auch geortet werden.

[0041] Für die Suche der Tiere in der ersten Phase ist die bevorzugte Ausführungsform ein autonomes Kleinfluggerät, das, wie Fig.3 zeigt, mit einer leichten Infrarot-Kamera 16 mit Teleobjektiv ausgestattet ist und mittels eines GPS-Satellitennavigationsempfänger-Moduls 17 gesteuert werden kann. Dieses autonome Kleinfluggerät, das vorzugsweise in Form eines Octokopters realisiert sein kann, fliegt selbstständig das zu mähende oder zu bearbeitende Feld in einer Höhe von ca. 10 m ab. Das mit einem steuerbaren Antrieb 18 versehene Kleinfluggerät enthält noch ein Fernsteuerungsmodul 19, das eine Fernsteuerung über Funk durch eine Bedienperson ermöglicht. Darüber hinaus ist im Kleinfluggerät ein Flash-Speicher 20 zum datenmässigen Abspeichern der Ereignisse und ein Lithium-Ionen-Akku 21 zur Stromversorgung vorhanden. Die Ereignisdaten können über eine geeignete Schnittstelle, z.B. eine USB-Schnittstelle 22, an einen PC übertragen werden. Einem Mikrocontroller 23 sind die Aufgaben der Koordination der Daten, die Steuerung der Module und des Antriebs sowie die Verarbeitung der Benutzerein- und -ausgaben und darüber hinaus auch die Verarbeitung, Speicherung und Übertragung der Geokoordinaten übertragen.

[0042] Bei der vorstehend angegebenen Flughöhe von ca. 100 m des Kleinfluggeräts über dem Boden und bei Verwendung eines Teleobjektivs mit einem Blickwinkel (FOV; Field of View) von 15° x 11° und einer Infrarot-Kamera 16 mit 160 x 120 Pixeln erscheint ein 20 x 20 cm grosses Rehkitz dann in ca. 12 x 12 Pixeln. Diese Grösse reicht aus, um eine gute Vorselektion zu treffen. Bei schwierigen Umgebungsbedingungen, vor allem bei Sonnenschein und hohen Aussentemperaturen, kann das Kleinfluggerät an solchen vorselektierten Stellen auf bis zu 2 m über dem Boden absenken, um ein geometrisch höher aufgelöstes Bild von dieser Stelle zu machen. Dieses Bild kann dann einerseits mit einem Mustererkennungsalgorithmus automatisch ausgewertet werden und andererseits kann via Funk das Bild an das Bedienpersonal am Feldrand gesendet werden, das dann beurteilen kann, ob es sich hier beispielsweise um ein lebendes Rehkitz handelt oder nicht. Zum Zweck der Funkübertragung des Bildes kann somit im Kleinfluggerät ein GSM-Modul 24 eingebaut sein,

[0043] Bereits im Vorfeld muss die Flugroute des Kleinfluggeräts mit mindestens drei geographischen Eckkoordinaten festgelegt werden. Hindernisse, wie beispielsweise Hochspannungsmasten oder Bäume, und das Geländeprofil müssen hierbei berücksichtigt werden. Eine Software im Kleinfluggerät errechnet automatisch eine günstige Flugroute ab dem Startpunkt, so dass die komplette Fläche abgesucht wird. Das Bedienpersonal am Feldrand hat zur Sicherheit eine Fernsteuerung, um im Notfall das Kleinfluggerät manuell steuern zu können, das zu diesem Zweck das Fernsteuerungsmodul 19 aufweist. Bei niedrigem Akkuladestand des Kleinfluggerätes fliegt es rechtzeitig automatisch zum Startpunkt zurück und speichert die bisher abgeflogene Strecke. Nach dem Akkutauch nimmt es die Suche an der registrierten Stelle wieder auf.

