

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 884/2013
(22) Anmeldetag: 14.11.2013
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2014

(51) Int. Cl.: **A01M 31/00** (2006.01)
G01S 17/06 (2006.01)
G01V 8/20 (2006.01)

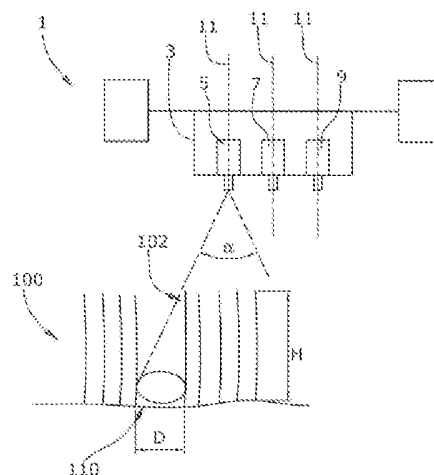
(30) Priorität:
26.11.2012 DE 102012221580.8 beansprucht.

(71) Patentanmelder:
DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND
RAUMFAHRT E.V.
51147 KÖLN (DE)

(74) Vertreter:
Schober Elisabeth Dipl.Ing. Dr.techn., Fox
Tobias Dipl.-Phys. Dr.phil., Noske Wolfgang
Dipl.Ing.
Wien

(54) **Verfahren zum Auffinden von Lebewesen aus der Luft sowie Flugobjekte zum Auffinden von Lebewesen aus der Luft**

(57) Bei einem Verfahren zum Auffinden von Lebewesen (110) aus der Luft, wobei von einem Untersuchungsbereich ein Infrarotthermalbild als ein erstes Bild aufgenommen wird, ist vorgesehen, dass von dem Untersuchungsbereich ein zweites Bild im nahen Infrarotbereich und ein drittes Bild im sichtbaren Wellenlängenbereich aufgenommen wird, dass das zweite und das dritte Bild ausgewertet werden, wobei durch die Erstellung eines Verhältnisses eines Reflexionsgrades bei einer Wellenlänge des zweiten Bildes zu einem Reflexionsgrad bei einer Wellenlänge des dritten Bildes auf die vitale Vegetation geschlossen wird, und dass die ermittelte vitale Vegetation in dem Untersuchungsbereich aus dem ersten Bild entfernt wird und danach in dem ersten Bild charakteristische Bereiche als mögliche Lebewesen identifiziert werden.





Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum Auffinden von Lebewesen (110) aus der Luft, wobei von einem Untersuchungsbereich ein Infrarotthermalbild als ein erstes Bild aufgenommen wird, ist vorgesehen, dass von dem Untersuchungsbereich ein zweites Bild im nahen Infrarotbereich und ein drittes Bild im sichtbaren Wellenlängenbereich aufgenommen wird, dass das zweite und das dritte Bild ausgewertet werden, wobei durch die Erstellung eines Verhältnisses eines Reflexionsgrades bei einer Wellenlänge des zweiten Bildes zu einem Reflexionsgrad bei einer Wellenlänge des dritten Bildes auf die vitale Vegetation geschlossen wird, und dass die ermittelte vitale Vegetation in dem Untersuchungsbereich aus dem ersten Bild entfernt wird und danach in dem ersten Bild charakteristische Bereiche als mögliche Lebewesen identifiziert werden.

(Figur)

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auffinden von Lebewesen aus der Luft nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Flugobjekt zum Auffinden von Lebewesen aus der Luft gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 11.

Jedes Jahr sterben nach Schätzung ca. 500.000 Wildtiere bei der Grünlandmäh, die größtenteils zur Futtergewinnung für Milchkühe dient. Vor allem Rehkitze, die üblicherweise genau in der Mähperiode geboren werden, werden oft unbeabsichtigt Opfer und erleiden meist einen qualvollen Tod. Grund dafür ist das instinktive Verharren der Neugeborenen bei Gefahr bzw. das zu langsame Fliehen. Zusätzlich kann das bei der Silage des durch Kadaverteile kontaminierten Mähguts rasch ein geruchloses tödliches Gift namens Botulinumtoxin entstehen, das die damit gefütterten Tiere ebenfalls an einem qualvollen Tod sterben lässt.

Es wurden daher Verfahren und Vorrichtungen entwickelt, die das Auffinden von Lebewesen, insbesondere Wildtieren, betreffen.

