



(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 606/2001
(22) Anmeldetag: 2001-04-03
(42) Beginn der Patentedauer: 2005-10-15
(45) Ausgabetag: 2006-07-15

(51) Int. Cl.⁷: G08B 21/18

(30) Priorität:
04.04.2000 DE 10016688 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
US 5473311A DE 3905658A1
US 5025150A US 4660024A
US 4857912A US 5504473A
US 5576972A

(73) Patentinhaber:
DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT-
UND RAUMFAHRT E.V.
D-53175 BONN (DE).
ISA INDUSTRIELEKTRONIK GMBH
D-92637 WEIDEN (DE).

(54) **VERFAHREN ZUR DETEKTION VON TIEREN UND/ODER GELEGEN VON BODENBRÜTERN IN DEREN NATÜRLICHEM LEBENSRAUM SOWIE EINRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS**

(57) Tiere (Kitze, Junghasen u. ä.) sowie Gelege von bodenbrütenden Vogelarten (Fasan, Rebhuhn, Kiebitz, Schnepfe, Brachvogel u. v. a.) in Wiesen und Feldern sind von Verletzungen, Tötung, bzw. Zerstörung durch landwirtschaftliche Maschinen bedroht. Mittels des Einsatzes von Infrarot-, Mikrowellen- und Videosensoren (1; 3; 2), die einzeln oder in Kombination an geeigneter Stelle an der Maschine angebracht sind, können sie rechtzeitig aufgespürt und gerettet werden. Ein zusätzlich eingesetztes Positionsmeßgerät (DGPS) ermöglicht Rettungsmaßnahmen ohne die Unterbrechung der landwirtschaftlichen Bearbeitungsmaßnahmen.

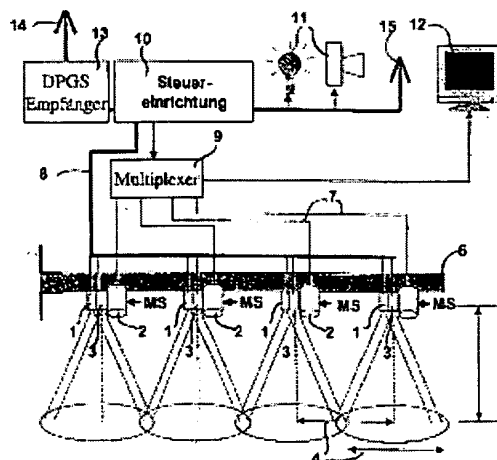


Fig.1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Detektion von Tieren und/oder Gelegen (Nestern mit Eiern) von Bodenbrütern in deren natürlichem Lebensraum, beispielsweise in Wiesen und Feldern, sowie Einrichtungen zur Durchführung des Verfahrens. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Kartierung von Fundstellen von detektierten Tieren und/oder Gelegen.

Beim Einsatz von landwirtschaftlichen Maschinen, wie Mähwerken, Ackerwalzen, Feldfrucht-Vollerntemaschinen, beispielsweise für Zuckerrüben, sowie Schlagwerken u.ä. werden jährlich eine große Zahl von Rehkitzten, (Jung-) Hasen, Bodenbrütern, wie Fasanen, Rebhühnern, Brachvögeln, Kiebitzen und viele andere Arten und deren Gelege verletzt, getötet, bzw. zerstört. Nach Schätzungen werden allein in Deutschland bei der jährlichen Frühjahrsmahd von Wiesen 420 000 Tiere verletzt bzw. getötet. Das liegt hauptsächlich daran, daß diese Tiere und Gelege sehr gut getarnt, daher schwer zu entdecken sind und die Tiere außerdem gar nicht oder zu spät vor den Maschinen fliehen. Bezogen auf diese Situation wirkt sich außerdem ungünstig aus, daß die Maschinen immer schneller arbeiten und damit eine Flucht erschweren.

Seit einiger Zeit sind Einrichtungen bekannt, die mittels Infrarotsensorik Tiere in Wiesen detektieren. Dazu werden natürlich vorhandene Temperaturunterschiede genutzt, die unterschiedliche Infrarotstrahlmengen von Tier bzw. Gelege und Untergrund, im allgemeinen Wiesen oder Felder, bewirken. Nachteilig hierbei ist, daß insbesondere bei Sonnenschein Temperaturunterschiede durch unterschiedliche Erwärmung unterschiedlicher Strukturen einer Wiese oder eines Feldes auftreten, die detektiert werden und dann einen (Fehl-) Alarm auslösen bzw. auslösen können. Das sind beispielsweise Maulwurfshäufen, Unterschiede in der Bewuchsdichte und damit Beschattung des Bodens, oder unbewachsene Stellen. Fehlalarm kann auch durch großblättrige Pflanzen im Gras ausgelöst werden, wenn diese beispielsweise hoch stehen und dadurch Blätter nahe am Sensor dessen Gesichtsfeld vollständig abdecken.

Die bekannten Einrichtungen arbeiten ohne Fehlalarm bei Nacht, in der Dämmerung, oder bei völlig bedecktem Himmel, da dann die Temperaturunterschiede zwischen Tier/Gelege und dem Untergrund am größten sind. Ein großer Teil der Feldbearbeitung, beispielsweise die Wiesenmahd, findet aber vorzugsweise bei starkem Sonnenschein statt. Unter diesen Bedingungen werden zwar auch Tiere detektiert, aber bei entsprechend gearteten Wiesen kommt es häufig zu Fehlalarmen, so daß der Einsatz der Einrichtung unzumutbar wird.

Bei den bekannten Einrichtungen kann die Detektionsschwelle mittels eines in eine Kontrolleinheit eingebauten Potentiometers eingestellt werden. Bei diesen Einstellungen werden die thermische Struktur, d. h. die Temperaturunterschiede des Geländes berücksichtigt; allerdings müssen die Einstellungen bei Beginn eines jeden Betriebs vom Benutzer vorgenommen werden. Ändert sich während des Betriebs die thermische Struktur (beispielsweise durch Änderung der Sonneneinstrahlung), so muß die Einstellung korrigiert werden, um Fehlalarme zu vermeiden oder die Detektionsempfindlichkeit zu erhöhen.

Für den Naturschutz, die Naturforschung, Landwirtschaft und Jagd ist es von Interesse, über lange Zeiträume die Lebensweise und das Verhalten von wilden Tieren in landwirtschaftlicher Kulturlandschaft zu beobachten und diese mit der Umwelt und den Eingriffen des Menschen in die Umwelt in Beziehung zu setzen. Dazu gehört zum Beispiel auch, die bevorzugten "Kinderstuben", wie Lager von Kitzen und Junghasen, Gelege der Bodenbrüter u.ä., über lange Zeiträume genau zu kartieren. Damit können tiefere Einblicke in die Lebensweise und Reaktionen auf Veränderungen des Lebensraums studiert werden. Eine Erstellung derartiger "Gelege- und Lagerkarten" ist bisher nicht möglich, da das sichere Finden dieser Stellen nur mit enormem Aufwand und unter unzulässiger Störung der Tiere möglich wäre.

Nachteilig beim Stand der Technik ist, dass die vorhandenen Infrarotsensoren unter bestimmten Bedingungen häufig Fehlalarme auslösen können und daher nicht universell einsetzbar sind. Als besonders nachteilig hat sich ergeben, dass ein Teil dieser Bedingungen vor allem zu den für das Mähen günstigsten Zeiten auftreten, nämlich bei Sonnenschein. Nachteilig ist ferner,

dass die Einstellung der Empfindlichkeit vom Benutzer vorgenommen werden muß, so dass deren "Qualität" von der Geschicklichkeit und Erfahrung des Benutzers abhängt, somit nicht objektiven Kriterien unterliegt und daher selten optimal ist. Das gilt in gleicher Weise für die notwendige Nachstellung im Betrieb, worunter Detektionssicherheit und Fehlalarmunterdrückung leiden.

Ferner wird als Nachteil angesehen, dass bei der Wiesenmäh oder Feldbearbeitung mit Lohnunternehmern die Bearbeitungszeit verlängert und damit die Kosten erhöht werden, wenn der Bearbeiter bei der Detektion von Tieren oder Gelegen anhalten und Rettungsmaßnahmen durchführen muß. Weiterhin ist nachteilig, dass es bisher kein Verfahren und Gerät gibt, mit denen auf einfache, schnelle, für Tier und Umwelt verträgliche Weise über lange Zeiträume (Jahre) eine hochgenaue Kartierung von Gelegen und Jungtierlagern für oben genannten Zwecke möglich ist.

In US 5 473 311 A ist ein Überwachungssystem mit Mikrowellen- und Infrarotsensoren beschrieben, deren gemittelte Ausgangssignale mit dem Ziel einer unterscheidenden Erkennung von Tieren und Menschen ausgewertet werden.

