

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50756/2021 (51) Int. Cl.: **G06V 20/10** (2022.01)
(22) Anmeldetag: 23.09.2021 **G06K 9/00** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2023 **A01D 75/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
CH 701808 A2
WO 2013134369 A1
DE 102009039602 B3
US 5253302 A
EP 2570968 A2
DE 10016688 A1

(71) Patentanmelder:
Optronia GmbH
6020 Innsbruck (AT)

(74) Vertreter:
Torggler & Hofmann Patentanwälte GmbH & Co
KG
6020 Innsbruck (AT)

(54) **Verfahren zur Identifikation wenigstens eines Objektes**

(57) Verfahren zur Identifikation wenigstens eines Objektes (1), insbesondere Pflanze, durch wenigstens eine Anordnung (18) aus

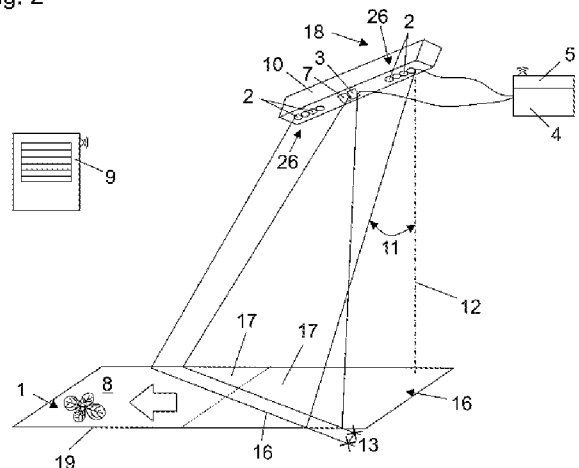
- wenigstens einem Multispektralsensor (2), insbesondere Photodiode,
- wenigstens einem, insbesondere optischen, Kamerasystem (3),
- wenigstens einer Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) und
- wenigstens einer Auswertungseinrichtung (5),

wobei folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- der wenigstens eine Multispektralsensor (2) nimmt simultan wenigstens ein spektrales Abbild zumindest zweier voneinander verschiedener Wellenlängenbereiche des wenigstens einen Objektes (1) auf,
- das wenigstens eine Objekt (1) wird durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) über das wenigstens eine durch den wenigstens einen Multispektralsensor (2) aufgenommene spektrale Abbild des wenigstens einen Objektes (1) voranalysiert,
- in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse des wenigstens einen Objektes (1) wird über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) wenigstens ein optisches Abbild des wenigstens einen Objektes (1) durch das wenigstens eine Kamerasystem (3) aufgenommen,

- die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) analysiert das wenigstens eine Objekt (1) über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild.

Fig. 2



Zusammenfassung:

Verfahren zur Identifikation wenigstens eines Objektes (1), insbesondere Pflanze, durch wenigstens eine Anordnung (18) aus

- wenigstens einem Multispektralsensor (2), insbesondere Photodiode,
- wenigstens einem, insbesondere optischen, Kamerasystem (3),
- wenigstens einer Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) und
- wenigstens einer Auswertungseinrichtung (5),

wobei folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- der wenigstens eine Multispektralsensor (2) nimmt simultan wenigstens ein spektrales Abbild zumindest zweier voneinander verschiedener Wellenlängenbereiche des wenigstens einen Objektes (1) auf,
- das wenigstens eine Objekt (1) wird durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) über das wenigstens eine durch den wenigstens einen Multispektralsensor (2) aufgenommene spektrale Abbild des wenigstens einen Objektes (1) voranalysiert,
- in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse des wenigstens einen Objektes (1) wird über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) wenigstens ein optisches Abbild des wenigstens einen Objektes (1) durch das wenigstens eine Kamerasystem (3) aufgenommen,
- die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) analysiert das wenigstens eine Objekt (1) über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild.

(Fig. 2)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Identifikation wenigstens eines Objektes nach dem Oberbegriff des Anspruches 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Anordnung zur Durchführung eines solchen Verfahrens. Weiters betrifft die Erfindung die Verwendung eines solchen Verfahrens und/oder einer solchen Anordnung zur Pflanzenerkennung und/oder Untergrunderkennung.

Ein Verfahren zur Detektion von Objekten ist bereits aus der Schrift AT 413 899 B bekannt, wobei eine Multisensoreinheit umfassend einen IR-Strahlungssensor, einen Mikrowellensensor und/oder eine Videokamera genutzt wird, um zur Tiererkennung unterschiedliche Spektralbereiche simultan zu verarbeiten. Nachteilig hierbei ist, dass die unterschiedlichen Aufnahmetechniken stets gemeinsam aktiv sein müssen, um die Funktionalität der Multisensoreinheit gewährleisten zu können. Die unterschiedlichen Aufnahmemittel der jeweiligen Spektralbereiche sind jedoch nicht aufeinander abgestimmt, sodass ein hoher Strombedarf und eine hohe Rechenkapazität im Betrieb der Multisensoreinheit erforderlich sind. Darüber hinaus sind über passiv agierenden Sensoren keine hinreichend aussagekräftigen Diagnosen zu Details der detektierten Objekte möglich.

Ein Verfahren zur Detektion von Objekten in Form von Tieren ist auch bereits aus der Schrift DE 10 2009 039 601 B4 bekannt, wobei ein Vorfeldsensor und eine Kamera mit Blitzlicht vorgesehen sind und die Kamera nach Auslösung eines Detektionssignales in einem Bereich in Zusammenhang mit dem Vorfeldsensor in diesen Bereich manövriert wird, um mit Blitzlicht ein Abbild zur anschließenden Auswertung über einen Mustererkennungsalgorithmus anzufertigen. Der Vorfeldsensor liegt in Form eines Mikrowellen-Radarsensors oder eines Infrarot-Sensors vor. Nachteilig hierbei ist einerseits eine große Zeitverzögerung zwischen der Aufnahme des Objektes durch die beiden Abbildungsarten, wobei eine Echtzeitanalyse im Sinne eines kontinuierlichen Abbildungsprozesses von Objekten nicht möglich ist. Andererseits sind durch die simpel gehaltene passiv arbeitende Sensoreinheit im Infrarotbereich keine hinreichenden spektralen Informationen des Objektes – insbesondere Geometriedaten von Details des Objektes – abseits einer Identifikation des Vorhandenseins des Objektes möglich.

Ein Verfahren zur Detektion von Objekten ist aus der Schrift US 10,761,211 B2 bekannt, wobei eine Bewegungsrichtung von Kameras derart relativ zu einer Sonnenlichteinstrahlung bewegt werden, sodass eine für präzise Abbildungen erforderliche gleichbleibende Beleuchtung durch Sonnenlicht von zu identifizierenden Objekten gewährleistet wird. Als Belichtung der Objekte wird das Sonnenlicht genutzt, um Interferenzen zwischen einer aktiven Beleuchtung und dem Sonnenlicht zu unterbinden, wobei der Wellenlängenbereich der Kameras beschränkt ist und Noise-Problematiken sowie Messfehler berücksichtigt werden müssen. Um die Vielzahl an Kameras aufeinander abzustimmen, müssen die Abbilder miteinander korreliert werden. Zur Aufnahme von Abbildern sind zwar unterschiedliche Kameras möglich, welche zeitlich versetzt zueinander das Objekt identifizieren, die unterschiedlichen Kameras sind jedoch lediglich hinsichtlich einer Verortung der Kameras beziehungsweise des zeitlichen Versatzes zum Objekt aufeinander abgestimmt. Die Kameras sind stets aktiv, um die erforderlichen Daten zu ermitteln, sodass ein hoher Ressourcenverbrauch während des Betriebes präsent ist.

Insbesondere im landwirtschaftlichen Bereich existiert ein lang bestehendes Bedürfnis, unter geringem Strombedarf und Rechenaufwand auch bei wechselnden Sonnenlichtverhältnissen in effizienter sowie effektiver Weise detaillierte, akkurate und präzise Diagnosen von Objekten zur Weiterverarbeitung gewährleisten zu können, wobei sich im Allgemeinen bereits aufgrund wechselnder Tageszeiten ein Spektrum des Sonnenlichtes ändert. Von signifikanter Bedeutung ist in diesem Kontext, Abbildungen mit einem hohen Maß an Informationsgehalt wirtschaftlich praktikabel bereitzustellen, um beispielsweise Geometriedaten und/oder spektrale Daten im Wesentlichen mit gleicher Qualität über einen möglichst großen Zeitraum zur Verfügung stellen können sowie eine hohe Güte einer Weiterverarbeitung der generierten Informationen sicherstellen zu können.