Bezugszeichenliste

[0044]

- 1 GPS-Empfänger-Modul
- 2 Akku
- 3 Solar-Panel
- 4 Flash-Speicher
- 5 ZigBee-Funk-Modul
- 6 Mikrocontroller
- 7 ZigBee-Funk-Modul
- 8 GPS-Empfängermodul
- 9 Flash-Speicher
- 10 Akku
- 11 Display

- 12 Eingabetasten
- 13 GSM-Modul
- 14 USB-Schnittstelle
- 15 Mikrocontroller
- 16 Infrarot-Kamera
- 17 GPS-Empfängermodul
- 18 Antrieb
- 19 Fernsteuerungsmodul
- 20 Flash-Speicher
- 21 Akku
- 22 USB-Schnittstelle
- 23 Mikrocontroller
- 24 GSM-Modul

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung und Sicherung von in landwirtschaftlichen Feldern und Wiesen versteckten Tieren einschliesslich Brutgelegen zur Verwendung im Acker- und Pflanzenbau, gekennzeichnet durch eine Suche der Tiere und Brutgelege in zwei zeitlich voneinander unabhängigen Phasen, wobei die erste Suchphase zeitlich an die Setz- und Brutzeit der Tiere gekoppelt und vollkommen unabhängig von der landwirtschaftlichen Bearbeitung, insbesondere der Mahd, ist und in dieser Phase die gesamten potentiellen Flächen nach Tieren dabei ab dem Beginn der Setz- und Brutzeit unter Anwendung technischer Detektionsverfahren ein- oder mehrmals abgesucht werden und gefundene Jungtiere mit einer signalabgebenden technischen Vorrichtung in Form von technischen Funksendern oder Transpondern dauerhaft markiert werden, die ihr Wiederauffinden über Entfernungen von einigen zehn bis zu einigen hundert Metern ermöglicht, und wobei die zweite Suchphase an die landwirtschaftliche Bearbeitung, insbesondere die Mahd, gekoppelt ist und einige Stunden vor oder bei deren Beginn eintritt und zur Durchführung dieser Phase am Rande der zu bearbeitenden Flächen von Hilfspersonal bediente Empfangs- und Leitgeräte verwendet werden, welche die Signale der signalabgebenden technischen Vorrichtungen markierter Tiere empfangen und das Hilfspersonal vermittels dieser Signalisierung zu den Standorten der Tiere führen, so dass nach einer Sicherung der Tiere die landwirtschaftliche Bearbeitung, insbesondere die Mahd, unbehindert vorgenommen werden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine die erste Suchphase funktionell ergänzende dritte Phase, während der in der ersten Phase gefundene Tiere, vornehmlich weibliche Tiere, mit den signalabgebenden technischen Vorrichtungen markiert werden, deren Funktion einerseits zeitlich nicht begrenzt ist, und die andererseits sowohl eine Identifizierung der Tiere als auch eine kontinuierliche Bestimmung ihres Aufenthaltsorts durchführen und diese Daten an ein einem Nutzer zugängliches Speichergerät übertragen, so dass sich aus den im Speichergerät aufgezeichneten Bewegungsmustern vor allem in der Setzzeit der Setzort zum Zweck der Auffindung und Markierung ermitteln lässt und die Suche nach Jungtieren erleichtert wird, wobei vorzugsweise die im Speichergerät aufgezeichneten Bewegungsmusterdaten von Feldbeobachtungsdaten unterstützt werden, die insbesondere durch Jäger/Wildbiologen ermittelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die signalabgebenden technischen Vorrichtungen zusätzlich über einen Satellitennavigationsempfänger, insbesondere einen Galileo- oder GPS-Empfänger, verfügen, der die Positionskoordinaten der Tiere bestimmt, wobei die Positionskoordinaten in einem optional vorhandenen internen Speicher gesammelt werden oder an einen extern vorhandenen Speicher kontinuierlich oder auf Abfrage mittels eines externen Abfragegeräts übertragen werden, so dass dem Benutzer sowohl die aktuellen Positionsdaten aus dem Satellitennavigationsempfänger als auch eine Rückschau über die Bewegungsdaten der Tiere zur Verfügung stehen.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der landwirtschaftlichen Bearbeitung, insbesondere bei der Mahd, zusätzlich ein weiteres Empfangs- und Leitgerät auf dem bei der Bearbeitung verwendeten Fahrzeug mitgeführt wird und dass die signalabgebende technische Vorrichtung dem Empfangs- und Leitgerät eine warnende Signalisierung bei Annäherung des Fahrzeugs übermittelt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Detektionsverfahren in der ersten Phase Detektionssensoren, insbesondere Infrarot-Kamera, Video-Kamera und/oder Mikrowellenradar-