Weitere Sicherheits-/Überwachungssysteme mit einer Kombination unterschiedlicher Sensoren sind beispielsweise in US 4 660 024 A, US 4 857 912 A, US 5,504,473 A und US 5 576 972 A beschrieben.

Aus DE 39 05 658 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Messen der Feuchte eines Gutes bekannt. Hierbei wird das Gut auf einem Förderer kontinuierlich durch eine Messanordnung befördert, die als Energiequelle einen Mikrowellensensor oder einen Infrarotstrahler sowie einen Sensor zum Erfassen der das Gut durchdringenden Energie und einen Sensor zum Erfassen der vom Gut reflektierten Energie aufweist. Aus der Dämpfung und der Phasenverschiebung der das Gut durchdringenden Energie bzw. der vom Gut reflektierten Strahlung werden in einer Auswerteanordnung erste bzw. zweite Quotientensignale gebildet, aus welchen in einer als Mittelwertbildner ausgebildeten Recheneinheit die Mittelwerte ausgebildet werden, welche als feuchte Signale in einer Anzeigeeinheit zur Anzeige gebracht werden.

Eine Kartierung von Bodenflächen mit Hilfe eines entsprechend ausgerüsteten Fahrzeugs ist beispielsweise in US 5 025 150 A beschrieben.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, Tiere und/oder Gelege in landwirtschaftlich genutzten Flächen, bzw. ganz allgemein in deren natürlichem Lebensraum zu detektieren, diese Fundstellen zu kartieren und daraus thematische Fundstellenkarten zu erstellen, sowie entsprechende Einrichtungen zu schaffen, die an verschiedenen Trägerplattformen, wie allen Arten von landwirtschaftlichen Maschinen, vorzugsweise Mäh-, Erntemaschinen, u.ä., Geländefahrzeugen, und/oder weiteren entsprechend ausgelegten Fahrzeugen montiert, u.U. auch von zu Fuß das Gelände begehenden Einsatzkräften getragen, zur Anwendung kommen.

Gemäß der Erfindung ist diese Aufgabe bei einem Verfahren zur Detektion von Tieren und/oder Gelegen von Bodenbrütern in deren natürlichem Lebensraum mit den im Anspruch 1 angegebenen Schritten gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsmäßigen Verfahrens sind Gegenstand von Unteransprüchen. Auch sind Einrichtungen zur Durchführung des Verfahrens und vorteilhafte Weiterbildungen dieser Einrichtungen vorgesehen.

Gemäß der Erfindung ist auch eine Einrichtung zur Kartierung von Fundstellen von Tieren und/oder Gelegen angegeben.

Gemäß der Erfindung sind zur Detektion von Tieren und/oder Gelegen (Nestern) von Bodenbrütern in deren natürlichem Lebensraum, wie Wiesen und Felder, mittels einer Anzahl an einem landwirtschaftlichen Fahrzeug etwa in gleicher Höhe und in gleichem Abstand voneinander

angebrachter, zum Boden hin ausgerichteter und etwa dasselbe Untersuchungsareal erfassender Multisensoreinheiten (MS) vorgesehen, die jeweils aus einem IR-Strahlungssensor, einem Mikrowellensensor und/oder einer Videokamera bestehen.

- 5 Mittels dieser Multisensoreinheiten wird bei einer Bewegung des Fahrzeugs über eine abzutastende Fläche in den drei Spektralbereichen der sichtbaren, infraroten und Mikrowellenstrahlung oder in einer der drei möglichen Kombinationen von zwei dieser drei Spektralbereiche, bei zeitlicher und räumlicher Koinzidenz reflektierte bzw. emittierte Strahlung erfasst, und in einer nachgeordneten Elektronik zeitlich und räumlich simultan verarbeitet.

- 10 Aus Meßsignalen der IR- und Mikrowellensensoren einer Multisensoreinheit (MS) wird laufend ein gleitender Mittelwert in der Weise gebildet, dass die Meßsignale über mit zurückgelegten Wegstrecken des Fahrzeugs korrespondierende, einstellbare Zeitintervalle gemittelt werden, wobei jedes der Zeitintervalle so gewählt ist, dass die mit ihm korrespondierende Wegstrecke
15 ein Mehrfaches der Körperlänge eines Tieres bzw. des Durchmessers eines gesuchten Geleges ist.

- Aus dem gleitenden Mittelwert wird ein etwas größerer gleitender Schwellenwert abgeleitet, welcher ständig mit dem aktuellen Meßsignal verglichen wird, und es wird ein akustischer und/oder optischer Alarm ausgelöst, wenn bei Feststellen eines Objekts, das wärmer und/oder
20 feuchter ist als der Untergrund, im Gesichtsfeld der Multisensoreinheit (MS) der gleitende Schwellenwert überschritten wird, und/oder es wird ein zum entsprechenden Meßfeld und Meßzeitpunkt gehörendes Videobild als Standbild auf einem Bildschirm angezeigt.

- 25 Die Multisensoreinheiten, die im allgemeinen einen Infrarot-Strahlungssensor und einen Mikrowellensensor und entsprechend den jeweiligen Anforderungen auch noch eine Videokamera enthalten, werden vorzugsweise in miniaturisierter Bauform verwendet und obendrein in einem möglichst kleinen, stoß- und wetterfesten sowie tau- und regenwasserdichten Gehäuse untergebracht. Hierbei sind die Sensoren, wie aus DE 37 30 449 bekannt, optomechanisch dimensi-
30 oniert und angeordnet. Das bedeutet, die Montagehöhe liegt geringfügig oberhalb der Vegetationshöhe und der Gesichtsfeldwinkel ist so groß, dass am Boden ein vorzugsweise rechteckiger, jedoch auch kreisförmiger oder elliptischer Fleck entsprechend den Abmessungen der zur detektierenden Tiere oder Gelege erfaßt wird.

- 35 Die Multisensoreinheiten sind vorzugsweise an einer waagrechten Tragkonstruktion in einem Abstand voneinander vorgesehen, der so gewählt ist, dass die am Boden erfaßten Flecken sich vorzugsweise ein wenig überdecken. Insbesondere sind so viele Multisensoreinheiten nebeneinander montiert, dass mit ihnen ein Streifen am Boden erfaßt werden kann, der zumindest
40 gleich, vorzugsweise größer als die Bearbeitungsbreite der eingesetzten landwirtschaftlichen Maschine ist.

Wie in DE 37 30 449 beschrieben, werden mittels Infrarotsensoren die Unterschiede in der Infrarotstrahlung von Tieren/Brutgelegen und dem Untergrund, wie beispielsweise Wiesenböden erfaßt, was daher nachstehend nicht näher beschrieben zu werden braucht.

- 45 Besonders vorteilhaft bei dieser Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass der "gleitende Schwellenwert" selbsttätig eingestellt wird; dadurch ist der Benutzer entlastet, und Einstellfehler treten nicht auf. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass außerdem der "gleitende Schwellenwert" automatisch nachgeführt wird, wenn sich die mittleren Infrarot-
50 Strahlungsverhältnisse des Untergrunds ändern. Somit wird einerseits eine optimale Detektionswahrscheinlichkeit erreicht, und andererseits werden Fehlalarme weitestgehend vermieden.

- Wenn Tiere oder Gelege in vegetationsfreiem Gelände gesucht werden sollen, wie beispielsweise Junghasen, sogenannte "Märzhasen", Bodenbrüter auf Äckern im zeitigen Frühjahr,
55 können bei starker Sonneneinstrahlung die Temperaturen des Ackers höher werden als die der

Tiere/Gelege. Dann wird das Detektionsverfahren invertiert, d.h. der "gleitende Schwellenwert" wird etwas geringer als der "gleitende Mittelwert" eingestellt. Für diese Fälle ist an einer dem/n Infrarotsensor/en zugeordneten Steuereinrichtung eine Umschaltmöglichkeit vorgesehen, die der Benutzer betätigt, wenn er erkennt, daß der Ackerboden sehr warm ist. Wenn dann das
5 aktuelle Infrarotsignal kleiner ist als der Schwellenwert, weil ein Tier/Gelege erfaßt wird, das kühler als der Untergrund in der Umgebung ist, wird ein akustischer und/oder optischer Alarm ausgelöst.

Gemäß der Erfindung kann außerdem die Signalauswertung des/r Infrarotsensor/en durch eine
10 Zeitmessung erweitert werden, wodurch die Detektionssicherheit erhöht und die Anzahl an Fehlalarmen reduziert wird, wie nachfolgend noch im einzelnen beschrieben wird. Vorzugsweise werden als Infrarotdetektoren in dem Infrarot-Strahlungssensor wechsignalempfindliche (beispielsweise pyroelektrische) Detektoren verwendet, welche, da deren Charakteristik diejenige eines Hochpasses ist, die Eigenschaft haben, nur Strahlungsänderungen zu erfassen, nicht
15 aber konstante Strahlungspegel.