Die objektive technische Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zur Identifikation von Objekten sowie eine Anordnung zur Durchführung eines solchen Verfahrens anzugeben, bei welchen die Nachteile des Standes der Technik zumindest teilweise

behooben sind, und welche sich insbesondere durch eine ressourcenschonenden Gebrauch bei gleichzeitig hohem generierten Informationsgehalt des zu identifizierenden Objektes auszeichnen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Es ist demnach erfindungsgemäß vorgesehen, dass folgende Verfahrensschritte, vorzugsweise in chronologischer Reihenfolge, durchgeführt werden:

- der wenigstens eine Multispektralsensor nimmt simultan wenigstens ein spektrales Abbild zumindest zweier voneinander verschiedener Wellenlängenbereichen des wenigstens einen Objektes auf,
- das wenigstens eine Objekt wird durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung über das wenigstens eine durch den wenigstens einen Multispektralsensor aufgenommene spektrale Abbild des wenigstens einen Objektes voranalysiert,
- in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse des wenigstens einen Objektes wird über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung wenigstens ein optisches Abbild des wenigstens einen Objektes durch das wenigstens eine Kamerasystem aufgenommen,
- die wenigstens eine Auswertungseinrichtung analysiert das wenigstens eine Objekt über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild.

Dadurch wird es erst ermöglicht, dass eine stromintensive Aufnahme von optischen Abbildern durch das wenigstens eine Kamerasystem sowie eine rechenintensive Auswertung lediglich im Bedarfsfall nach einer Vorentscheidung auf Basis des spektralen Abbildes erfolgt. Ein optisches Bild wird dementsprechend nur bei einer Voridentifikation über den wenigstens einen Multispektralsensor zur Weiterverarbeitung aufgenommen und transferiert. Dadurch kann einerseits ein Zeitaufwand in der flächendeckenden Untersuchung eines Untergrundes reduziert werden und andererseits können weniger komplexe oder teure Bauteilkomponenten zur Analyse von Objekten genutzt werden, wobei insbesondere ein Maß an digitalen Informationen, welche kabelgebunden und/oder funksignalleitend transferiert und

verarbeitet werden müssen, reduziert werden. Die zu identifizierenden Objekte können durch die gezielte und abgestimmte Verwendung der Kombination der beiden Abbildungsarten trotz Strom- und Rechenaufwand-Einsparungen dennoch scharf und detailgetreu analysiert werden.

Der wenigstens eine Multispektralsensor arbeitet besonders bevorzugt kontinuierlich und scannt somit 100% eines Untergrundes ab. Die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung triggert das wenigstens eine Kamerasystem selektiv respektive zeitlich nicht kontinuierlich. Im Allgemeinen ist es nicht erforderlich, das wenigstens eine Kamerasystem für jedes einzelne Objekt – beispielsweise Pflanze – zu aktivieren, wobei insbesondere spezielle, singuläre spektrale Eigenschaften – beispielsweise Fäulnis – gesucht und/oder dokumentiert werden. Zum Beispiel kann über ein statistisches Auswahlverfahren ein stichprobenweises Abbilden von Objekten durch das wenigstens eine Kamerasystem genutzt werden, um eine Gesamtverteilung – beispielsweise ein Aufkommen einer bestimmten Pflanzenart – über eine statistische Auswertung zu bestimmen. Dies kann im Zuge der spektralen Voranalyse und/oder in einem von der Voranalyse des wenigstens einen Objektes gesonderten Schritt, vorzugsweise in Ergänzung, erfolgen.

Die Analyse des wenigstens einen Objektes durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung kann ebenfalls in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse vorgenommen werden, wobei die Auswertungseinrichtung abseits einer spektralen Voranalyse lediglich dann aktiv wird, wenn das spektrale Abbild des wenigstens einen Objektes – aufgenommen von dem wenigstens einen Multispektralsensor – dies erforderlich macht. Die Aufnahme von optischen Abbildern durch das wenigstens eine Kamerasystem und/oder die Analyse durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung kann beispielsweise in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse vorliegen, wenn ein Informationsgehalt der spektralen Voranalyse nicht hinreichend für eine aussagekräftige Diagnose hinsichtlich des wenigstens einen Objektes ist oder die spektrale Voranalyse eine gegenüber einem Untergrund auffällige Kontur und/oder Farbgebung, welche auf ein zu untersuchendes Objekt (zum Beispiel eine aus dem Untergrund hervorragende Pflanze) rückschließen lässt, identifiziert. Auf Basis der spektralen Informationen des spektralen Abbildes –

aufgenommen durch wenigstens einen Multispektralsensor – wird somit entschieden, ob eine optische Abbildung (oder gegebenenfalls eine der Voranalyse folgende Analyse) erforderlich und/oder nützlich für die Diagnose des wenigstens einen Objektes ist.

Es ist auch denkbar, dass das wenigstens eine optische Abbild lediglich zu Dokumentationszwecken abgelegt wird, wobei die Analyse des wenigstens einen Objektes derart breit auszulegen ist, dass auch eine Dokumentation über das wenigstens eine optische Abbild oder gegebenenfalls eine Durchsicht der Dokumentation eine Analyse des wenigstens einen Objektes darstellt. Die Analyse kann von der vorangegangenen Analyse unterschieden werden, wobei die Analyse in Abhängigkeit der Voranalyse initiiert werden kann, wobei gegebenenfalls die Analyse nur dann durchgeführt wird, wenn die Voranalyse ein Objekt identifiziert, welches über das wenigstens eine optische Abbild genauer zu überprüfen ist.

Eine Zwischenanalyse zwischen spektraler Voranalyse und Analyse ist ebenfalls möglich, wobei beispielsweise eine Radioaktivität, Fremdkörper oder anderweitiger Informationsgehalt identifiziert werden kann. Besonders bevorzugt wird jedoch über die Analyse ein Pflanzentyp und dessen Zustand wie Wachstum, Reifegrad, Düngegehalt, Wassergehalt, Trockenstress, Krankheiten, Pilzbefall, Fäulnis, Absterben, Hagelschäden, Insektenbefall, Verunreinigungen der Pflanze, Verunreinigungen des Untergrundes et cetera ermittelt.

Das wenigstens eine Kamerasystem kann somit situationsbedingt eingesetzt werden, wodurch ein besonders ressourcenschonendes Verfahren bedingt wird und/oder lediglich Informationen zur Analyse weitergeleitet werden, für welche sich der prozessuale Aufwand rentiert. Eine Implementierung, wann in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse des wenigstens eine Kamerasystems optische Abbilder des wenigstens einen Objektes aufnehmen soll, ist flexibel adjustierbar und kann beispielsweise Schwellwerte oder individuell konfigurierbare Entscheidungsparameter umfassen. Zum Beispiel kann die Entscheidung zur Aufnahme optischer Abbildungen gefällt werden, wenn ein spektral aufgenommenes Objekt mit einer Kontur einer Pflanze in Abgrenzung zu Steinen und Erde identifiziert wird. Die Anforderungen an die Analyse und/oder spezifischen Gegebenheiten der

Anordnung können integriert werden, wobei die Anordnung zur Durchführung des Verfahrens bei neuen Einsatzgebieten flexibel adaptierbar ist.

Unter den zumindest zwei voneinander verschiedenen Wellenlängenbereichen in Zusammenhang mit dem wenigstens einen Multispektralsensor ist zu verstehen, dass die Maxima der Intensitätsverteilung der jeweiligen Wellenlängenbereiche voneinander gesondert sind, wobei sich die Wellenlängenbereiche in der spektralen Verteilung durchaus überlappen können, wobei beispielsweise ein Wellenlängenbereich ein Maximum im roten Wellenlängenbereich und ein weiterer Wellenlängenbereich ein Maximum im grünen Wellenlängenbereich aufweist. Bevorzugt sind die Wellenlängenbereiche im Infrarotbereich, Nahinfrarotbereich bis 1400 nm und/oder im Spektralbereich zwischen 180 nm und 1400 nm, besonders bevorzugt zwischen 580 nm und 960 nm, verortet, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor im Allgemeinen alternativ oder in Ergänzung auch RGB-Lichtquellen nutzen kann. Bevorzugt ist der Wellenlängenbereich des wenigstens einen Multispektralsensors unterhalb von 500 nm und/oder oberhalb von 850 nm verortet. Besonders bevorzugt ist ein Wellenlängenbereich des wenigstens einen Multispektralsensors zumindest teilweise oder vollständig disjunkt von einem Wellenlängenbereich des wenigstens einen Kamerasystems.