Die Anmelderin hat diesbezüglich mehrere Verfahren und Vorrichtungen ermittelt. Aus DE 10 2009 039 602 ist beispielsweise ein Verfahren zur Suche und Erkennung von in landwirtschaftlichen Feldern und Wiesen versteckten Tieren bekannt, bei dem an einem landwirtschaftlichen Fahrzeug quer zur Fahrtrichtung eine Reihe von Infrarotstrahlungssensoren sowie Kameras angebracht sind. Die Infrarotsektoren dienen als sogenannte Vorfeldsensoren, wobei bei Auftreten eines charakteristischen Signals die Kamera an die Stelle des charakteristischen Signals verfährt und ein Bild aufnimmt.

Aus DE 10 2009 036 809 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei dem zur Erkennung von in landwirtschaftlichen Feldern und Wiesen versteckten Tieren zwei unabhängige Suchphasen durchgeführt werden. In einer ersten Suchphase werden die Tiere mittels eines Detektionsverfahrens aufgefunden und mit einer signalabgebenden Markierung gekennzeichnet. In einer zweiten, zeitlich späteren Suchphase werden die gekennzeichneten Tiere mittels der Markierung aufgefunden und in Sicherheit gebracht. Für die erste Suchphase kann dabei beispielsweise ein Kleinfluggerät mit einer Infrarotkamera und einer Videokamera verwendet werden.

Die bekannten Geräte funktionieren sehr gut am frühen Morgen, wenn sich der zu untersuchende Bereich, wie beispielsweise eine Wiese, noch nicht erwärmt hat. Auch in den späten Abendstunden bei bedecktem Himmel können zufriedenstellende Ergebnisse erreicht werden. Bei Sonnenschein haben die bekannten Systeme jedoch Defizite, und die Anzahl der Fehlalarme steigt bei Sonnenschein extrem stark an, insbesondere in Bereichen, die abgeschattet sind.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Auffinden von Lebewesen aus der Luft, insbesondere von in landwirtschaftlichen Feldern und Wiesen versteckten Tieren, bereitzustellen, bei dem die Anzahl der Fehlalarme, insbesondere bei Sonnenschein, deutlich reduziert ist. Es ist ferner die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung bereitzustellen, die diese Zielsetzung ermöglicht.

Die Erfindung ist definiert durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 14.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Auffinden von Lebewesen aus der Luft sieht vor, von einem Untersuchungsbereich ein Infrarotthermalbild als ein erstes Bild aufzunehmen. Das erfindungsgemäße Verfahren ist gekennzeichnet durch die Schritte des Aufnehmens eines zweiten Bildes von dem



Untersuchungsbereich, wobei das zweite Bild im sichtbaren Wellenlängenbereich aufgenommen ist und bei der Aufnahme überbelichtet wird. Aus dem zweiten Bild werden Licht und Schattenbereiche im Untersuchungsbereich ermittelt. Anschließend wird das zweite Bild mit dem ersten Bild verglichen, wobei in dem ersten Bild charakteristische Bereiche in den ermittelten Schattenbereichen als mögliche Lebewesen identifiziert werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht somit vor, dass mindestens zwei Bilder von dem gleichen Untersuchungsbereich aufgenommen werden, nämlich als ein erstes Bild ein Infrarotthermalbild, ein sogenanntes TIR-Bild, und als ein zweites Bild ein Bild im sichtbaren Bereich, ein sogenanntes VIS-Bild. Auf dem Infrarotthermalbild erscheinen üblicherweise Lebewesen, wie beispielsweise Wildtiere, aufgrund ihrer Temperatur als charakteristische Bereiche, beispielsweise als helle Bereiche, da im thermalen Infrarotspektralbereich die emittierte Wärmestrahlung sichtbar ist. In diesem Spektralbereich sind lebendige Körper von Lebewesen in einer etwas kälteren Umgebung deutlich erkennbar. Problematisch ist die Erkennung über den thermalen Infrarotspektralbereich bei Sonnenschein, da hierbei auch verdorrte oder vitale Vegetation und Kahlstellen erwärmt werden können. Bei einem herkömmlichen Bild im sichtbaren Bereich lassen sich die in dem Infrarotthermalbild hervorgehobenen charakteristischen Bereiche auf einfache Art und Weise verifizieren, indem die Form und Farbe des entsprechenden Bereiches in dem Bild im sichtbaren Bereich überprüft werden. Problematisch ist die Überprüfung der charakteristischen Bereiche jedoch in den Schattenbereichen, da diese auf einem normalen Bild im sichtbaren Bereich häufig nicht ausreichend klar dargestellt sind, so dass nicht erkannt werden kann, ob es sich tatsächlich um ein Lebewesen oder um zuvor von der Sonne erwärmte Teile der Umgebung handelt, die nunmehr im Schattenbereich sind.