Diese wechsignalempfindlichen Detektoren liefern beim Wechseln von niedrigen zu hohen Strahlungspegeln, d.h. von kalt auf warm, einen positiven Signalpuls, und zwar mit einem Zeitverhalten, das durch das Zeitverhalten des Detektors vorgegeben ist. Bei einem Wechsel von
20 hohen zu niedrigen Strahlungspegeln, d.h. von warm auf kalt, liefern sie einen negativen Signalpuls. Die Höhe des Pulses ist dabei jeweils proportional zur Höhe des Strahlungssprungs, d.h. zur Strahlungsdifferenz.

Gemäß der Erfindung ist diese Eigenschaft, wie folgt, genutzt. Eine sonnenbeschienene Wiese
25 hat ein mehr oder wenig zufälliges thermisches Muster. Die Pflanzen weisen nur geringe Temperaturunterschiede von wenigen Graden auf, da ihre Temperatur auch bei starker Sonnenbestrahlung kaum über etwa 20° Celsius steigt. Höhere Temperaturunterschiede treten jedoch zwischen der Vegetation und unbewachsenen Stellen auf, die bei Sonnenbestrahlung Temperaturen von 40° bis 50° Celsius annehmen können. Diese Stellen, wie beispielsweise Maulwurfs-
30 haufen, Mäuselöcher, Stellen geringer Fruchtbarkeit u.ä., sind zufällig in Verteilung und Größe.

Höhere Temperaturunterschiede bestehen auch zwischen der Vegetation und Tieren bzw. Gelegen. Während offen liegende (bebrütete) Eier eine Temperatur von etwa 36° bis 38° Celsius aufweisen, kann ein sonnenbeschienenes Federkleid oder Fell auch höhere Temperaturen
35 annehmen. Tiere/Gelege sind zwar in der Verteilung im Gelände auch zufällig, ihre Größe aber ist innerhalb gewisser Grenzen bekannt. So haben beispielsweise ein zusammengerolltes Kitz einen Durchmesser von etwa 40 cm, ein Fasanengelege einen Durchmesser von etwa 15 cm bis 20 cm, usw.

Beim Übergang von einer (kühlen) Wiese auf ein (warmes) Tier (Gelege) wird ein positiver Signalpuls bestimmter Höhe registriert. Beim anschließenden Übergang vom (warmen) Tier auf die (unverändert kühle) Wiese wird ein negativer Signalpuls gleicher Amplitude registriert. Bei
40 bekannter Geschwindigkeit des von einem landwirtschaftlichen Fahrzeug mitgeführten Sensors ergibt sich die überstrichene Länge des Tierkörpers/Geleges aus der Zeitdauer zwischen Anstieg und Abfall des Signals.
45

Als Kriterien für die Detektion eines Tieres (Geleges) werden gemäß der Erfindung daher in einem ersten Schritt in Abhängigkeit von der typischen Größe (Länge) der gesuchten Tier-/Gelegeart und der Geschwindigkeit des Trägerfahrzeugs Zeitfenster berechnet, in denen ein
50 positiver und ein negativer Signalpuls, d.h. ein Impulsanstieg und -abfall aufeinanderfolgen müssen. Die Geschwindigkeit wird mittels Tachometer, Radargeschwindigkeitsmessern u.ä. gemessen und in einem Verarbeitungsprozessor eingegeben.

In einem zweiten Schritt wird das registrierte, d. h. analog-digital gewandelte und gespeicherte
55 Sensorsignal nach Paaren positiver und negativer Signalpulse durchsucht, die innerhalb des

Zeitfensters auftreten. In einem dritten Schritt werden bei identifizierten Signalpulspaaren Amplitudenbeträge gebildet und verglichen. Sind die Höhen der Amplitudenbeträge in den Grenzen der Meßunsicherheit gleich, so wird in einem vierten Schritt ein akustischer und/oder optischer Alarm ausgelöst. Unterscheiden sich jedoch die Amplituden um mehr als die Meßunsicherheit, wird kein Alarm ausgelöst.

Bei einer analogen Verarbeitung anstelle einer Verarbeitung mit einem digitalen Verarbeitungsprozessor wird eine Anologschaltung verwendet, von der nach Auftreten eines Signalpulses ein (der Größe der gesuchten Tier- oder Gelegeart angepaßtes) Zeitfenster gestartet wird; nach dessen Ablauf wird in einem zweiten gesetzten Zeitfenster der zweite Signalpuls erwartet. Liegt ein solcher Puls vor, so wird seine Amplitude mit der des ersten verglichen und bei Übereinstimmung (im Rahmen der Meßunsicherheit) Alarm ausgelöst.

Für die vorstehend beschriebenen Detektionsverfahren mittels Zeitfenstern bzw. der Auswertung von Signalpaaren wird erfindungsgemäß der verwendete Sensor mit einem rechteckigen Gesichtsfeld ausgestattet, wodurch gewährleistet ist, daß die Gesichtsfeldform keinen Einfluß auf den zeitlichen Ablauf der Signale hat. (Anders als bei kreisförmigen oder elliptischen Gesichtsfeldern ist es bei einem rechteckigen gleichgültig, ob das Objekt im Zentrum oder am Rande des Gesichtsfeldes liegt, da der zeitliche Signalverlauf davon nicht beeinflußt wird.

Vorstehend ist die Zeitmeßmethode für Infrarotdetektoren beschrieben, die wechsellichtempfindlich sind. Es können jedoch auch gleichlichtempfindliche Detektoren verwendet werden, die ständig ein Signal liefern, das proportional zur empfangenen Bestrahlungsstärke ist. Wird eine Multisensoreinheit im Betrieb über eine kühle Wiese bewegt und trifft mit ihrem Gesichtsfeld beispielsweise auf ein warmes Kitz oder eine wärmere Stelle in der Wiese, so bewirkt die dort herrschende höhere Infrarotstrahldichte einen Anstieg des Sensorsignals, das erst wieder abfällt, wenn der Sensor über das warme Tier/Gelege, oder die wärmere Stelle hinweg bewegt ist und wieder über den kühlen Wiesenboden kommt.

Die Signalverarbeitung und -analyse erfolgt auch hier entsprechend, wie vorstehend beschrieben, mit dem Unterschied, daß bei dem zweiten Verarbeitungsschritt die Daten nach Paaren Signalanstieg und -abfall durchsucht werden, die innerhalb des Zeitfensters liegen.

Insbesondere werden mit dieser Einrichtung auch Fehlalarme vermieden, die aufgrund von Licht-Schattengrenzen, (die zu Temperaturunterschieden führen), sowie von Übergängen zu unbewachsenen Stellen, wie Wegen, Nachbaräckern, Flächen zum Wenden eines Schleppers, u.ä. ausgelöst werden können.

Um mittels der vorstehend beschriebenen Verfahren Fundstellen, d.h. Tiere und Gelege vorzugsweise mit Eiern, zu detektieren, werden die mittels der Infrarotstrahlungssensoren und der Mikrowellensensoren der verschiedenen Multisensoreinheiten erfaßten Meßwerte einer solchen Fundstelle zusammen mit Positionsdaten der detektierten Fundstelle, welche mittels einer GPS-Einrichtung ermittelt worden sind, in Form einer geokartierten Karte abgespeichert.

Ferner können gemäß der Erfindung die mittels der DGPS-(Differential Global Positioning System) Einrichtungen ermittelten Koordinaten einer detektierten und vom Benutzer bestätigten Fundstelle jeweils automatisch zusammen mit Datum und Uhrzeit in einem entsprechend ausgelegten Speichermedium beispielsweise eines Prozessors abgelegt werden. Gleichzeitig können interaktiv einzugebende Daten bezüglich Tier-/Gelegearten, meteorologischen Parametern, Angaben zur Art, Höhe und Beschaffenheit von Vegetation zur Archivierung an das Speichermedium übergeben werden, so daß durch Verknüpfen der eingegebenen Daten thematische Fundstellenkarten erstellt werden können.

Gemäß der Erfindung kann dieses Verfahren in analoger Weise auch angewendet werden bei Verwendung nur eines Mikrowellensensors allein oder bei einer Kombination eines Mikrowel-

lensensors und eines Infrarot-Strahlungssensors oder auch bei Verwendung eines Infrarot-Strahlungssensors in Kombination mit einem Mikrowellensensor und/oder einer Videokamera. Ferner können ein Mikrowellensensor und Videokamera gemäß der Erfindung nicht nur für sich allein sondern auch in Kombination miteinander oder beide gemeinsam zusammen mit dem Infrarotsensor benutzt werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen im einzelnen erläutert. Es zeigen

Fig.1 schematisch, zum Teil als Blockschaltbild, eine Ausführungsform einer Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens, und
Fig.2 schematisch eine Ausführungsmöglichkeit eines in einer Multisensoreinheit vorgesehenen Mikrowellensensor.