Das wenigstens eine Kamerasystem ist bevorzugt als optische Kamera ausgebildet, wobei jedoch auch monochrome Kameras und/oder RGB-Kameras denkbar sind, wobei die Vorteile bezüglich der passiven Sonnenlichteinstrahlung auf das wenigstens eine Objekt bei der Verwendung einer optischen Kamera besonders stark ausgeprägt sind.

Das wenigstens eine Kamerasystem kann im Allgemeinen einzelne Bilder und/oder eine Abfolge von Abbildern als Videostream aufzeichnen, wobei das wenigstens eine Kamerasystem besonders bevorzugt als Embedded Vision System ausgebildet ist, wobei das wenigstens eine, insbesondere Boardlevel-, Kamerasystem ein integriertes Bildauswertung-Modul umfasst, wobei das wenigstens eine Abbild nicht gespeichert und/oder aufgezeichnet wird.

Bevorzugt ist die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung in Form eines System-on-Modules (SOM) ausgebildet, wobei die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung eine CPU, eine GPU, einen Speicher, ein Energiemanagement-Modul und/oder Hochgeschwindigkeitsschnittstellen umfasst. Besonders bevorzugt sind, insbesondere künstliche Intelligenz-, Bibliotheken, von der GPU umfasst und/oder werden durch die GPU verarbeitet.

Das wenigstens eine Kamerasystem ist besonders bevorzugt inaktiv, wobei in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse das wenigstens eine Kamerasystem durch die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung zur Aufnahme des wenigstens einen optischen Abbildes des wenigstens einen Objektes aktiv gesetzt wird, vorzugsweise wobei das wenigstens eine Kamerasystem und der wenigstens eine Multispektralsensor gemeinsam an einem Grundkörper angeordnet sind. Dadurch wird eine spezifische Aktivierung des wenigstens einen Kamerasystems in Abhängigkeit von individuellen Objekten von Interesse ermöglicht.

Auch ist denkbar, den wenigstens einen Multispektralsensor und/oder das wenigstens eine Kamerasystem in einem Spektralbereich zwischen 1 μm und 100 μm zu nutzen.

Im Stand der Technik werden üblicherweise passive Sensoren zur Abbildung von Objekten verwendet, welche als Belichtung Sonnenlicht und/oder Streulicht nutzen. Dabei sind wechselnde Lichtbedingungen jedoch abträglich für hinreichend exakte Abbilder von Objekten, da eine Analyse der Abbilder sensibel im Hinblick auf variierende Lichtverhältnisse ist. Als Ausweg der Problematik des Standes der Technik könnten Kameras genutzt werden, welche permanent möglichst viel Licht zur Abbildung nutzen, um das Sonnenlicht beziehungsweise Streulicht für die Abbildung auszublenden. Hierbei sind jedoch aufwändige und starke Belichtungssysteme erforderlich, welche darüber hinaus einen sehr hohen Stromverbrauch bedingen. Durch die vorliegende Erfindung kann wenigstens ein Multispektralsensor genutzt werden, welcher eine eigene Beleuchtung umfasst, um das Sonnenlicht im Wesentlichen vollständig auszublenden, da eigene Belichtungsverhältnisse geschaffen werden. Bei dem wenigstens einen

Kamerasystem kann punktuell Blitzlicht verwendet werden, um die Vorteile einer aktiven Beleuchtung zur Ausblendung von Sonnenlicht zu Analyse Zwecken zeitlich begrenzt durch eine Belichtungs Vorrichtung geringer Komplexität und/oder benötigter Leistung zu nutzen. Somit wird – insbesondere durch eine abgestimmte Kombination der beiden Abbildungsarten – ermöglicht, einen Stromverbrauch besonders effektiv zu reduzieren und gleichzeitig Abbilder besonders hohen Detailgrades zu generieren.

Das wenigstens eine Objekt kann in Art, Form und/oder Beschaffenheit im Wesentlichen beliebig ausgestaltet sein. Besonders bevorzugt stellt das wenigstens eine Objekt eine Pflanze, eine Vielzahl an Pflanzen oder einen Teil einer Pflanze dar, wobei beispielsweise Früchte, Blumen, Gräser und dergleichen von der Begrifflichkeit der Pflanze umfasst sind. Die Analyse des wenigstens einen Objektes kann beispielsweise genutzt werden, um eine Menge an Pflanzenbehandlungsmitteln zu reduzieren und zielgerechter einsetzen zu können, wobei dies sowohl ökologische als auch kostentechnische Vorteile mit sich bringt. Zum Beispiel kann im Kontext der Erfindung durch die Analyse eine Ernte effektiver und/oder effizienter gestaltet werden, wobei insbesondere gleichzeitig eine höhere Güte und/oder ein größerer Ertrag der Produkte gewährleistet werden kann. Denkbar sind jedoch auch anderweitige Objekte abseits der Landwirtschaft, wobei Anwendungsgebiete in der Mülltrennung, im Recycling oder zu Qualitätssicherungszwecken möglich sind.

Hinzu kommt die positive Eigenschaft, dass die Identifikation des wenigstens einen Objektes schnell (eine Verarbeitung digitaler Daten der wenigstens einen optischen Abbildung wird lediglich bei Bedarf initiiert) und günstig (weniger kostenintensive Bauteilkomponenten sind erforderlich) erfolgen kann, da das wenigstens eine Kamerasystem bedarfsabhängig zu dem wenigstens einen im Vergleich energie niedrigeren Multispektralsensor zugeschaltet wird und eine Analyse auf Basis der optischen Informationen lediglich gegebenenfalls erfolgt, sodass ein erhöhter Rechenaufwand und Stromaufwand nur dann erfolgt, wenn sich dies zur Diagnose respektive Identifikation rentiert.

Besonders bevorzugt werden sowohl das wenigstens eine spektrale Abbild als auch das wenigstens eine optische Abbild zur Analyse durch die wenigstens eine

Auswertungseinrichtung herangezogen, da dadurch gegenüber der Verwendung einer Art der Abbildung zusätzliche Informationen zur Identifikation des wenigstens einen Objektes bei einer Kombination der Abbildungsarten genutzt werden können. Beispielsweise kann auf Basis des wenigstens einen spektralen Abbildes im Infrarotbereich diagnostiziert werden, dass es sich bei einer Struktur an dem wenigstens einen Objekt um einen Pilzbefall und nicht um Trockenstress oder Fäulnis handelt, wobei dieser Aspekt durch die wenigstens eine optische Abbildung nicht eindeutig erkennbar wäre. Beispielsweise kann auf Basis des wenigstens einen optischen Abbildes und einer dadurch ermittelten Farbgebung des Objektes mit Bildverarbeitung identifiziert werden, um welche Untergattung oder Art es sich bei einer Pflanze (zum Beispiel in Abgrenzung zu Unkraut) handelt, wobei dieser Sachverhalt aufgrund spektraler Informationen nicht ermittelbar wäre. Im Allgemeinen kann jedoch eine Analyse lediglich auf Basis des wenigstens einen spektralen Abbildes oder des wenigstens einen optischen Abbildes erfolgen.

Wenn der wenigstens eine Multispektralsensor und das wenigstens eine optische Kamerasystem, insbesondere über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung aufeinander abgestimmt und/oder miteinander synchronisiert sind, kann eine akkurate Analyse des Untergrundes beziehungsweise des wenigstens einen Objektes in Echtzeit erfolgen. Der Begriff Echtzeit ist in diesem Kontext dahingehend auszulegen, dass eine Zeitverzögerung, welche beim Abarbeiten der Verfahrensschritte auftritt, im Vergleich zu typischen Reaktionszeiten und/oder typischen Bewegungszeiten von Aktuatoren vernachlässigbar ist; prinzipbedingte langsame Datenerfassung durch die beteiligten Bauteilkomponenten der Anordnung ist dabei aber nicht zu berücksichtigen.