Um die Anzahl der dadurch entstehenden Fehleralarme zu reduzieren, sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass das zweite Bild überbelichtet ist, wodurch in dem Schattenbereich ein höherer Kontrast auf dem Bild entsteht. Dadurch



lassen sich die Schattenbereiche in vorteilhafter Weise auswerten, wodurch die in dem ersten Bild ermittelten charakteristischen Bereiche überprüft werden und als mögliche Lebewesen identifiziert werden.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren über das zweite Bild die Farben der Bereiche des Untersuchungsbereiches überprüft werden, die den charakteristischen Bereichen des ersten Bildes entsprechen. Dadurch können die als mögliche Lebewesen identifizierten charakteristischen Bereiche nochmals verifiziert werden, indem überprüft werden kann, ob der identifizierte charakteristische Bereich auch die passende Farbe eines gesuchten Tierkörpers besitzt. Dadurch wird die Möglichkeit von Fehlalarmen deutlich reduziert.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann vorsehen, dass das zweite Bild mit einer höheren Auflösung aufgenommen wird als das erste Bild. Dadurch ist ein besonders hoher Kontrast in dem Schattenbereich erreichbar, so dass insbesondere die Form der in dem Schattenbereich identifizierten charakteristischen Bereiche in besonders vorteilhafter Weise überprüft werden kann.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Aufnahme des zweiten Bildes mit einer Überbelichtung von mindestens 1,5 Lichtwertstufen, vorzugsweise mindestens zwei, erfolgt. Als Licht wird im Rahmen der Erfindung die Definition des Lichtwertes verstanden, bei der die Film- bzw. Sensorempfindlichkeit berücksichtigt ist. Die Überbelichtung von mindestens 1,5 Lichtwertstufen bedeutet somit, dass gegenüber einer normal belichteten Aufnahme beispielsweise die Blendenzahl und Belichtungszeit derart gewählt ist, dass der Lichtwert um 1,5 niedriger ist. Eine derartige Überbelichtung hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt.

In einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass ein drittes Bild im nahen Infrarotbereich erstellt wird, wobei das zweite und das dritte Bild ausgewertet werden, indem durch die Erstellung eines Verhältnisses eines Reflexionsgrades bei einer Wellenlänge einer Stelle im zweiten Bild zu einem Reflexionsgrad bei einer Wellenlänge der entsprechenden Stelle des dritten Bildes auf die vitale Vegetation geschlossen wird und Bereiche, die der ermittelten vitalen Vegetation entsprechen, in dem Untersuchungsbereich aus dem ersten Bild entfernt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht somit vor, dass neben dem zweiten Bild ein drittes Bild im nahen Infrarotbereich, ein sogenanntes NIR-Bild, erstellt wird. Über das zweite und das dritte Bild kann somit die vitale Vegetation identifiziert werden, wodurch die Anzahl der Fehlalarme durch beispielsweise erwärmte vitale Vegetation reduziert werden kann. Dafür verwendet das erfindungsgemäße Verfahren den Reflexionsgrad bei einer Wellenlänge an einer Stelle im zweiten Bild, beispielsweise an einem Pixel. Der Reflexionsgrad ist der korrigierte Helligkeitswert dieser Stelle. In dem dritten Bild wird ebenfalls der Reflexionsgrad bei einer Wellenlänge, die von der zuvor verwendeten Wellenlänge unterschiedlich ist, an der entsprechenden Stelle, beispielsweise an dem entsprechenden Pixel, bestimmt. Durch die Bildung des Verhältnisses der ermittelten Reflexionsgrade lässt sich auf die vitale Vegetation schließen. Bei vitaler Vegetation steigt die Reflektivität im nahen Infrarotspektrum stark an, unabhängig davon, ob diese Bereiche in der Sonne oder im Schatten liegen. Bei stark schwankenden Lichtverhältnissen reicht jedoch ein einzelner Wert im nahen Infrarotspektrum nicht aus, um eine zuverlässige Identifikation von vitaler Vegetation zu erreichen. Durch die Bildung des Verhältnisses der Reflexionsgrade wird eine zusätzliche Information aus dem Bild im sichtbaren Wellenlängenbereich erhalten, wodurch der starke Anstieg der Reflektivität im nahen Infrarotspektrum bei der vitalen Vegetation identifiziert werden kann.