In Fig.1 ist schematisch zum Teil als Blockschaltbild eine Ausführungsform einer Einrichtung zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. An einer Tragkonstruktion 6 bzw. an einem von einer Person tragbaren Balken sind eine Anzahl von - beispielsweise in Fig.1 vier - nach unten, d.h. zum Boden hin "schauende" Multisensoreinheiten MS angebracht, die jeweils einen Infrarot-Strahlungssensor 1, einen Mikrowellensensor 3 und eine Videokameras 2 aufweisen. Die Gesichtsfelder der Sensoren jeder Multisensoreinheit MS sind durch gepunktet angedeutete Linien begrenzt.

Mit 4 ist der Durchmesser bzw. der Abstand der von den Multisensoreinheiten MS am Boden erfaßten, sich geringfügig überlappenden Flächen bezeichnet, welche an die Größe der gesuchten Tier-/Gelegeart angepaßt sind. Die Montagehöhe 5 der einzelnen Multisensoreinheiten MS ist größer als die Höhe der abgesuchten, in Fig.1 nicht näher dargestellten Bodenvegetation, so daß die Multisensoreinheiten MS die Pflanzen nicht berühren.

Über Datenleitungen 8 sind die Multisensoreinheiten MS untereinander und mit einer Steuereinrichtung 9 verbunden, in welcher die Signale/Daten aller Multisensoreinheiten MS zusammenlaufen und aufbereitet werden. Von der Steuereinrichtung 10 wird eine Signalanalyse durchgeführt und gegebenenfalls werden optische und akustische Alarmeinrichtungen 11 gesteuert. Ferner schaltet die Steuereinheit 10 über einen Multiplexer 9 eines oder mehrere Signale der Videokameras 2 über entsprechende Videoleitungen 7 auf einen Bildschirm 12 einer in Fig.1 nicht näher dargestellten landwirtschaftlichen Maschine.

Im Bordrechner 12 oder alternativ im Steuergerät 10 wird die genaue Position aufgefundener Tiere/Gelege aus Daten berechnet, die von einem DGPS-System geliefert werden. Das DGPS-System ist über einen DPGS-Empfänger 13, der über eine Empfangsantenne 14 Daten des DPGS-Systems empfängt, mit dem Steuergerät 10 verbunden. Das Steuergerät 10 weist u.a. einen Sender auf, der über eine Sendeantenne 15 Daten zu einem in Fig.1 nicht näher dargestellten Empfänger sendet, beispielsweise einem Rettungs-DGPS, was später noch im einzelnen beschrieben wird.

Da, wie vorstehend ausgeführt und in Fig.1 dargestellt Infrarot- und Mikrowellensensoren 1 bzw. 3 bzw. Videokameras 2 einzeln für sich oder in jeder möglichen Kombination miteinander verwendet werden können, kann entsprechend flexibel auch die Konfiguration der übrigen Systemkomponenten den jeweiligen Anforderungen angepaßt werden.

In Fig.2 ist schematisch ein einzelner Mikrowellensensor 3 dargestellt, mit welchem ein Beobachtungsfleck 30 erfaßt wird. Mit einem Pfeil 31 ist die Bewegungsrichtung des an der Tragkonstruktion 6 bzw. einem tragbaren Balken angebrachten Mikrowellensensors 3 angedeutet. Der ellipsenförmige Beobachtungsfleck 30 hat beispielsweise senkrecht zur Bewegungsrichtung eine Abmessung von 50 bis 60 cm und in Bewegungsrichtung von etwa 10 bis 20 cm. Vorzugsweise liegt die Montagehöhe 5 (siehe Fig.1) in der Größenordnung von 80 cm.

Gemäß der Erfindung weist ein, vorzugsweise jeder Mikrowellensensor 3 einer Multisensoreinheit MS eine integrierte Sende- und Empfangseinheit auf und arbeitet nach dem Prinzip des Dopplerradars, d.h. er erkennt während er bewegt wird, ein ruhendes Tier aufgrund der durch die Differenzgeschwindigkeit zwischen dem bewegten Sensor 3 und dem ruhenden Tier bedingten Dopplerverschiebung; zusätzlich wird zur Detektion auch die sprunghafte Änderung des Rückstreuquerschnitts beim Übergang des Sensors von der Wiese auf den Körper eines Tiers/Geleges mit Eiern genutzt. Gras (Vegetation) und Wiesenboden haben einen im Vergleich zum Körper eines Lebewesens geringen Wassergehalt; ein höherer Wassergehalt (eine höhere Wasserdichte) bewirkt jedoch einen höheren Rückstreuquerschnitt. Das führt dazu, daß von Tieren/Gelegen mit Eiern mehr Mikrowellenstrahlung zurückgestreut und vom Detektor empfangen wird als von der Vegetation und dem Wiesenboden.

Gemäß der Erfindung arbeitet ein solcher Mikrowellensensor 3 vorzugsweise im Bereich von 24GHz, dem ISM- (Industry Science Medicine) Band, was den Vorteil hat, daß es ohne besondere funktechnische Genehmigung genutzt werden darf. Es sind jedoch auch andere Frequenzbänder geeignet; der bzw. die Mikrowellensensoren 3 müssen dann jedoch entsprechend angepaßt und dimensioniert werden. Die mittlere Sendeleistung des Mikrowellensensors 3 beträgt etwa 5 mW und es kann im Puls- oder im cw-Betrieb gearbeitet werden; jedoch wird der cw-Betrieb bevorzugt, da er technisch weniger aufwendig ist. Der Sender des Mikrowellensensors 3 weist eine aktive integrierte Antenne mit einem High Electron Mobility Transistor (HEMT), bzw. einem Heterostructure-Bipolar-Transistor (HBT) auf. Sein Empfänger wird vorzugsweise als strahlungsgekoppelter Mischer mit einer Schottky-Diode ausgeführt. Alternativ kann bei eingeschränkter Empfindlichkeit die aktive integrierte Antenne im selbstschwingenden Mischbetrieb als Empfänger verwendet werden.

Die Strahlformung der Antenne erfolgt beispielsweise mittels einer dielektrischen Linse und die Strahlform ist eine elliptische Keule, die in der Ausrichtung derjenigen der anderen Sensoren entspricht und in der Größe den gesuchten Tieren/Gelegen angepaßt ist. Die Hauptstrahlrichtung der Antenne ist 30° bis 60° zur Senkrechten in Bewegungsrichtung des Sensors 3 geneigt, d.h. der Sensor "schaut voraus". Dadurch ist erreicht, daß der Intensitätsunterschied des von Tieren oder Gelegen im Vergleich zu dem vom Boden bzw. Bewuchs rückgestreuten Dopplersignals deutlich höher ist und eine größere Zeitspanne zur Verfügung steht als bei einer Hauptstrahlrichtung parallel zur Senkrechten d.h. bei einer Blickrichtung genau senkrecht von oben zum Wiesenboden. Die Hauptstrahlrichtung kann jedoch auch auf andere Winkel eingestellt werden.

Grundsätzlich gilt, daß der Intensitätsunterschied des Rückstreusignals zwischen Tieren/Gelegen und Boden/Bewuchs umso höher ist, je flacher der Beobachtungswinkel ist, d. h. je mehr sich die Strahlrichtung in Bewegungsrichtung an die Parallele zum Wiesenboden annähert; die Hauptstrahlrichtung ist auf die Höhe der abzusuchenden Vegetation abzustimmen und an die Montagehöhe der Multisensoreinheiten anzupassen. Wird ein Mikrowellensensor 3 gemeinsam mit einem Infrarotsensor und/oder einer Videokamera 2 einer Multisensoreinheit verwendet, (wobei die beiden letzteren senkrecht von oben zum Wiesenboden "hinunterblicken" müssen), so wird der Mikrowellensensor 3 in Bewegungsrichtung so weit hinter dem/n anderen Sensor/en montiert, daß alle Sensoren zeitgleich dieselbe Fläche am Boden erfassen; d.h. Montagehöhe und Winkel der Hauptstrahlrichtung des Mikrowellensensors 3 müssen entsprechend berücksichtigt werden.