Der wenigstens eine Multispektralsensor kann dazu eingerichtet sein, ein spezifisches Objekt, insbesondere eine Pflanzengattung, zu erfassen, wobei bei einer Identifikation des spezifischen Objektes durch den wenigstens einen Multispektralsensor das wenigstens eine Kamerasystem aktiviert wird, um das spezifische Objekt durch wenigstens ein optisches Abbild mit erhöhtem Detailgrad zu erfassen. Durch den wenigstens einen Multispektralsensor kann die Aktivierungszeit des wenigstens einen Kamerasystems reduziert werden.

Über den wenigstens einen Multispektralsensor kann dem wenigstens einen Kamerasystem, vorzugsweise über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung, die Position des spezifisch zu identifizierenden Objektes, vorzugsweise mit einem zeitlichen und/oder räumlichen Versatz relativ zu dem wenigstens einen Multispektralsensor, zur Aufnahme des wenigstens einen optischen Abbildes mitgeteilt werden, wobei bevorzugt der Wellenlängenbereiche des wenigstens einen Multispektralsensors von dem Wellenlängenbereich des wenigstens einen Kamerasystems verschieden sind.

Im Stand der Technik ist es essentiell, dass das wenigstens eine Kamerasystem eine hohe Frame-Rate aufweist, um hinreichende Abbildungen zu Analysezwecke zu generieren. Bei der vorliegenden Erfindung ist es im Allgemeinen durch die Abstimmung des wenigstens einen Multispektralsensors – welcher im Allgemeinen mit niedrigem Ressourcenverbrauch stetig aktiv ist – mit dem wenigstens einen Kamerasystem – welches selektiv auf Basis der Voranalyse für ein spezifisches Objekt aktiviert wird – hinreichend, dahingehend ausgelegt zu sein, wenige optische Abbildungen, vorzugsweise mit hoher Auflösung und/oder selektiv, pro Sekunde aufzunehmen, wodurch insbesondere Kosten bei dem wenigstens einem Kamerasystem eingespart werden können und/oder wenig komplexe Bauteilkomponenten erforderlich sind.

Es ist auch möglich, dass das wenigstens eine Kamerasystem dazu eingerichtet ist, über einen Algorithmus selektiv aktiviert zu werden, um über eine statistische Auswertung – bevorzugt durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung – statistische Aussagen zu Anzahl an Objekten am Untergrund, Anzahl an Objekten mit spezifischen Eigenschaften wie Fäulnis, Schädlingsbefall, Größe et cetera und/oder dergleichen treffen zu können, wodurch eine Aktivierungszeit des wenigstens einen Kamerasystems weiter reduziert werden kann.

Wie eingangs aufgeführt, wird Schutz auch begehrt für eine Anordnung zur Durchführung eines solchen Verfahrens, umfassend wenigstens einen Multispektralsensor, insbesondere Photodiode, wenigstens ein, insbesondere optische, Kamerasystem, wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung und wenigstens eine Auswertungseinrichtung, wobei durch den wenigstens einen Multispektralsensor simultan wenigstens ein spektrales Abbild zumindest zweier voneinander verschiedener Wellenlängenbereichen des wenigstens einen Objektes, vorzugsweise Pflanze, aufnehmbar ist, die wenigstens eine Auswertungseinrichtung dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine Objekt über das wenigstens eine spektrale Abbild vorzuanalysieren und die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung und das wenigstens eine Kamerasystem dazu ausgebildet sind, wenigstens ein optisches Abbild des wenigstens einen Objektes durch das wenigstens eine Kamerasystem in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse aufzunehmen, wobei durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung das wenigstens eine Objekt über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild analysierbar ist. Die Anzahl an Wellenlängenbereichen ist im Allgemeinen beliebig.

Ein optisches Kamerasystem kann durch eine Bilderfassung im sichtbaren Spektralbereich, vorzugsweise unter Verwendung von optischen Linsen und/oder optischer Abbildungsgesetze, aufgefasst werden, wobei auch IR-Kamerasysteme erfindungsgemäß herangezogen werden können.

Besonders bevorzugt wird die Anordnung, insbesondere durch eine automatische Vorschubvorrichtung, relativ zu dem wenigstens einen Objekt manövriert oder das wenigstens eine Objekt bewegt sich relativ zu der stationären Anordnung. Die Implementierung der wenigstens einen Auswertungseinrichtung und/oder der wenigstens einen Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung kann via geeigneter Sourcecodes und/oder Schaltungen erfolgen. Bei einer gemeinsamen Anordnung des wenigstens einen Multispektralsensors und/oder das wenigstens eine Kamerasystem an einem, vorzugsweise einstückigen, Grundkörper kann eine kompakte Anordnung angegeben werden, wobei insbesondere keine aufeinander

abgestimmten Bewegungen (wie eine Bewegung in einen Bereich von Interesse) erforderlich sind.

Wie eingangs ausgeführt, wird Schutz auch begehrt für eine Verwendung eines solchen Verfahrens und/oder einer solchen Anordnung zur Pflanzenerkennung und/oder Untergrunderkennung.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass während der Aufnahme des wenigstens einen spektralen Abbildes Infrarotlicht und/oder eine LED-Beleuchtungsquelle und/oder während der Aufnahme des wenigstens einen optischen Abbildes eine Blitzvorrichtung, vorzugsweise wenigstens eine von dem wenigstens einen Kamerasystem räumlich gesonderte LED-Blitzvorrichtung, zur aktiven Belichtung genutzt wird.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist während der Aufnahme des wenigstens einen spektralen Abbildes wenigstens ein Linienlaser zur, vorzugsweise aktiven, Beleuchtung des wenigstens einen Objektes vorgesehen, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass durch den wenigstens einen Linienlaser und/oder über Triangulation eine Höhe des wenigstens einen Objektes bestimmbar ist.

Im Allgemeinen sind jedoch auch anderweitige Beleuchtungsquellen mit geeigneter spektraler Emission im UV-, sichtbaren und/oder IR-Bereich möglich. Besonders bevorzugt wird ein IR-Strahler und/oder eine LED-Beleuchtungsquelle herangezogen.

Üblicherweise wird das wenigstens eine Objekt durch Sonnenlicht und/oder künstliches Licht passiv beschienen, welche in Einfallwinkel, Schattenwurf, Intensität und Spektrum variieren können. Durch die aktive Belichtung wird diesem zu Abbildungszwecken abträglichen Sachverhalt entgegengewirkt, wobei die

Lichtquellen an die Gegebenheiten und/oder Anforderungen eingestellt werden können.

Besonders bevorzugt ist der wenigstens eine Multispektralsensor passiv respektive beleuchtungslos ausgebildet, sodass der wenigstens eine Multispektralsensor keine aktive Beleuchtung umfasst, wobei vorzugsweise das wenigstens eine Kamerasystem eine gesonderte aktive Beleuchtung und/oder eine aktive Beleuchtung als integraler Bestandteil des wenigstens einen Kamerasystems umfasst.

Im Stand der Technik hingegen sind keine hinreichenden spektralen und optischen Informationen für eine Weiterverarbeitung unter im Wesentlichen selbigen Bedingungen vorgesehen, wobei Daten zu Kontur, Geometrie, Details, Farbgebung oder dergleichen unzulänglich für eine präzise Analyse sind.

Vorteilhafter Weise ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Blitzvorrichtung zur optischen Abbildung das wenigstens eine Objekt mit einer Blitzdauer im Bereich zwischen 10 μs und 1000 μs , vorzugsweise zwischen 20 μs und 200 μs , belichtet.

Durch derart kurze Blitzdauern kann einerseits ein scharfes Bild trotz Bewegung der Anordnung relativ zu dem wenigstens einen Objekt gewährleistet werden und andererseits ist eine Synchronisation mit dem wenigstens einen Multispektralsensor und/oder der wenigstens einen Auswertungseinrichtung besonders günstig möglich, da Zeitverzögerungen aufgrund der Aufnahme des wenigstens einen optischen Abbildes gering sind.

Im Allgemeinen ist eine Anzahl an spektralen und/oder optischen Abbildern selbigen Objektes und/oder weiterer Objekte beliebig. Für eine Identifikation eines Objektes reicht im Allgemeinen jedoch genau ein optisches Bild zu Analyse Zwecken aus. Im Allgemeinen kann das wenigstens eine spektrale Abbild und das wenigstens eine optische Abbild sequentiell und/oder gleichzeitig aufgenommen werden.