CH 701 643 B1

Sensor, zu Fuss, auf Fahrzeugen oder auf Kleinfluggeräten verwendet werden, wobei vorzugsweise bei Verwendung eines Kleinfluggeräts dieses ferngesteuert wird und zur Durchführung des Detektionsverfahrens eine Infrarot-Kamera und/oder eine Video-Kamera an Bord dieses Kleinfluggeräts, vorzugsweise einem Quattropter oder Octokopter, als Detektionssensor eingesetzt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die an den gefundenen Tieren zur Markierung anzubringenden, vorzugsweise in Form einer Ohrmarke ausgebildeten, technischen Funksender oder Transponder in bestimmten Zeitabständen oder nur auf Abfrage Signale aussenden, wobei im letzteren Fall die Abfrage durch ein mobiles Empfangs- und Leitgerät, welches das Hilfspersonal mit sich führt, oder aber durch im Gelände vorübergehend oder dauerhaft ortsfest installierte Empfangs- und Leitgeräte erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Phase einige Stunden vor Beginn der landwirtschaftlichen Bearbeitung/Mahd beginnt, sobald ein Termin für die Bearbeitung/Mahd feststeht, dass dazu die betroffenen Wiesen und Felder aufgesucht werden und ein oder mehrere mobile Empfangs- und Leitgeräte dabei zum Einsatz kommen, oder aber die fest installierten Empfangs- und Leitgeräte, welche dazu wenige Tage vorher zu installieren sind, dass jedes mobile Empfangs- und Leitgerät die Signale der an den Tieren befindlichen technischen Funksender oder Transponder empfängt oder abfragt und dass dann der Benutzer das Tier aufsucht und dabei durch das Empfangs- und Leitgerät geführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Phase mit zwei unterschiedlichen Zielsetzungen erfolgt, wobei die hier vorrangige die Bestimmung von Ort und auch Zeit der Geburt von Jungtieren ist und dazu die Bewegungen markierter weiblicher Tiere in der Setzzeit in einem engen Zeitraster erfasst und gespeichert werden und aus den Bewegungsdaten Verhaltensmuster erkannt werden, die insbesondere durch lange Lagerung an derselben Stelle auf die Geburt oder insbesondere durch wiederholtes Aufsuchen desselben Ortes in regelmässigen Abständen von drei bis vier Stunden – zum Säugen des Jungtieres – auf das Vorhandensein eines Jungtieres hinweisen, und dass die zweite, jedoch nachrangige Zielsetzung die langzeitige Beobachtung der Bewegungsmuster der markierten Tiere zu wildbiologischen Untersuchungen ist, indem die gespeicherten geographischen Daten des Aufenthaltsorts zur Erstellung einer langjährigen Fundkarte für wildbiologische Untersuchungen verwendet werden und dass sich die gewonnene Fundkarte dazu verwenden lässt, Flächen, in denen überhaupt Jungtiere gefunden werden, einzugrenzen, so dass die Suche dann zukünftig vereinfacht werden kann, indem langjährig jungtierfreie Flächen ausgenommen werden.
9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung der ersten Phase der Suche Detektionssensoren, wie Infrarot-Kamera (16), Video-Kamera oder Mikrowellen-Radar, und zur Markierung und Kennzeichnung der bei dieser Suche gefundenen Tiere an diesen Tieren anzubringende technische Funksender oder Transponder vorgesehen sind, welche in bestimmten Zeitabständen oder aber auch nur auf Abfrage Signale aussenden, und dass zur Durchführung der zweiten Phase ortsfest installierte und/oder vom Hilfspersonal mitgeführte, mobile Empfangs- und Leitgeräte vorgesehen sind, welche die Signale der an den Tieren angebrachten technischen Funksender oder Transponder empfangen und auswerten.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zum Transport der Detektionssensoren ein Fahrzeug oder ein ferngesteuertes Kleinfluggerät, wie z.B. ein Quattropter oder Octokopter, vorgesehen ist, wobei vorzugsweise das Kleinfluggerät einen bordeigenen Satellitennavigationsempfänger (17) zur Bestimmung der eigenen geometrischen Koordinaten enthält und dass das Kleinfluggerät mit einem Steuerungsprozessor versehen ist, in dem die Kurskoordinaten gespeichert sind, so dass die Fernsteuerung satellitennavigationsgestützt automatisch abläuft, wobei Flughöhe, Fluggeschwindigkeit, Flugkurs sowie geometrische Auflösung, geometrische Geländeabdeckung und Messgeschwindigkeit der Infrarot-Kamera (16), sowie Arbeitsgeschwindigkeit des Auswerteverfahrens aufeinander abgestimmt und neben einem Geländemodell den Kurs bestimmen.