Im Betrieb wird gerichtete Mikrowellenstrahlung auf den Beobachtungsfleck 30 (Fig.2) am Boden gesendet, in Abhängigkeit vom Wassergehalt und Radarrückstreuquerschnitt des erfaßten Bodenflecks 30 dort teilweise absorbiert bzw. von dort teilweise zum Sensor 3 zurückgestreut, von diesem empfangen und registriert. Bei geringem Wassergehalt wird wenig Strahlung, bei hohem viel reflektiert. Durch die Neigung der Hauptstrahlrichtung der Sende-/Empfangsantenne wird von flachem Boden und Bewuchs nur ein sehr geringer Teil des gesendeten Signals wieder zum Sensor zurückgestreut. Aufgrund der typischen Oberflächenform von Tieren und Gele-

gen weisen diese im Gegensatz zum Boden und Bewuchs starke Rückstreucentren in Richtung des Sensors auf, so daß ein wesentlich größerer Teil des gesendeten Signals zum Sensor zurückgestreut wird. Ähnlich starke Rückstreucentren, wie Tiere und Gelege, weisen beispielsweise runde Steine auf, die jedoch aufgrund ihres geringen Wassergehalts praktisch keine Strahlung reflektieren und damit nur zu einem schwachen Dopplersignal im Empfänger führen. Zur Detektion von Lebewesen ist in einer dem Mikrowellensensor 2 nachgeordneten Auswertelektronik ein Schwellenwert für das rückgestreute, dopplerverschobene Mikrowellensignal gesetzt, der geringfügig über dem Signal liegt, das von der Vegetation und dem Wiesenboden, einschließlich einem Erdhügel, beispielsweise Maulwurfs-Haufen und am boden liegenden Steinen, kommt.

Wird dieser Schwellenwert von einem Rückstreusignal überschritten, so deutet dies auf einen höheren Wassergehalt hin, d.h. das Rückstreusignal muß von einem Tier stammen; es wird also ein akustischer und/oder optischer Alarm ausgelöst. Somit kann bei Bewegungen des Sensors 3 über den Boden, der relative Verlauf des Wassergehalts in dem überstrichenen Bodenbereich aufgenommen und analysiert werden. Durch die Neigung der Hauptstrahlungsrichtung bewirken aus dem Wiesenboden herausragende Objekte, beispielsweise Tiere, Gelege, aber auch Erdhügel, z.B. in Form von Maulwurfshaufen, ein besonders hohes dopplerverschobenes Rückstreusignal, das wiederum am höchsten für Objekte mit hohem Wassergehalt ist.

Zu Beginn eines Einsatzes muß die Einrichtung in einer Einstellphase zunächst über Bereiche des Geländes geführt werden, in denen sich keine Tiere oder Gelege befinden. Die dabei erhaltenen Rückstreusignale werden als Schwellenwert für die Detektion von Tieren und Gelegen verwendet.

Gemäß der Erfindung kann das auf zwei Arten geschehen:

1. Der Detektionsschwellenwert wird am Steuergerät 10 während einer Einstellphase so eingestellt, daß der Schwellenwert etwas höher ist als die auftretenden Rückstreusignale, so daß es nicht zum Alarm kommt. Wird das Gerät anschließend über Tiere/Gelege geführt, die ein größeres Rückstreusignal bewirken, wird der Schwellenwert überschritten und es kommt zum Alarm. Der eingestellte Schwellenwert und das Rückstreusignal werden in einem Komparator verglichen. Ändern sich die Feuchtigkeitsverhältnisse im abgesuchten Gelände, weist beispielsweise der Boden sehr feuchte oder sehr trockene Stellen auf, kann es sinnvoll sein, die Schwellenwerteinstellung bei Bedarf neu vorzunehmen und anzupassen.

2. Im Steuergerät 10 wird aus den Rückstreusignalen selbsttätig laufend ein "gleitenden Mittelwert" bestimmt, aus welchem der etwas höhere Schwellenwert abgeleitet wird; im übrigen wird, wie vorstehend beschrieben, verfahren. Die Vorteile dieser zweiten Variante liegen darin, daß das System den "gleitenden Schwellenwert" selbsttätig einstellt, wodurch der Benutzer entlastet ist und keine Einstellfehler auftreten können, und daß außerdem der Schwellenwert automatisch nachgeführt wird, wenn sich die Rückstreuverhältnisse des Untergrunds ändern. Damit ist einerseits eine optimale Detektionswahrscheinlichkeit erreicht und andererseits sind Fehlalarme weitestgehend vermieden.

Werden Infrarotsensoren 1 und Mikrowellensensoren 3 in Kombination verwendet, so wird erfindungsgemäß folgendes Detektionsverfahren zusätzlich zu dem beschriebenen angewendet. Die Signale von beiden Sensoren 1 und 3 werden im Steuergerät 10 ortskorreliert auf Koinzidenz einer Schwellenwertüberschreitung geprüft. Das heißt, es wird geprüft, ob für beide Sensoren 1, 3 für denselben Beobachtungsfleck eine Überschreitung und ein Alarm vorliegt. In diesem Falle ist die Fehlalarmwahrscheinlichkeit besonders gering. Es ist auch möglich, diese Betriebsweise ausschließlich vorzunehmen.

Gemäß der Erfindung ist im allgemeinen in jeder Multisensoreinheit MS parallel zu jedem der Infrarotsensoren 1 und/oder Mikrowellensensoren 3 eine Videokamera 2, vorzugsweise eine Farb-Videokamera in vorzugsweise miniaturisierter Bauweise installiert. Als Kamera 2 kann

gegebenenfalls auch eine Schwarz-Weiß-Kamera verwendet werden. Hierbei sind die Kamera 2 und die anderen Sensoren 1 und 3 so dimensioniert, montiert und zueinander justiert, daß sie jeweils denselben gleich großen Bodenflecken, beispielsweise den Flecken 30 in Fig.2, zeitgleich erfassen (beobachten). Hierbei ist die Größe des Bodenflecks gemäß der Erfindung an die Größe der gesuchten Tier-/Gelegeart angepaßt, d.h. etwa so groß wie diese.

Die Videokamera 2 ist an der Tragkonstruktion 6 bzw. an dem tragbaren Balken so angebracht und ausgerichtet, daß sie ungehindert senkrecht oder angenähert senkrecht hinunter zum Boden "schaut". (Schräge Winkel sind nur unter der Voraussetzung zulässig, daß dadurch die direkte Sichtverbindung zum gesuchten Tier/Gelege nicht durch das Lager umgebende Vegetation, beispielsweise Gras, beeinträchtigt wird.) Zum Darstellen eines mittels der Videokamera aufgenommenen Bildes ist vorteilhafterweise ein im Blickfeld eines Bedieners/Fahrzeugführers angebrachter Monitor, beispielsweise der Monitor 12, vorgesehen. Die Videoausgänge aller Kameras 2 sind über den Multiplexer 9 auf den gemeinsamen Monitor 12 geführt, auf dem während der Suchphase jeweils das Bild nur einer Kamera 2 einer der Multisensoreinheiten dargestellt wird.

Im Falle eines - durch einen Infrarot- oder Mikrowellensensor 1 bzw. 3 oder auch durch beide ausgelöst - Alarms wird das aktuelle Bild der entsprechenden Kamera 2 während der damit beginnenden Alarmphase "eingefroren" und als Standbild auf dem Monitor 12 dargestellt. Sind mehrere Multisensoreinheiten MS parallel in Betrieb, wird während einer Alarmphase das aktuelle Bild der Kamera "eingefroren", deren zugeordneter Infrarot- und/oder Mikrowellensensor 1 bzw. 3 den Alarm ausgelöst hat, und wird als Standbild auf dem Monitor 12 dargestellt, wobei die Auswahl über die Ansteuerung des Multiplexers 9 von dem Steuergerät 10 aus erfolgt.

Geben mehr als eine Multisensoreinheit MS Alarm, werden während einer Alarmphase die zugehörigen "eingefrorenen" Bilder sequentiell und periodisch für jeweils einige Sekunden auf dem Monitor 12 angezeigt, wobei die jeweilige Nummer der durchnummerierten Multisensoreinheiten MS mit eingeblendet ist. Durch den Alarm, der in allen Fällen akustisch und/oder optisch angezeigt wird, wird der Nutzer, beispielsweise der Fahrer einer landwirtschaftlichen Maschine veranlaßt, das Fahrzeug anzuhalten und auf den Monitor 12 zu blicken.

Die Suchanordnung arbeitet in der Alarmphase bis zum Stillstand des Fahrzeugs weiter. Damit ist es möglich, weitere Tiere/Gelege zu erfassen. Kommt es in der Alarm/Haltephase zu einer weiteren Detektion, so wird auch diese durch einen Alarm (akustisch/optisch) angezeigt und das dazugehörige Standbild im Wechsel mit dem/den bereits vorhandenen Standbild/ern auf dem Monitor 12 zur Anzeige gebracht.

Der Monitor 12 ist vorzugsweise ein Farbmonitor, damit der Benutzer anhand des einzelnen Farbbilds schnell erkennen kann, ob tatsächlich ein Tier/Gelege den Alarm ausgelöst hat, um dann gegebenenfalls das Tier aus dem Gefahrenbereich bringen, oder andere angemessene Maßnahmen zu ergreifen, beispielsweise den Bereich um das Gelege von der Bearbeitung/Mahd auszunehmen.