Beispielsweise kann ein Zeitintervall zwischen spektralen Abbildern des wenigstens einen Multispektralsensors und/oder eine Blitzdauer des wenigstens einen Kamerasystems an die Bewegungsgeschwindigkeit der Anordnung relativ zu dem wenigstens einen Objekt angepasst werden, wobei bevorzugt ein optisches Abbild im Wesentlichen instantan respektive ohne Zeitverzögerung nach einer spektralen Identifikation des wenigstens einen Objektes erfolgt. Ein auf das spektrale Abbild folgendes spektrales Abbild kann während der Aufnahme des optischen Abbildes und/oder auf das optische Abbild folgend aufgenommen werden.

Als günstig hat sich erwiesen, dass der wenigstens eine Multispektralsensor während einem Betrieb der Anordnung im Wesentlichen immer aktiv ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass der wenigstens eine Multispektralsensor fortwährend spektrale Abbilder eines Untergrundes und/oder des wenigstens einen Objektes aufnimmt und/oder wenigstens eine Totalreflexionslinse umfasst, wobei die wenigstens eine Totalreflexionslinse zwei über eine, vorzugsweise konvex gekrümmte, Mantelfläche verbundene Deckflächen umfasst, wobei zwischen der ersten Deckfläche und der zweiten Deckfläche wenigstens eine an die erste Deckfläche angrenzende und in Richtung der zweiten Deckfläche weisende Aussparung angeordnet ist, wobei die wenigstens eine Aussparung zumindest zwei in Richtung der zweiten Deckfläche weisende und voneinander gesonderte Grenzflächenabschnitte, vorzugsweise Facetten, zur Brechung von Licht in Richtung der Mantelfläche aufweist.

Besonders bevorzugt ist wenigstens eine Beleuchtungsvorrichtung vorgesehen, welche den wenigstens einen Multispektralsensor und/oder die Totalreflexionslinse zur Fokussierung von Licht zumindest zweier Lichtquellen, vorzugsweise Leuchtdioden, der wenigstens einen Beleuchtungsvorrichtung auf einen der Lichtquellen gemeinsamen Abbildungsbereich umfasst, wobei durch den wenigstens einen Multispektralsensor das von den zumindest zwei Lichtquellen der wenigstens einen Beleuchtungsvorrichtung emittierte und von dem wenigstens einen Objekt reflektierte Licht elektromagnetisch detektiert wird.

Durch die stete Aufnahme von spektralen Abbildern wird unterbunden, dass ein Objekt von Interesse nicht entdeckt wird, wobei die Ressourcen hinsichtlich des

wenigstens einen Kamerasystems und/oder der wenigstens einen Auswertungseinrichtung geschont werden.

Besonders bevorzugt umfasst der wenigstens eine Multispektralsensor und/oder die wenigstens eine Beleuchtungsvorrichtung eine Totalreflexionslinse gemäß dem österreichischen Patentanmeldungsaktenzeichen A 50491/2021.

Durch eine derartige Totalreflexionslinse sind besonders vorteilhafte spektrale Abbilder aufnehmbar, da Licht einer Lichtquelle in die Totalreflexionslinse eintreten kann und bei Eintritt das Licht der Lichtquelle in Teilstrahlen aufgespalten wird, welche zur Analyse eines Spektrums von einem durch die Lichtquelle belichteten Objekt zur Verfügung stehen. Für jede Lichtquelle wird eine Vielzahl an Teilstrahlen durch die Grenzflächenabschnitte erwirkt, wobei die Anzahl an Teilstrahlen mit der Anzahl an Grenzflächenabschnitten korrespondiert. Die Grenzflächenabschnitte agieren als, vorzugsweise orthogonal auf eine optische Achse/Symmetrieachse der Totalreflexionslinse planare, Facetten, wodurch das Spektrum des von dem Objekt über die Totalreflexionslinse reflektierten Licht besonders vorteilhaft für eine Spektralanalyse herangezogen werden kann. Es ist jedoch denkbar, dass die Grenzflächenabschnitte zur vereinfachten Fertigung entlang der optischen Achse gekrümmt sind. Sind Lichtquellen mit seitlichem Versatz zur optischen Achse angeordnet, erfolgt über die Grenzflächenabschnitte dennoch eine Kollimation im Abbildungsbereich mit konzentrischer und/ überlappender Intensitäts- und/oder Wellenlängenverteilung der Lichtquellen, welche bei einer Aussparung mit konstanter Krümmung ohne Grenzflächenabschnitte nicht gewährleistet ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Auswertungseinrichtung das wenigstens eine spektrale Abbild, vorzugsweise über einen Suchalgorithmus, mit einer Vielzahl an in einer Datenbank hinterlegten Datensätzen vergleicht, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass geometrische Daten, besonders bevorzugt Konturen, des wenigstens einen spektralen Abbildes für den Datenabgleich genutzt werden.

Dadurch kann eine schnelle Voranalyse mit geringem Rechenaufwand ermöglicht werden. Der Suchalgorithmus kann beispielsweise in Form eines Programmes zum Abgleich von digitalen Daten mit einer Tabelle und/oder Matrix vorliegen. Bevorzugt umfasst der Suchalgorithmus künstliche Intelligenz umfassend machine learning, deep learning und/oder neuronale Netzwerke. Die Datensätze können beispielsweise spektrale Informationen, Geometrie, Farbe, Kontur et cetera umfassen, welche im Allgemeinen auch über das wenigstens eine optische Abbild genutzt werden können.

Beispielsweise kann bereits anhand des wenigstens einen spektralen Abbildes über Mustererkennung auf eine Pflanzengattung geschlossen werden. Besonders bevorzugt erfolgt eine Mustererkennung jedoch anhand des wenigstens einen optischen Abbildes, vorzugsweise über eine Geometrie des wenigstens einen Objektes, um Details von Objekten wie Gattungen bestimmen zu können. Der wenigstens eine Multispektralsensor kann zusätzliche Informationen bereitstellen; im Falle von Pflanzen als Objekte beispielsweise zu Krankheiten, Trockenstress, Stickstoffgehalt und dergleichen.

Im Allgemeinen kann für das wenigstens eine spektrale Abbild und das wenigstens eine optische Abbild eine gemeinsame Datenbank genutzt werden. Bevorzugt ist eine Datenbank hinsichtlich spektraler Daten und eine davon gesonderte Datenbank bezüglich optischer Daten wie Pflanzenform und/oder Pflanzenfarbe, Schädlingsbefall, Mangelerscheinungen et cetera vorgesehen.

Als vorteilhaft hat sich erwiesen, dass die wenigstens eine Auswertungseinrichtung das wenigstens eine optische Abbild, vorzugsweise zusammen mit dem wenigstens einen spektralen Abbild, über einen Mustererkennungsalgorithmus einem Objekt einer Bilddatenbank zuordnet.

Dadurch kann eine akkurate Identifikation mit geringer Fehleranfälligkeit des wenigstens einen Objektes erfolgen, wobei der Mustererkennungsalgorithmus besonders bevorzugt künstliche Intelligenz umfasst. Die künstliche Intelligenz basiert vorzugsweise auf Tensorflow und/oder deep learning und kann machine learning und/oder neuronale Netzwerke umfassen. Als Lerndaten kann eine Vielzahl an

optischen Abbildern von Objekten wie beispielsweise Pflanzen im Lernprozess der künstlichen Intelligenz dienen, welche mit bereits kategorisierten Objekten über Kontur, Geometrie, Form, Farbe oder dergleichen abgeglichen werden.

Besonders bevorzugt nutzt der Mustererkennungsalgorithmus als zusätzliche Informationsquelle die spektralen Daten der wenigstens einen spektralen Abbildung. Je schärfer das wenigstens eine verwendete spektrale und/oder optische Abbild ist und je gleichwertiger die Abbildungsverhältnisse unterschiedlicher Abbilder – insbesondere bezüglich Belichtungsverhältnisse – sind, desto präziser kann die Analyse durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung erfolgen.