Die für die Bildung des Verhältnisses des Reflexionsgrads kann auch ausschließlich aus dem zweiten Bild erfolgen. Dazu wird das zweite Bild nur in

einem bestimmten Wellenlängenbereich aufgenommen. Beispielsweise kann ein sichtbarer Spektralbereichfilter für die Aufnahme des zweiten Bildes verwendet werden, der den Rot- und den Nahinfrarotbereich durchlässt. Der Filter kann beispielsweise ein Tiefpassfilter ab der Wellenlänge 630 nm sein. Für die Aufnahme des Bildes wird eine übliche Kamera verwendet, die eine Bayermosaik und somit einen roten, einen blauen und einen grünen Kanal besitzt. Bei Aufnahme des Bildes wird sich nun die Tatsache zunutze gemacht, dass Licht aus dem roten Bereich in dem roten Kanal ein Signal liefert, in dem blauen oder grünen Kanal jedoch nicht. Der blaue und grüne Kanal sind jedoch genauso wie der rote Kanal bezüglich Lichts im nahen Infrarotbereich empfindlich. Die für die Bildung des Verhältnisses der Reflexionsgrade notwendige Information bezüglich des nahen Infrarotbereichs kann somit aus dem Verhältnis des roten Kanals zu dem blauen Kanal oder das Verhältnis des roten Kanals zu dem grünen Kanal erhalten werden. Die Verwendung eines einzelnen Bildes hat den Vorteil, dass bei der Auswertung der Bilder zur Bildung des Verhältnisses der Reflexionsgrade somit zur Ermittlung von vitaler Vegetation nur ein einziges Bild und somit keine Anpassung zwischen zwei Bildern durch Bildverschiebung notwendig ist. Das einzelne Bild zur Bildung des Verhältnisses der Reflexionsgrade kann dabei das zweite Bild sein, da auch aus einem überbelichteten Bild, das nur den Rotbereich im sichtbaren Bereich umfasst, auf Licht- und Schattenbereiche geschlossen werden kann. Durch diese Bildauswertung kann somit aus dem zweiten Bild die Informationen über den nahen Infrarotbereich, die im dritten Bild enthalten sind, erhalten werden. Aus dem zweiten Bild wird somit virtuell ein drittes Bild erstellt.

Beispielsweise kann das Verhältnis der Reflektivität bei einer Wellenlänge von 800 nm (naher Infrarotbereich) und einer Wellenlänge von 650 nm (sichtbarer Wellenlängenbereich) gebildet werden. Untersuchungen haben ergeben, dass, wenn der Wert des Verhältnisses einen vorbestimmten Schwellenwert übersteigt, beispielsweise 10, zuverlässig auf vitale Vegetation geschlossen werden kann.



Die somit ermittelte vitale Vegetation in dem Untersuchungsbereich kann aus dem ersten Bild entfernt werden, wodurch anschließend in sehr zuverlässiger Weise die charakteristischen Bereiche, die identifiziert werden, Abbildungen der Lebewesen sind.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das dritte Bild im fotografischen Infrarotbereich erstellt wird. Der fotografische Infrarotbereich liegt üblicherweise in einem Wellenlängenbereich zwischen $0,7\text{--}1\text{ }\mu\text{m}$. Der thermale Infrarotbereich liegt üblicherweise zwischen $7\text{--}15\text{ }\mu\text{m}$ und der sichtbare Bereich üblicherweise zwischen $0,3$ und $0,7\text{ }\mu\text{m}$.

Vorzugsweise ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen, dass das zweite Bild über eine Kamera mit CMOS- oder CCD-Chip aufgenommen wird, wobei die Bayermosaik des CMOS- oder CCD-Chips um einen Kanal für den nahen Infrarotbereich erweitert ist. Auf diese Weise lässt sich das zweite Bild auf besonders vorteilhafte Weise aufnehmen. Ferner besteht die Möglichkeit, mit einer derartigen Kamera auch das dritte Bild aufzunehmen, da über die verwendeten Chips auch Bilder im visuellen Bereich aufgenommen werden können.

Das dritte Bild wird vorzugsweise erstellt, indem ein Bild im sichtbaren Wellenlängenbereich (wobei der Nahinfrarotbereich ebenfalls aufgenommen wird) und ein Bild durch einen Nahinfrarotfilter (Filter mit Nahinfrarottransmission) aufgenommen werden und eine Subtraktion der Bilder vorgenommen wird. Dadurch lässt sich das dritte Bild in besonders vorteilhafter Weise mit geringem vorrichtungstechnischem Aufwand erstellen.