Unabhängig davon, ob ein Alarm oder Fehlarms vorliegt, wird vor der Weiterfahrt die Einrichtung von der Alarm- wieder in die Suchphase gebracht. Die Videokamera kann auch mit einem schnellen, digitalen Bildprozessor gekoppelt sein, der mit speziellen Analyse- und Mustererkennungsalgorithmen arbeitet, die wiederum auf die gesuchte Tier/Gelegeart zugeschnitten sind und die Bilder analysieren. Wird das gesuchte Tier/Gelege erkannt, wird ein - optischer und/oder akustischer - Alarm ausgelöst, und falls gewünscht, auch per Standbild auf dem Monitor 12 zur Anzeige gebracht. In einer weiteren Ausführungsform wird/werden als Sensor/en nur Videokamera/s 2 verwendet, deren Dimensionierung, Montage, Ausrichtung und Arbeitsweise in diesem Fall dieselben sind, wie vorstehend beschrieben.

Alle vorstehend beschriebenen Ausführungsformen können mit einer Empfangs- und Auswerte-

einheit eines Positionsmeßsystems, beispielsweise GPS (Global Positioning System), oder des GLONASS (Global Navigation Satellite System) ergänzt werden. Ein bevorzugtes Meßsystem ist das DGPS (Differential Global Positioning System), das eine Positionsbestimmung mit einer reproduzierbaren Ortsauflösung von einigen Zentimetern erlaubt. Hierbei sind Multisensorein-
5 heit/en MS und DGPS über Schnittstellen mit einem Prozessor, beispielsweise dem Prozessor 10, verknüpft, der ein beschreib- und lesbares Speichermedium enthält. Im Falle eines Alarms erfaßt der Prozessor 10 die ermittelten, aktuellen Koordinaten des DGPS-Empfängers 13, sowie auch die Nummer/n der Multisensoreinheit/en. Ferner wird über eine Anzeigeeinheit, beispielsweise den Monitor 12, der Benutzer zur Bestätigung von Alarm/Fehlalarm an jeder alarmge-
10 benden Multisensoreinheit MS aufgefordert, beispielsweise durch Eingabe in eine geeignete Eingabeeinheit, beispielsweise ein Keyboard.

Im Falle eines Alarms "fragt" der Prozessor den Benutzer nach der Art des jeweils gefundenen Tiers/Geleges. Nach Eingabe und zusätzlicher Bestätigung errechnet der Prozessor 10 aus den
15 DGPS-Daten, der zuvor abgespeicherten Position des DGPS-Empfängers 13 am Fahrzeug und der Position der alarmgebenden Multisensoreinheit/en MS am Fahrzeug die genauen Koordinaten der alarmgebenden Multisensoreinheit/en zum Zeitpunkt des Alarms und speichert diese zusammen mit Datum/Uhrzeit und der Information über die Art des Tiers/Geleges im Speicher-
medium.

Anschließend erfolgt vorzugsweise eine Langzeitspeicherung, sowie Ausgabe und Darstellung dieser Daten. Beispielsweise kann auf dem Monitor 12 eine Geländekarte dargestellt werden, auf der die Fundstellen lagerichtig, beispielsweise auch mit Datum, eingetragen sind und die Art
20 des Tiers/Geleges durch geeignete Symbole und/oder Farben gekennzeichnet ist. Diese Karten können auch ausgedruckt werden.

Speziell bei der Feldbearbeitung, bei welcher es, wie beispielsweise beim Lohnbetrieb (aus Kostengründen), auf schnelle unterbrechungsfreie Durchführung ankommt, ist, wie vorstehend beschreiben, die an der Bearbeitungsmaschine vorgesehene Einrichtung mit einer DGPS-
30 Einrichtung 13 ausgerüstet, was nachstehend als Detektions-DGPS bezeichnet ist; das Detektions-DGPS ist vorzugsweise mit dem Prozessor 10 und außerdem mit einem Sender geringer Reichweite (von einigen zehn bis einigen hundert Metern) verbunden. Die Detektionseinrichtung ist an der Bearbeitungsmaschine so montiert, daß sie nicht den gerade bearbeitenden Geländestreifen, sondern den nächsten absucht. Es wird also immer der nachfolgend zu bearbeiten-
35 de Streifen "vorausschauend abgesucht".

Gemäß der Erfindung hat ein Begleitobjekt, beispielsweise ein Begleitfahrzeug mit Begleitperson oder die Begleitperson selbst eine zweite DGPS-Einrichtung bzw. führt diese mit sich, die nachstehend als Rettungs-DGPS bezeichnet ist; das Rettungs-DGPS verfügt über einen Pro-
40 zessor, eine graphische Anzeigeeinrichtung, beispielsweise ein LCD-Display, und eine Empfangseinrichtung, um vom Detektions-DGPS gesendete Signale zu empfangen.

Wird von einer Multisensoreinheit MS an der Bearbeitungsmaschine eine Fundstelle detektiert und hat das Detektions-DGPS dessen Positionskoordinaten exakt bestimmt, so werden die
45 Positionsdaten der Fundstelle mittels des Senders ausgesendet, von dem Rettungs-DGPS empfangen und in dessen Prozessor gespeichert.

Der Prozessor erfragt die aktuellen Positionskoordinaten des Rettungs-DGPS, speichert sie, vergleicht dann die Koordinaten der detektierten Fundstelle mit denjenigen der aktuellen Posi-
50 tion des Rettungs-DGPS und erstellt daraus eine Information für den Benutzer (Begleitperson) des Rettungs-DGPS, wo die Fundstelle in Bezug auf den eigenen Standort zu finden ist. Diese Information kann eine graphischen Karte auf dem Display sein, auf welchem beispielsweise zusammen mit den Himmelsrichtungen die markierten Positionen des Benutzers des Rettungs-DGPS und der Fundstelle angezeigt sind.

Zusätzlich kann eine Angabe über die Entfernung zwischen Benutzer und Fundstelle gemacht werden. Während sich der Benutzer auf die Fundstelle zu bewegt, wird diese Information laufend aktualisiert, indem die aktuellen Koordinaten des Rettungs-DGPS laufend bestimmt werden, mit den gespeicherten Positionskoordinaten der Fundstelle verglichen werden, und die neue Situation angezeigt wird. Das kann, wie bei GPS-Systemen bekannt, in regelmäßigen Zeitintervallen erfolgen.

Dies kann aber auch mittels des Prozessors des Rettungs-DGPS in Abhängigkeit von der aktuellen Entfernung und dem vom Benutzer zurückgelegten Weg erfolgen, beispielsweise alle 5 m bei Entfernungen über 30 m, alle 2 m bei Entfernungen über 10 m, jeden Meter bei Entfernungen über 4 m, alle 50 cm bei Entfernungen unter 4 m, o. ä.. Auf diese Weise wird der Benutzer präzise und schnell zur Fundstelle geführt. Die Feldbearbeitung läuft dabei ohne Unterbrechung weiter, da der Streifen, in dem die Fundstelle liegt, noch nicht bearbeitet wird, sondern erst als nächster bearbeitet wird.

Werden mehrere Fundstellen gleichzeitig oder kurz nacheinander gefunden, so wird mit jeder Fundstelle so, wie vorstehend beschrieben, verfahren, da das System eine Vielzahl von Meldungen verarbeiten und speichern kann. Es wird angezeigt, wie viele Fundstellen festgestellt wurden und wo sie zu finden sind. Vorzugsweise erfolgt die Anzeige auf dem Display des Rettungs-DGP wieder in Form einer Karte, auf der neben der Position des Benutzers mehrere oder alle detektierten Fundstellen in der tatsächlichen Lage und Entfernung zueinander dargestellt sind. In der Praxis kann der Benutzer des Rettungs-DGPS beispielsweise mit einem Geländewagen hinter der Bearbeitungsmaschine herfahren, um immer möglichst nahe am eventuellen Fundort zu sein.

Alternativ hierzu kann auch nur das Detektions-DGPS an der Bearbeitungsmaschine verwendet werden und bei vorausschauender Detektion, indem die Multisensoreinheiten MS in den als nächsten zu mähenden (zu bearbeitenden) Streifen "schauen", die Position der detektierten Fundstellen speichern. Bei der tatsächlichen Bearbeitung des Streifens kann dann mit Hilfe der mittels des Detektions-DGPS laufend bestimmten aktuellen Position der Maschine deren Werkzeug rechtzeitig vor Erreichen der gespeicherten Position einer Fundstelle automatisch angehoben, also die Bearbeitung kurzfristig unterbrochen bzw. ausgesetzt werden. Ausreichend weit hinter der kritischen Position wird das Werkzeug wieder automatisch abgesenkt und die Bearbeitung geht weiter. Diese Betriebsart ist besonders in Schutzgebieten mit Bodenbrütern anzuwenden, da um diese Gelege herum keine Bearbeitung erfolgen soll, da beispielsweise das Gras zu Schutz- und Deckungszwecken stehen bleiben soll.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann diese Betriebsweise auch bei Maschinen mit großen Arbeitsbreiten eingesetzt werden, wo wegen der großen Breite eine vollständige Vorausabsuche des nächsten Bearbeitungstreifens einen sehr großen Aufwand erfordern würde. Werden beispielsweise ein Front- und ein Heckmähwerk in Kombination verwendet, so werden an beiden Mähwerken vorausschauende Multisensoreinheiten für den nächsten Streifen angebracht.