Eine vorteilhafte Variante besteht darin, dass der wenigstens eine Multispektralsensor, das wenigstens eine Kamerasystem und/oder wenigstens eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung an einem Grundkörper angeordnet sind, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine Kamerasystem das wenigstens eine optische Abbild in Richtung eines Untergrundes mit einem Betrachtungswinkel, vorzugsweise zwischen 5° und 15° , relativ zu einer Lotrechten auf den Untergrund aufnimmt, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass der Betrachtungswinkel, besonders bevorzugt automatisch, vergrößert und/oder verkleinert wird und/oder der Betrachtungswinkel des wenigstens einen Kamerasystems – gegebenenfalls mit wenigstens einer, insbesondere von dem wenigstens einen Kamerasystem räumlich gesonderten, Blitzvorrichtung – im Wesentlichen identisch zu dem Betrachtungswinkel des wenigstens einen Multispektralsensors ist oder von dem Betrachtungswinkel des wenigstens einen Multispektralsensors abweicht.

Durch einen Betrachtungswinkel kann das wenigstens eine Objekt frühzeitig erkannt werden, sodass beispielsweise Aktuatoren zur Behandlung (wie Ernte, Sortierung und/oder Besprühung) rechtzeitig in Abhängigkeit der Analyse des Objektes angesteuert werden können. Wird ein Betrachtungswinkel zwischen 5° und 15° gewählt, so kann ein besonders günstiger Kompromiss zwischen einer Auflösung der Abbilder, der Belichtungsverhältnisse, einer zeitlichen Vorlaufzeit für Aktuatoren und/oder einem Detailgrad der Abbilder erwirkt werden. Eine Einstellung des

Betrachtungswinkels kann automatisch, insbesondere über den Grundkörper und/oder automatisch, vorzugsweise mittels eines Sensors, über eine Relativgeschwindigkeit zwischen dem wenigstens einen Objekt und dem Grundkörper und/oder individuell für das wenigstens eine Kamerasystem und/oder den wenigstens einen Multispektralsensor, über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung erfolgen.

Im Allgemeinen kann ein Betrachtungswinkel, insbesondere Öffnungswinkel oder Neigungswinkel, des wenigstens einen Multispektralsensors, vorzugsweise zusammen mit dem Infrarotlicht und/oder der LED-Beleuchtungsquelle, und das wenigstens einen Kamerasystem, vorzugsweise zusammen mit der wenigstens einen Blitzlichtvorrichtung, unterschiedlich sein, wobei besonders bevorzugt der Betrachtungswinkel des wenigstens einen Multispektralsensors und des wenigstens einen Kamerasystems identisch sind.

Würde man eine Kamera in flachem Winkel weit nach vorne orientieren, müsste eine für scharfe Abbildungen unzulänglich hohe Belichtungszeit durch die wenigstens eine Blitzvorrichtung erfolgen, wohingegen bei einem Betrachtungswinkel gleich 0 sehr kurze Belichtungszeiten erforderlich sind, um scharfe Abbildungen generieren zu können, wobei ein Detailgrad jedoch vermindert wird und auch eine rechtzeitige Ansteuerung zumindest nicht in jedem Einsatzgebiet gewährleistet werden kann. Durch den Betrachtungswinkel kann ein Optimum für die Identifikation des wenigstens einen Objektes eingestellt werden.

Besonders bevorzugt sind der wenigstens eine Multispektralsensor und das wenigstens eine Kamerasystem, vorzugsweise nebeneinander, entlang einer Anordnungsrichtung angeordnet, wobei die Anordnungsrichtung orthogonal auf eine Bewegungsrichtung der Anordnung, insbesondere mit einer gegebenenfalls vorhandenen Blitzvorrichtung, relativ zu dem wenigstens einen Objekt orientiert ist.

Besonders bevorzugt ist, dass der wenigstens eine Multispektralsensor und das wenigstens eine Kamerasystem derart über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung synchronisiert werden, sodass das wenigstens eine

spektrale Abbild und das wenigstens eine optische Abbild des wenigstens einen Objektes mit einem zeitlichen Versatz von maximal 50 μs , vorzugsweise maximal 30 μs , und/oder einem räumlichen Versatz von maximal 10 mm, vorzugsweise maximal 6 mm, aufgenommen werden.

Der räumliche Versatz ist hierbei bezogen auf eine relative Verschiebung der Abbildungsbereiche des wenigstens einen Multispektralsensors und das wenigstens einen Kamerasystem zweier aufeinanderfolgenden Abbilder, wobei die Abbildungsbereiche im Allgemeinen durch eine Beabstandung der Anordnung relativ zu dem wenigstens einen Objekt unter Berücksichtigung des Betrachtungswinkels der Anordnung bedingt sind. Alternativ kann der räumliche Versatz in einer parallelen Bewegung des Grundkörpers relativ zu dem wenigstens einen Objekt zwischen einem spektralen Abbild und einem optischen Abbild angesehen werden, wobei der räumliche Versatz zu Analyse Zwecke zur Identifikation des wenigstens einen Objektes bei Geschwindigkeiten unterhalb von 50 km/h, vorzugsweise unterhalb 30 km/h vernachlässigt werden kann und insbesondere ein identischer Betrachtungswinkel vorgesehen sein kann.

Insbesondere im Einsatz der Anordnung bei landwirtschaftlichen Geräten, welche übliche Fahrtgeschwindigkeiten zwischen 20 km/h und 30 km/h aufweisen, und Blitzdauern der wenigstens einen Blitzvorrichtung im Bereich von 5 μs und 40 μs ist bei identischem Betrachtungswinkel des wenigstens einen Kamerasystems und des wenigstens einen Multispektralsensor ein räumlicher Versatz der vom Objekt aufgenommenen spektralen und optischen Abbilder vernachlässigbar und kann unter 5 mm gehalten werden.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass wenigstens ein Aktuator, vorzugsweise einer landwirtschaftlichen Maschine, besonders bevorzugt durch die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung, in Abhängigkeit der Analyse der wenigstens einen Auswertungseinrichtung über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild des wenigstens einen Objektes angesteuert wird.

Der wenigstens eine Aktuator kann beispielsweise in einer Sprühvorrichtung, einer Erntevorrichtung und/oder einer Ventilanordnung vorliegen.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass das wenigstens eine Kamerasystem ein Aspektverhältnis ungleich 1:1, vorzugsweise von 5:3, aufweist, und die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung einen Abbildungsbereich, vorzugsweise von mindestens 300 mm, besonders bevorzugt mindestens 500 mm, des wenigstens einen Kamerasystems in Teilbereiche unterteilt, wobei der wenigstens einen Auswertungseinrichtung sequentiell Teilbereiche des Abbildungsbereiches – als optische Abbilder – zur Auswertung weitergeleitet werden, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass Teilbereiche des Abbildungsbereiches, vorzugsweise durch eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung, unterschiedlich, vorzugsweise in Weiß, RGB und/oder UV, beleuchtet werden.

Durch eine Aufteilung des Abbildungsbereiches in Teilbereiche – insbesondere durch die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung an das wenigstens einen Kamerasystem – können die Teilbereiche in der Weiterverarbeitung bei der Analyse der wenigstens einen optischen Abbildung unter variierenden Belichtungsverhältnissen analysiert werden. Zudem ist eine besonders effiziente Analyse des wenigstens einen optischen Abbildes möglich, da Teilbereiche der wenigstens einen Auswertungseinrichtung sequentiell weiterleitbar sind. Die Aufteilung und sequentielle Weiterleitung ist auch bei einem Aspektverhältnis von 1:1 möglich.

Die Teilbereiche können in analoger Weise zu einem Panoramabild, zusammengesetzt aus Teilabbildungen, erwirkt werden, wobei ein erster Teilbereich bereits von dem wenigstens einen Kamerasystem erfasst und weitergeleitet ist, ein daran anschließender Teilbereich erfasst wird und ein darauffolgender Teilbereich in weiterer Folge erfasst wird. Ein Aufsplitten des Abbildungsbereiches in Teilbereiche, wobei sich der Abbildungsbereich aus den Teilbereichen zusammensetzt, ist jedoch ebenfalls denkbar.

Der Abbildungsbereich des wenigstens einen Kamerasystems ist bevorzugt zweidimensional und umfasst eine minimale Längsausdehnung von 15 mm, insbesondere 300 mm, wobei besonders bevorzugt zumindest 2 Megapixel oder 4 Megapixel zur Erfassung des wenigstens einen optischen Abbildes genutzt werden.