Selbstverständlich ist es auch möglich, dass das zweite und das dritte Bild mit separaten Kameras aufgenommen werden.



Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die für die Aufnahme des ersten, des zweiten und/oder des dritten Bildes verwendeten Kameras einen Blickwinkel von maximal 35° besitzen.

Üblicherweise sind zur Erntezeit Wiesen bis zu 1 m hoch, wobei Wildtiere, insbesondere Rehkitze, üblicherweise eine Größe von bis zu 30 cm besitzen. Bei einem Blickwinkel von maximal 35° wird erreicht, dass bei Aufnahmen aus der Luft die Gefahr, dass ein in einer Wiese sitzendes Wildtier durch benachbarte Halme verdeckt wird, gering ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann vorsehen, dass in dem ersten Bild ein Auswertungsbereich festgelegt wird und in dem zweiten und in dem dritten Bild Bereiche außerhalb des Auswertungsbereiches bei der Auswertung des ersten, zweiten und dritten Bildes nicht berücksichtigt werden. Auf diese Weise können auch Kameras mit einem großen Blickwinkel verwendet werden, da durch die Auswahl eines Auswertungsbereiches Bereiche des Bildes, bei denen eine Gefahr besteht, dass das zu detektierende Lebewesen beispielsweise durch Halme einer Wiese verdeckt wird, reduziert ist. Da üblicherweise Infrarotthermalkameras eine geringere Auflösung besitzen als kommerziell verfügbare Kameras mit CMOS- oder CCD-Chip, die darüber hinaus zumeist einen größeren Blickwinkel aufweisen, kann sichergestellt werden, dass bei der Auswertung der gleiche Bereich des Untersuchungsbereiches ausgewertet wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann vorsehen, dass die für die Aufnahmen des ersten, des zweiten und/oder des dritten Bildes verwendeten Kameras beide Aufnahmen parallele optische Achsen besitzen. Dadurch wird die Zuordnung der einzelnen Bilder zueinander vereinfacht.

Es kann vorgesehen sein, dass die Zuordnung der Pixel der verschiedenen Kameras zueinander bei Bedarf kalibriert wird.



In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass bei der Auswertung des ersten, des zweiten und des dritten Bildes transversale Verschiebungen des Inhaltes der Bilder zueinander ermittelt und durch Verschiebung von Bildpixeln ausgeglichen werden. Dadurch wird die Genauigkeit bei der Auswertung erhöht, da sichergestellt werden kann, dass die bei der Auswertung verwendeten Bilder deckungsgleich den gleichen Bereich des Untersuchungsbereiches darstellen.

Die Erfindung sieht ferner ein Flugobjekt zum Auffinden von Lebewesen aus der Luft vor, das mit einer Thermalkamera zur Aufnahme von Infrarotthermalbildern und mit mindestens einer zweiten Kamera ausgebildet ist. Dabei ist vorgesehen, dass die zweite Kamera Kanäle zur Aufnahme im sichtbaren Spektrum aufweist und überbelichtete Bilder aufnimmt.

Mit diesem Flugobjekt wird in vorteilhafter Weise ermöglicht, dass Daten aufgenommen werden können, die eine Erhöhung der Zuverlässigkeit der Detektierung von Lebewesen aus der Luft, insbesondere von Wildtieren in landwirtschaftlichen Feldern und Wiesen, durchgeführt werden kann, wobei die Anzahl von Fehlalarmen deutlich reduziert ist. Durch die zweite Kamera, die überbelichtete Bilder aufnimmt, lassen sich Schattenbereiche in vorteilhafter Weise auswerten.

Mit dem Flugobjekt lässt sich somit in vorteilhafter Weise das erfindungsgemäße Verfahren zum Auffinden von Lebewesen aus der Luft durchführen.

Die Erfindung kann vorsehen, dass die zweite Kamera einen Kanal für den nahen Infrarotbereich und einen zuschaltbaren Nahinfrarotfilter aufweist. Auf diese Weise lassen sich mit der zweiten Kamera Bilder im nahen Infrarotbereich auf vorteilhafte Weise erstellen, indem ein Bild mit und ein Bild ohne den Nahinfrarotfilter erstellt wird und die beiden Bilder voneinander subtrahiert werden.

Unter "zuschaltbarem Nahinfrarotfilter" wird im Rahmen der Erfindung auch verstanden, dass bei der zweiten Kamera ein zusätzlicher Kanal für den nahen Infrarotbereich bei einer Aufnahme abgeschaltet wird.