Transponder

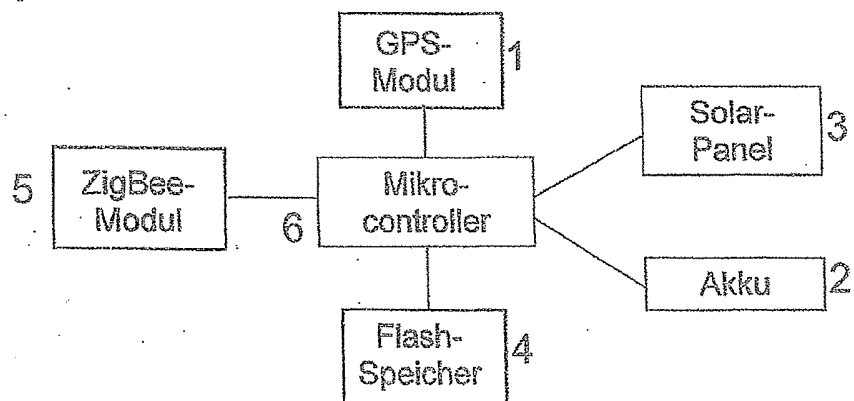


Fig.1

Empfangs- und Leitgerät

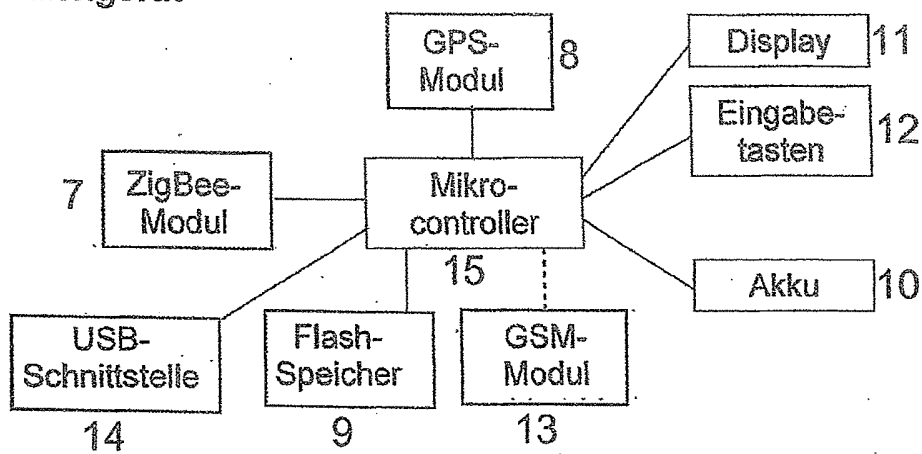


Fig.2

Kleinfluggerät

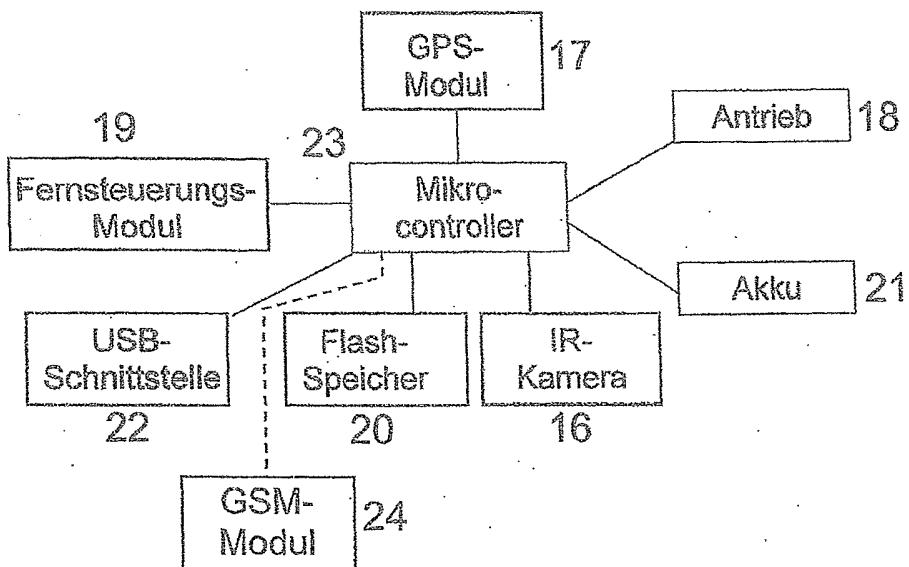


Fig.3