Der Abbildungsbereich eines Multispektralsensors umfasst bevorzugt eine minimale Längsausdehnung von 15 mm, wobei der Abbildungsbereich einer Vielzahl an Multispektralsensoren besonders bevorzugt entlang einer Geraden mit einer minimalen Längsausdehnung von 60 mm umfasst. Beispielsweise kann eine Anordnung einer Vielzahl an Multispektralsensoren in einer Dimension eine Abbildung eines linearen Bereiches von 500 mm abdecken, wobei zum Beispiel zwei Gruppen an Multispektralsensoren entlang dieses linearen Bereiches über den jeweilig zugeordneten Abbildungsbereich spektral abbilden.

In Bezug auf die Anordnung haben sich folgende Aspekte als besonders günstig für die Identifikation des wenigstens einen Objektes erwiesen:

Als günstig hat sich erwiesen, dass der wenigstens eine Multispektralsensor während einem Betrieb der Anordnung im Wesentlichen immer aktiv ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung durch den wenigstens einen Multispektralsensor fortwährend spektrale Abbilder eines Untergrundes und/oder des wenigstens einen Objektes aufnehmbar sind.

Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass das wenigstens eine Kamerasystem und/oder der wenigstens eine Multispektralsensor derart relativ zu einem Untergrund angeordnet ist, dass ein Abbildungsbereich des wenigstens einen Kamerasystems und/oder des wenigstens einen Multispektralsensors eine Ausdehnung in einer Dimension von zumindest 300 mm, vorzugsweise zumindest 500 mm aufweist.

In einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass das wenigstens eine Kamerasystem ein Aspektverhältnis ungleich 1:1, vorzugsweise von 5:3, aufweist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die wenigstens eine Steuerungs- und/oder

Regelungseinrichtung dazu eingerichtet ist, einen Abbildungsbereich des wenigstens einen Kamerasystems in Teilbereiche zu unterteilen und der wenigstens einen Auswertungseinrichtung Teilbereiche sequentiell zur Auswertung weiterzuleiten.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass Teilbereiche des Abbildungsbereiches unterschiedlich, vorzugsweise durch wenigstens eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung und/oder in Weiß, RGB und/oder UV, beleuchtbar sind.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der wenigstens eine Multispektralsensor wenigstens eine Totalreflexionslinse umfasst.

Ist wenigstens eine Totalreflexionslinse vorgesehen, ist bevorzugt vorgesehen, dass die wenigstens eine Totalreflexionslinse zwei über eine, vorzugsweise konvex gekrümmte, Mantelfläche verbundene Deckflächen umfasst, wobei zwischen der ersten Deckfläche und der zweiten Deckfläche wenigstens eine an die erste Deckfläche angrenzende und in Richtung der zweiten Deckfläche weisende Aussparung angeordnet ist, wobei die wenigstens eine Aussparung zumindest zwei in Richtung der zweiten Deckfläche weisende und voneinander gesonderte Grenzflächenabschnitte, vorzugsweise Facetten, zur Brechung von Licht in Richtung der Mantelfläche aufweist.

Vorteilhafter Weise ist vorgesehen, dass wenigstens ein Grundkörper vorgesehen ist, wobei zumindest zwei Gruppen aus wenigstens einem Multispektralsensor, vorzugsweise zu je vier Multispektralsensoren, an dem Grundkörper angeordnet sind und zwischen den zumindest zwei Gruppen das wenigstens eine Kamerasystem und/oder wenigstens eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung, vorzugsweise LED-Blitzvorrichtung, besonders bevorzugt nebeneinander in einer Reihe, angeordnet ist.

Als günstig hat sich erwiesen, dass der wenigstens eine Grundkörper, der wenigstens eine Multispektralsensor, das wenigstens eine Kamerasystem und/oder die wenigstens eine Blitzvorrichtung in Richtung eines Untergrundes mit einem

Betrachtungswinkel, vorzugsweise zwischen 5° und 15° , relativ zu einer Lotrechten auf den Untergrund ausgerichtet ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass der Betrachtungswinkel, besonders bevorzugt automatisch, vergrößerbar und/oder verkleinerbar ist und/oder der Betrachtungswinkel des wenigstens einen Kamerasystems im Wesentlichen identisch zu dem Betrachtungswinkel des wenigstens einen Multispektralsensors ist oder von dem Betrachtungswinkel des wenigstens einen Multispektralsensors abweicht.

Im Allgemeinen kann der Betrachtungswinkel zwischen 0° und 45° liegen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass wenigstens eine Beleuchtungsvorrichtung vorgesehen ist, welche den wenigstens einen Multispektralsensor umfasst und wobei die wenigstens eine Beleuchtungsvorrichtung zumindest zwei Lichtquellen, vorzugsweise Leuchtdioden, und die wenigstens eine Totalreflexionslinse zur Fokussierung von Licht der zumindest zwei Lichtquellen auf einen der Lichtquellen gemeinsamen Abbildungsbereich umfasst, wobei durch den wenigstens einen Multispektralsensor das von den zumindest zwei Lichtquellen der wenigstens einen Beleuchtungsvorrichtung emittierte und von dem wenigstens einen Objekt reflektierte Licht elektromagnetisch detektierbar ist.

Bevorzugt ist die wenigstens eine Beleuchtungsvorrichtung als Beleuchtungsoptik und/oder Beleuchtungsmodul ausgebildet, wobei besonders bevorzugt aktive und/oder passive optischen Bauteilkomponenten von der wenigstens einen Beleuchtungsvorrichtung umfasst sind.

Bevorzugt detektiert auch das wenigstens eine Kamerasystem das von der wenigstens einen Blitzvorrichtung und/oder der wenigstens einen Beleuchtungsvorrichtung emittierte Licht nach Reflexion an dem wenigstens einen Objekt elektromagnetisch, wobei das wenigstens eine Kamerasystem beispielsweise wenigstens einen CCD-Chip und/oder wenigstens einen CMOS-Chip umfassen kann.

Eine vorteilhafte Variante besteht darin, dass das wenigstens eine Kamerasystem wenigstens eine Blitzvorrichtung, vorzugsweise wenigstens eine von dem wenigstens einen Kamerasystem räumlich gesonderte LED-Blitzvorrichtung, umfasst, wobei das wenigstens eine Objekt durch die wenigstens eine Blitzvorrichtung zur optischen Abbildung über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung mit einer Blitzdauer im Bereich zwischen $10\ \mu\text{s}$ und $1000\ \mu\text{s}$, vorzugsweise zwischen $20\ \mu\text{s}$ und $400\ \mu\text{s}$, beleuchtbar ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine spektrale Abbild mit einem zeitlichen Versatz von maximal $50\ \mu\text{s}$, vorzugsweise maximal $30\ \mu\text{s}$, und/oder einem räumlichen Versatz von maximal $10\ \text{mm}$, vorzugsweise maximal $6\ \text{mm}$, aufzunehmen.

Besonders bevorzugt ist, dass die wenigstens eine Auswertungseinrichtung dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine spektrale Abbild, vorzugsweise über einen Suchalgorithmus, mit einer Vielzahl an in einer Datenbank hinterlegten Datensätzen zu vergleichen, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass geometrische Daten, besonders bevorzugt Konturen, des wenigstens einen spektralen Abbildes für den Datenabgleich nutzbar sind.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Auswertungseinrichtung dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine optische Abbild, vorzugsweise zusammen mit dem wenigstens einen spektralen Abbild, über einen Mustererkennungsalgorithmus einem Objekt einer Bilddatenbank zuzuordnen.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die Anordnung wenigstens einen Aktuator, vorzugsweise einer landwirtschaftlichen Maschine, umfasst, wobei der wenigstens eine Aktuator in Abhängigkeit der Analyse der wenigstens einen Auswertungseinrichtung über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild des wenigstens einen Objektes, vorzugsweise durch die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung, angesteuert wird.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass wenigstens ein Linienlaser vorgesehen ist, mit welchem eine Höhe des

wenigstens einen Objektes, vorzugsweise in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse und/oder während der Aufnahme des wenigstens einen optischen Abbildes und/oder über die wenigstens eine Auswertungseinrichtung, bestimmt wird, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Höhe über Triangulation und/oder einem Versatz von an dem wenigstens einen Objekt und/oder einem Untergrund reflektiertem Licht ermittelt wird.

Dadurch ist durch die Anordnung und/oder über das Verfahren ein weiterer nützlicher Parameter bestimmbar, welcher beispielsweise Aufschluss über ein Wachstum des wenigstens einen Objektes geben kann und insbesondere für eine Überwachung eines zeitlichen Verlaufes der Höhe des wenigstens einen Objektes genutzt werden kann.