Selbstverständlich ist es auch möglich, dass eine dritte Kamera verwendet wird, die Kanäle zur Aufnahme im nahen Infrarotbereich aufweist. Durch diese Kamera wird ein Bild im nahen Infrarotbereich direkt erstellt.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die optischen Achsen der Thermalkamera und der zweiten Kamera oder der Thermalkamera, der zweiten Kamera und der dritten Kamera parallel zueinander angeordnet sind.

Auch kann vorgesehen sein, dass die Thermalkamera, die zweite Kamera und/oder die dritte Kamera einen Blickwinkel von maximal 35° besitzen. Mit derartigen Kameras lassen sich in vorteilhafter Weise Bilder von landwirtschaftlichen Feldern und Wiesen aufnehmen, wobei die Gefahr, dass bei der Aufnahme der Bilder in den landwirtschaftlichen Feldern und Wiesen liegende Lebewesen durch benachbarte Halme verdeckt sind, reduziert ist. Durch einen derartigen Bildausschnitt kann erreicht werden, dass die Auflösung der aufgenommenen Bilder auch bei großer Flughöhe für die erfindungsgemäße Auswertung ausreichend ist, dadurch wird der sinnvoll auswertbare Bereich des Bildes erhöht.

Das Flugobjekt kann beispielsweise als Quatrokopter oder Oktokopter ausgebildet sein.

Die Thermalkamera, die zweite und/oder die dritte Kamera können an einem gemeinsamen Gehäuse befestigt sein, wobei eine Kalibrierung der Anordnung, insbesondere der optischen Achsen, mechanisch über Stellschrauben erfolgen kann.



Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die nachfolgende Figur die Erfindung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt ein erfindungsgemäßes Flugobjekt 1 schematisch in der Seitenansicht. Das erfindungsgemäße Flugobjekt 1 schwebt über eine ebenfalls schematisch dargestellte Wiese 100, in der ein Lebewesen 110 liegt.

Das Flugobjekt 1 ist beispielsweise als Quatrokopter ausgebildet. An einem gemeinsamen Gehäuse 3 sind eine Thermalkamera 5, eine zweite Kamera 7 und eine dritte Kamera 9 angeordnet. Die optischen Achsen 11 der Kameras 3, 5, 7 sind parallel angeordnet.

Die Thermalkamera 5 dient zur Aufnahme von Infrarotthermalbildern, die zweite Kamera 7 zur Aufnahme von Bildern im sichtbaren Spektrum und die Kamera 9 zur Aufnahme von Bildern im nahen Infrarotbereich.

Die Thermalkamera 5 hat einen Blickwinkel α , der beispielsweise maximal 35° betragen kann. Es hat sich herausgestellt, dass üblicherweise Wiesen vor der Mahd eine Höhe von ca. 1 m besitzen. In den Wiesen 100 liegende Lebewesen 110, wie beispielsweise Rehkitze oder andere Wildtiere, besitzen üblicherweise einen Durchmesser D von 30 cm. Wie in der Figur dargestellt, wird durch den gewählten Blickwinkel α gerade noch sichergestellt, dass bei der Aufnahme eines Bildes mit der Thermalkamera 5 das Lebewesen 110 aufgenommen wird, ohne dass benachbarte Grashalme 102 das Lebewesen 110 verdecken.

Mit dem erfindungsgemäßen Flugobjekt 1 lässt sich das im Folgenden beschriebene erfindungsgemäße Verfahren in besonders vorteilhafter Weise durchführen.

Das Flugobjekt 1 fliegt zu einem vorgegebenen Zeitpunkt, beispielsweise kurz vor der Mahd, über die abzumähende Wiese 100 und somit über einen Untersuchungsbereich. Dabei werden kontinuierlich oder in vorgegebenen Zeitabständen mit der Thermalkamera 5, der zweiten Kamera 7 und der dritten Kamera 9 Bildersets aufgenommen, die mindestens aus einem ersten Bild, das ein Infrarotthermalbild ist, einem zweiten Bild, das ein Bild im sichtbaren Wellenlängenbereich ist, und einem dritten Bild, das im nahen Infrarotbereich aufgenommen wird, bestehen.