Die Multisensoreinheiten am Frontmähwerk suchen den Streifen ab, der unmittelbar darauf vom Heckmähwerk bearbeitet wird. Bei Detektion einer Fundstelle und eines entsprechenden Alarms kann der Fahrer der Maschine nicht rechtzeitig anhalten, da die Wegstrecke zwischen Frontsensoreinheit/en und Heckmähwerk zu schnell durchfahren wird. In einem solchen Fall wird automatisch verlangsamt (das Gas wird automatisch zurückgenommen) und/oder das Mähwerk angehoben; das bedeutet, die Bearbeitung wird kurzzeitig unterbrochen bzw. ausgesetzt. Nach Überfahren der Stelle wird das Mähwerk automatisch wieder abgesenkt.

Die Multisensoreinheiten am Heckmähwerk suchen den nächsten Streifen für das Frontmähwerk ab, der tatsächlich erst im nächsten Durchgang erfaßt wird. Die Positionen der von der Multisensoreinheiten am Heckmähwerk detektierten Fundstellen werden mittels des Detektions-

DGPS bestimmt und gespeichert. Sie können dann entweder unter Verwendung des Rettungs-DGPS von einem zweiten Bearbeiter oder vom Fahrer der Maschine selbst aufgesucht werden, oder das Frontmähwerk wird rechtzeitig, wie vorstehend bereits angegeben, vor Erreichen der Stelle automatisch angehoben und danach wieder abgesenkt, beispielsweise 4 bis 5 m davor und danach.

Die Umrechnung der registrierten Infrarotstrahlung (Bestrahlungsstärke) kann in Temperaturen mittels bekannter radiometrischer Kalibrierung der Sensoren erfolgen, wofür bekannte Verfahren und Strahlungsstandards (Schwarze Strahler) verwendet werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Detektion von Tieren und/oder Gelegen von Bodenbrütern in deren natürlichem Lebensraum, wie Wiesen und Feldern, mittels einer Anzahl an einem landwirtschaftlichen Fahrzeug etwa in gleicher Höhe und in gleichem Abstand voneinander angebrachter, zum Boden hin ausgerichteter und etwa dasselbe Untersuchungsareal erfassender Multisensoreinheiten (MS), die jeweils aus einem IR-Strahlungssensor (1), einem Mikrowellensensor (3) und/oder einer Videokamera (2) bestehen, *dadurch gekennzeichnet*, dass mittels der Multisensoreinheiten (MS) bei einer Bewegung des Fahrzeugs über eine abzutastende Fläche in den drei Spektralbereichen der sichtbaren, infraroten und Mikrowellenstrahlung oder in einer der drei möglichen Kombinationen von zwei dieser drei Spektralbereiche, bei zeitlicher und räumlicher Koinzidenz reflektierte bzw. emittierte Strahlung erfasst wird, und in einer nachgeordneten Elektronik zeitlich und räumlich simultan verarbeitet wird, wobei
 aus Meßsignalen der IR- und Mikrowellensensoren (1, 3) einer Multisensoreinheit (MS) laufend ein gleitender Mittelwert in der Weise gebildet wird, dass die Meßsignale über mit zurückgelegten Wegstrecken des Fahrzeugs korrespondierende, einstellbare Zeitintervalle gemittelt werden, wobei jedes der Zeitintervalle so gewählt ist, dass die mit ihm korrespondierende Wegstrecke ein Mehrfaches der Körperlänge eines Tieres bzw. des Durchmessers eines gesuchten Geleges ist,
 aus dem gleitenden Mittelwert ein etwas größerer gleitender Schwellenwert abgeleitet wird, welcher ständig mit dem aktuellen Meßsignal verglichen wird, und
 ein akustischer und/oder optischer Alarm ausgelöst wird, wenn bei Feststellen eines Objekts, das wärmer und/oder feuchter ist als der Untergrund, im Gesichtsfeld der Multisensoreinheit (MS) der gleitende Schwellenwert überschritten wird,
 und/oder
 ein zum entsprechenden Meßfeld und Meßzeitpunkt gehörendes Videobild als Standbild auf einem Bildschirm angezeigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass akustischer und/oder optischer Alarm ausgelöst wird, wenn während der Bewegung des Fahrzeugs mittels eines nach dem Prinzip des Dopplerradars arbeitenden, an dem Fahrzeug angebrachten Mikrowellensensors (3) einer Multisensoreinheit (MS) ein ruhendes Tier oder Gelege mit Eiern
 a) aufgrund der sich durch die Differenzgeschwindigkeit zwischen dem bewegten Sensor und dem ortsfesten Objekt ergebenden Dopplerverschiebung und
 b) durch eine sprunghafte Änderung des Rückstreuquerschnitts aufgrund der im Vergleich zu Vegetation und Wiesenboden hohen Wasserdichte des Objekts erkannt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass bei der räumlichen und zeitlichen Koinzidenz der einem Tier/Gelege entsprechenden mittels des IR-Sensors (1) einer Multisensoreinheit (MS) detektierten, relativen IR-Strahlungsdifferenz und/oder der mittels des Mikrowellensensors (3) derselben Multisensoreinheit detektierten, dem Feuchtegehalt entsprechenden Mikrowellenstrahlung ein akustischer und/oder optischer Alarm ausgelöst wird, und/oder ein mittels der Videokamera (2) dieser Multisensoreinheit ein örtlich korre-

liertes Videobild auf einem Monitor angezeigt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass bei der mittels des Mikrowellensensors (3) einer Multisensoreinheit detektierten, einem Tier/Gelege entsprechenden Differenz im Rückstreuverhalten von Mikrowellenstrahlung im überstrichenen Geländebereich ein akustischer und/oder optischer Alarm ausgelöst wird, und/oder ein mittels der Videokamera (2) einer Multisensoreinheit örtlich korreliertes Videobild auf einem Monitor angezeigt wird.
5. Verfahren zum Kartieren von mittels des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 detektierten Fundstellen, wobei die mittels der IR- und Mikrowellensensoren (1, 3) der Multisensoreinheiten (MS) erfaßten Meßwerte einer Fundstelle zusammen mit mittels einer DGPS-Einrichtung (13) ermittelten Positionsdaten der detektierten Fundstelle in den jeweiligen Geländestreifen in Form einer geocodierten Karte abgespeichert werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass mittels DGPS ermittelte Koordinaten einer detektierten und bestätigten Fundstelle jeweils automatisch zusammen mit Datum und Uhrzeit in einem beschreib- und auslesbaren Speichermedium abgelegt werden, interaktiv einzugebende Daten bezüglich der Tiere/Gelege, meteorologischen Parametern, Angaben zur Art, Höhe und Beschaffenheit von Vegetation zur Archivierung an das Speichermedium übergeben werden, und durch Verknüpfen der eingegebenen Daten thematische Fundstellenkarten erstellt werden.
7. Einrichtung zur Detektion von Tieren und/oder Gelegen von Bodenbrütern in deren natürlichem Lebensraum mit einer Anzahl von an einem landwirtschaftlichen Fahrzeug etwa in gleicher Höhe und in gleichem Abstand voneinander angebrachter, zum Boden hin auf etwa denselben Bodenfleck ausgerichteter Multisensoreinheiten (MS), die jeweils aus einem IR-Strahlungssensor (1), einem Mikrowellensensor (3) und/oder einer Videokamera (2) bestehen, mit einer Steuereinrichtung (10) zum Steuern der IR-Strahlungssensoren (1) und der Mikrowellensensoren (3) der Multisensoreinheiten (MS) sowie von optischen und/oder akustischen Alarmgebern (11), und/oder zum Steuern der Videokameras (3) der Multisensoreinheiten (MS) über einen Multiplexer (9) und mit einer über den Multiplexer (9) beaufschlagbaren Visualisierungseinrichtung (12).
8. Einrichtung nach Anspruch 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein jedem Mikrowellensensor (3) zugeordneter, im Bereich von 24 GHz arbeitender Sender eine mittlere Sendeleistung in der Größenordnung von einigen mW und eine aktive integrierte Antenne mit einem High Electron Mobility Transistor (HEMT) bzw. einem Heterostruktur-Bipolar-Transistor (HBT) aufweist und im Puls- oder im cw-Betrieb arbeitet, dass ein dem Mikrowellensensor (3) zugeordneter Empfänger als strahlungsgekoppelter Mischer mit einer Schottky-Diode ausgeführt oder die aktive integrierte Antenne selbst im selbstschwingenden Mischbetrieb als Empfänger verwendet ist, die Strahlformung der Antenne mittels einer dielektrischen Linse erfolgt und die Strahlform eine elliptische Keule hat, deren Ausrichtung den Ausrichtungen der anderen Sensoren entspricht und in der Größe den gesuchten Tieren/Gelegen angepaßt ist, und die Hauptstrahlrichtung der Antenne unter 30° bis 60° zur Senkrechten in Bewegungsrichtung des Mikrowellensensors (3) geneigt ist.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Videokamera (2) mindestens einer Multisensoreinheit (MS) mit einem sehr schnellen digitalen Bildprozessor gekoppelt ist, der mittels Mustererkennungs- und Bildanalyse-Algorithmen erkennt, ob ein Tier/Gelege im Bild vorhanden ist, und in einem solchen Fall eine Alarmeinrichtung einen akustischen und/oder optischen Alarm auslöst.