Das zweite Bild wird überbelichtet aufgenommen. In dem zweiten Bild werden in dem Untersuchungsbereich Licht- und Schattenbereiche ermittelt. Aufgrund der Überbelichtung ist der Kontrast in dem Schattenbereich besonders hoch, so dass die charakteristischen Bereiche, die im ersten Bild aufgefunden worden sind, in dem zweiten Bild verifiziert werden können und als mögliche Lebewesen identifiziert werden. In dem dritten Bild können beispielsweise Form oder Farben der Bereiche des Untersuchungsbereiches überprüft werden, die den charakteristischen Bereichen des ersten Bildes entsprechen. Ferner können das aufgenommene zweite und dritte Bild ausgewertet werden, um daraus auf die vitale Vegetation zu schließen. Die ermittelte vitale Vegetation im Untersuchungsbereich wird aus dem ersten Bild entfernt und danach wird das um die vitale Vegetation korrigierte erste Bild ausgewertet und es werden charakteristische Bereiche als mögliche Lebewesen identifiziert, indem die Verifizierung der charakteristischen Bereiche mittels dem zweiten Bild erfolgt.

Die zweite Kamera 7 und die dritte Kamera 9 können beispielsweise einen CMOS- oder CCD-Chip aufweisen. Dabei kann vorgesehen sein, dass die zweite Kamera 7 einen CMOS- oder CCD-Chip aufweist, bei dem die Bayermosaik um einen Kanal für den nahen Infrarotbereich erweitert ist.

Bei der Auswertung der ersten, zweiten und dritten Bilder gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die aufgenommenen Bilder überlagert,



- 13 -

wobei ein Abgleich der Bilder, beispielsweise eine transversale Verschiebung, die aufgrund der Anordnung der Kameras nebeneinander vorliegt, auf Pixelebene erfolgen kann.

Das erfindungsgemäße Flugobjekt 1 kann beispielsweise ferngesteuert sein. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass das Flugobjekt 1 eine selbstständige Steuerung aufweist, die eine vorgegebene Flugroute enthält. Eine Positionsbestimmung kann beispielsweise über Satellitennavigation erfolgen, wobei das Flugobjekt 1 dann einen Satellitenempfänger aufweist.



Patentansprüche

1. Verfahren zum Auffinden von Lebewesen (110) aus der Luft, wobei von einem Untersuchungsbereich ein Infrarotthermalbild als ein erstes Bild aufgenommen wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass von dem Untersuchungsbereich ein zweites Bild im sichtbaren Wellenlängenbereich aufgenommen wird, wobei das zweite Bild bei der Aufnahme überbelichtet wird,

dass aus dem zweiten Bild Licht- und Schattenbereiche im Untersuchungsbereich ermittelt werden,

dass das zweite Bild mit dem ersten Bild verglichen wird, wobei in dem ersten Bild charakteristische Bereiche in den ermittelten Licht- und Schattenbereichen überprüft und als mögliche Lebewesen identifiziert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass über das zweite Bild Farben der Bereiche des Untersuchungsbereiches überprüft werden, die den charakteristischen Bereichen des ersten Bildes entsprechen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Bild mit einer höheren Auflösung aufgenommen wird als das erste Bild.



4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahme des zweiten Bildes mit einer Überbelichtung von mindestens 1,5 Lichtwertstufen erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein drittes Bild im nahen Infrarotbereich erstellt wird, wobei das zweite und das dritte Bild ausgewertet werden, indem durch die Erstellung eines Verhältnisses eines Reflexionsgrades bei einer Wellenlänge einer Stelle im zweiten Bildes zu einem Reflexionsgrad bei einer Wellenlänge der entsprechenden Stelle des dritten Bildes auf die vitale Vegetation geschlossen wird, und Bereiche, die der ermittelten vitale Vegetation entsprechen, in dem Untersuchungsbereich aus dem ersten Bild entfernt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erstellung des dritten Bildes das zweite Bild verwendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Bild über eine Kamera (7) mit CMOS- oder CCD-Chip aufgenommen wird, wobei eine Bayermosaik des CMOS- oder CCD-Chips um einen Kanal für den nahen Infrarotbereich erweitert ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das dritte Bild mittels eines Bildes im sichtbaren Wellenlängenbereich und eines durch einen Nahinfrarotfilter aufgenommen Bildes durch Subtraktion der Bilder erstellt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite und dritte Bild mit separaten Kameras (7,9) aufgenommen werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die für die Aufnahmen des ersten, des zweiten und/oder des dritten Bildes verwendeten Kameras (5,7,9) einen Blickwinkel von maximal 35° besitzen.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in dem ersten Bild ein Auswertungsbereich festgelegt wird und in dem zweiten und/oder dritten Bild Bereiche außerhalb des Auswertungsbereiches bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass für die Aufnahme des ersten, des zweiten und/oder des dritten Bildes verwendeten Kameras (5,7,9) bei der Aufnahme parallele optische Achsen (11) besitzen.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Auswertung des ersten, des zweiten und/oder des dritten Bildes transversale Verschiebungen des Inhaltes der Bilder zueinander ermittelt und durch Verschiebung von Bildpixeln ausgeglichen werden.
14. Flugobjekt (1) zum Auffinden von Lebewesen (110) aus der Luft, mit einer Thermalkamera (5) zur Aufnahme von Infrarotthermalbildern und mit mindestens einer zweiten Kamera (7,9),

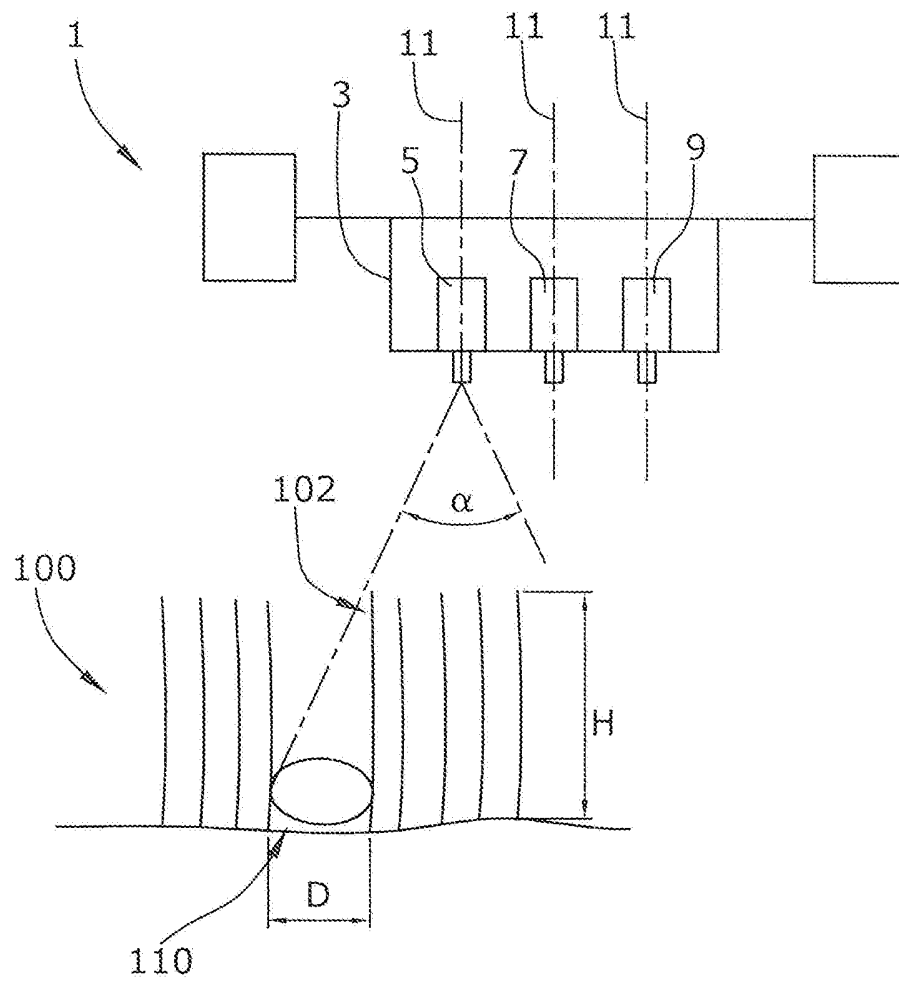
dadurch gekennzeichnet,

die zweite Kamera (7) Kanäle zur Aufnahme im sichtbaren Spektrum aufweist und überbelichtete Bilder aufnimmt.



- 17 -

15. Flugobjekt (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Kamera (7) einen Kanal für den nahen Infrarotbereich und einen zuschaltbaren Nahinfrarotfilter aufweist.
16. Flugobjekt (1) nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine dritte Kamera (9) mit Kanälen zur Aufnahme im nahen Infrarotbereich.
17. Flugobjekt (1) nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Achsen (11) der Thermalkamera (5) und der zweiten Kamera (7) oder der Thermalkamera (5), der zweiten Kamera (7) und der dritten Kamera (9) parallel zueinander angeordnet sind.
18. Flugobjekt (1) nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Thermalkamera (5), die zweite Kamera (7) und/oder die dritte Kamera (9) einen Blickwinkel von maximal 35° besitzen.



Figur