10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Einrichtung so ausgelegt ist, dass sie von einer oder mehreren Personen tragbar ist.
- 5 11. Einrichtung zum Kartieren von mittels Verfahren nach Anspruch 5 und/oder Anspruch 6 detektierten Fundstellen von Tieren/Gelegen, *dadurch gekennzeichnet*, dass neben einer ersten, an der Bearbeitungsmaschine vorgesehenen DGPS-Einrichtung (13), die mit Multi-sensoreinheiten (MS), einem Prozessor und einem Sender verbunden ist, eine zweite, von einem Begleitobjekt mitgeführte DGPS-Einrichtung vorgesehen ist, die mit einem Prozes-
- 10 sor, einer graphischen Anzeigeeinrichtung (Display) und einer Empfangseinrichtung zum Empfangen von von der ersten DGPS-Einrichtung gesendeten Signalen verbunden ist, bei Detektion einer Fundstelle durch eine oder mehrere Multisensoreinheiten (MS) von der ersten DGPS-Einrichtung die Lagekoordinaten der Fundstelle exakt bestimmt, über ihren Sender zu der Empfangseinrichtung der zweiten DGPS-Einrichtung gesendet, dort emp-
- 15 fangen und in deren Prozessor gespeichert werden, dieser Prozessor die aktuellen Lagedaten der zweiten DGPS-Einrichtung erfragt und speichert und dann die Koordinaten der Fundstelle mit denjenigen der Ist-Position der zweiten DGPS-Einrichtung vergleicht und daraus Informationen hinsichtlich der Fundstelle in Bezug auf den augenblicklichen Standort der zweiten DGPS-Einrichtung erstellt,
- 20 in einer einfachen graphischen Karte auf dem Display der zweiten DGPS-Einrichtung in der Weise zur Anzeige bringt, dass neben den Himmelsrichtungen die Positionen der zweiten DGPS-Einrichtung und des Fundortes markiert sind, und gegebenenfalls zusätzlich, während sich die zweite DGPS-Einrichtung auf die Fundstelle zu bewegt, eine laufend aktualisierte Angabe über die jeweilige Entfernung zwischen der zweiten DGPS-Einrichtung und der Fundstelle macht, indem die aktuellen Koordinaten der zweiten DGPS-Einrichtung in
- 25 kurzen Zeitabständen mit den gespeicherten Lagekoordinaten der Fundstelle verglichen werden.

30 Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

35

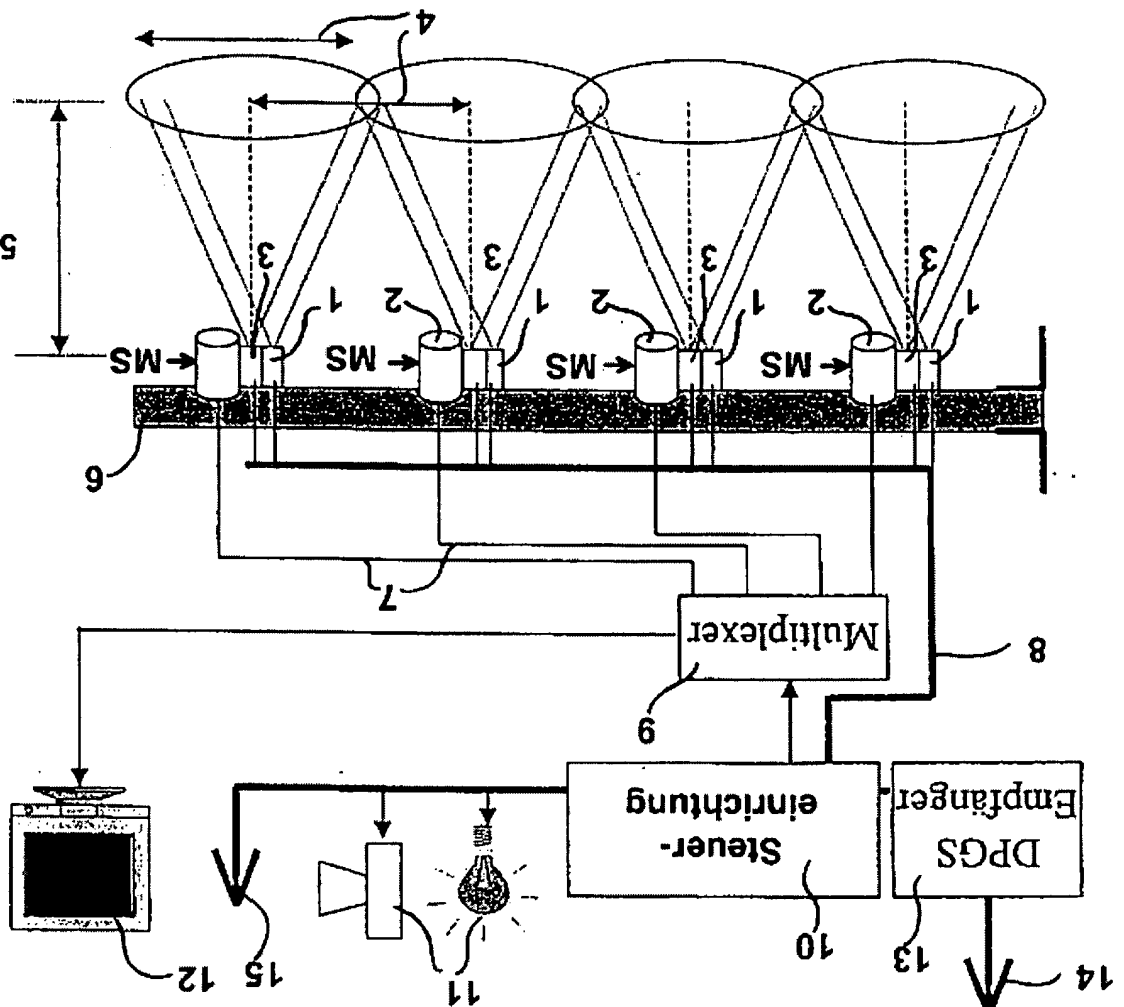
40

45

50

55

Fig. 1



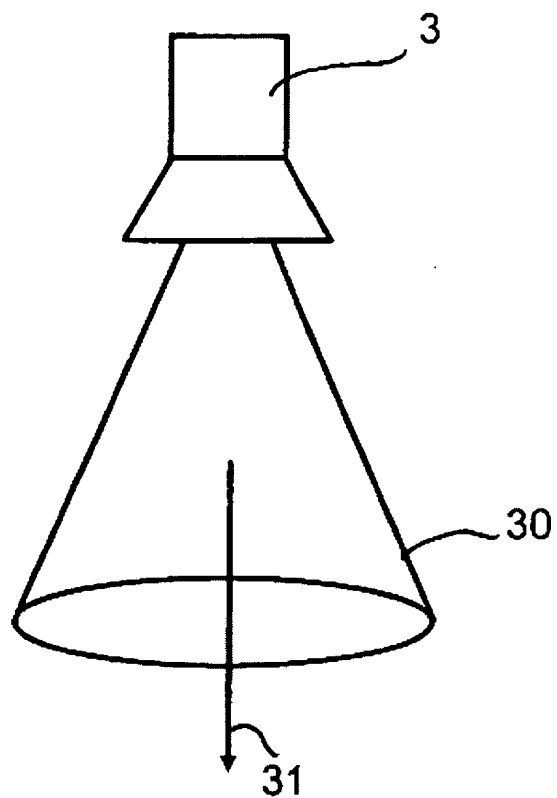


Fig.2