Die Merkmale der Verfahrensansprüche sind auf die Vorrichtungsansprüche anwendbar und vice versa.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele im Folgenden näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 eine landwirtschaftliche Maschine mit zwei Anordnungen zur Durchführung eines Verfahrens zur Identifikation eines Objektes in einer schematischen Ansicht von oben,
- Fig. 2 eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel während der Aufnahme eines spektralen Abbildes und eines optischen Abbildes in einer perspektivischen Darstellung,
- Fig. 3 eine Beleuchtungsvorrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform mit zwei Multispektralsensoren für eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens in einer perspektivischen Schnittdarstellung,

- Fig. 4 eine Totalreflexionslinse für die Beleuchtungsvorrichtung gemäß der Ausführungsform nach Fig. 3 in einer Ansicht von oben sowie einer Schnittdarstellung,
- Fig. 5a, 5b ein durch die Anordnung gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 zu identifizierendes Objekt in Form einer Pflanze vor und während einem Prozess einer Mustererkennung/Musterzuordnung,
- Fig. 6 einen Linienlaser zur Bestimmung einer Höhe des zu identifizierenden Objektes.

Fig. 1 zeigt eine landwirtschaftliche Maschine 15 mit zwei Aktuatoren 14, welche zur Behandlung von Pflanzen eingesetzt werden und ein Verfahren zur Identifikation von Objekten 1 in Form von Pflanzen über zwei Anordnungen 18 nutzen. Die Anordnung 18 ist in Fig. 2 ersichtlich, wobei durch die Anordnung 18 eine Vielzahl an Multispektralsensoren 2 in Form von Photodioden mit aktiver Beleuchtung, ein optisches Kamerasystem 3 mit Blitzvorrichtung 7 als aktive Beleuchtung, eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4 und eine Auswertungseinrichtung 5 umfasst sind, wobei chronologisch

- der Multispektralsensor 2 simultan ein spektrales Abbild dreier voneinander verschiedener Wellenlängenbereichen des Objektes 1 oder des Untergrundes 8 aufnimmt,
- das Objekt 1 durch die Auswertungseinrichtung 5 über das durch den Multispektralsensor 2 aufgenommene spektrale Abbild des Objektes 1 oder des Untergrundes 8 voranalysiert,
- das Kamerasystem 3 über die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4 in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse des Objektes 1 ein optisches Abbild des Objektes 1 aufnimmt und in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse das Objekt 1 über das spektrale Abbild und das optische Abbild über die Auswertungseinrichtung 5 analysiert wird.

Im Allgemeinen kann jedoch auch lediglich das optische Abbild oder das spektrale Abbild genutzt werden. Die Aktuatoren 14 werden durch die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4 in Abhängigkeit der Analyse der Auswertungseinrichtung 5 über das spektrale Abbild und das optische Abbild des Objektes 1 angesteuert. Die

Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4 oder die Auswertungseinrichtung 5 kann eine Vielzahl an Modulen für je eigene Aufgabenbereiche umfassen. Die Aktuatoren 14 sind von den Anordnungen 18 räumlich beabstandet, wobei dies nicht zwingend erforderlich ist.

Fig. 2 zeigt die Anordnung 18 zur Durchführung des Verfahrens mit acht in zwei Gruppen zu je vier Multispektralsensoren 2, einem Kamerasystem 3 mit der neben dem Kamerasystem 3 angeordneten Blitzvorrichtung 7 sowie einer mit den Multispektralsensoren 2, dem Kamerasystem 3 und Blitzvorrichtung 7 kabelleitend verbundenen Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4 und Auswertungseinrichtung 5, wobei die Verbindung der Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4 oder der Auswertungseinrichtung 5 auch kabellos und/oder via Funksignal vorliegen kann. Eine Kamera ist integraler Bestandteil des Kamerasystems 3, wohingegen die Blitzvorrichtung 7 extern dem Kamerasystem 3 zugeordnet ist. Eine integrale Blitzvorrichtung 7 des Kamerasystems 3 ist jedoch ebenfalls möglich.

In der Anordnung 18 ist ein Grundkörper 10 vorgesehen, wobei zwei Gruppen 26 aus Multispektralsensoren 2 an dem Grundkörper 10 angeordnet sind und zwischen den zwei Gruppen 26 das Kamerasystem 3 und eine Blitzvorrichtung 7 in Form einer LED-Blitzvorrichtung angeordnet ist.

Die Auswertungseinrichtung 5 vergleicht die spektralen Abbilder über einen Suchalgorithmus mit einer Vielzahl an in einer Datenbank 9 hinterlegten Datensätzen. Die Verbindung mit der Datenbank 9 ist in diesem Ausführungsbeispiel kabellos ausgestaltet, wobei dies nicht zwingend erforderlich ist, da beispielsweise auch eine Datenbank 9 an der Anordnung 18 angeordnet sein kann. Die Datenbank 9 kann beispielsweise in einem Bordcomputer eines Führerhauses eines Traktors eingespielt sein oder räumlich vom Traktor gesondert sein. Es werden geometrische Daten in Form von Konturen und spektralen Informationen der spektralen Abbilder für den Datenabgleich genutzt, wobei die Auswertungseinrichtung 5 zum Abgleich unter Zuhilfenahme eines Suchalgorithmus dementsprechend programmiert ist.

Der Grundkörper 10 weist eine Längserstreckung auf, wobei die Längserstreckung des Grundkörpers 10 orthogonal zu einer Bewegungsrichtung (indiziert durch einen Pfeil) relativ zu dem Untergrund 8 und den zu identifizierenden Objekten 1 angeordnet ist. Die Multispektralsensoren 2 und das Kamerasystem 3 sind entlang der Längserstreckung nebeneinander angeordnet.

Die Blitzvorrichtung 7 wird zur optischen Abbildung des Objektes 1 (vgl. Fig. 5a und Fig. 5b) für ein begrenztes Zeitintervall über den Abbildungszeitraum genutzt, wobei bei dieser Ausführungsform eine Blitzdauer von 20 μs zur Belichtung verwendet wird.

Während der Aufnahme der optischen Abbilder wird die Blitzvorrichtung 7 als von dem Kamerasystem 3 räumlich gesonderte LED-Blitzvorrichtung zur aktiven Belichtung genutzt, wobei im Allgemeinen auch eine integral mit dem Kamerasystem 3 verbundene Blitzvorrichtung 7 verwendet werden kann.

Der Multispektralsensor 2, das Kamerasystem 3 und die Blitzvorrichtung 7 sind an dem Grundkörper 10 angeordnet, wobei die Multispektralsensoren 2 das spektrale Abbild und das Kamerasystem 3 das optische Abbild in Richtung eines Untergrundes 8 mit einem Betrachtungswinkel 11 von 15° relativ zu einer Lotrechten 12 auf den Untergrund 8 aufnehmen. Der Betrachtungswinkel 11 kann automatisch individuell oder gemeinsam für die Multispektralsensoren 2 und das Kamerasystem 3 vergrößert und verkleinert werden, wobei der Betrachtungswinkel 11 des Kamerasystems 3 identisch zu dem Betrachtungswinkel 11 des Multispektralsensors 2 ist.

Das spektrale Abbild und das optische Abbild können gleichzeitig aufgenommen werden, wobei die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4 dazu eingerichtet ist, spektrale Abbilder mit einem zeitlichen Versatz von 20 μs – bedingt beispielsweise durch die Belichtungsdauer der Blitzvorrichtung 7 von 20 μs – relativ zu der Aufnahme von optischen Abbildern unter einem räumlichen Versatz 13 von maximal 5 mm aufzunehmen. Bei einer Bewegungsgeschwindigkeit der Anordnung 18 relativ zu dem Untergrund 8 ist dieser räumliche Versatz 13 zum Zwecke der Analyse jedoch unerheblich, sodass eine angedeutete Korrektur des

Betrachtungswinkels 11 das Kamerasystem 3 relativ zu dem Betrachtungswinkel 11 der Multispektralsensoren 2 auch bei einer sequentiellen Aufnahme von Abbildern nicht kompensiert werden muss.

Die Multispektralsensoren 2 und das Kamerasystem 3 sind derart über die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4 synchronisiert, sodass das optische Abbild mit einem zeitlichen Versatz von maximal 30 μs – bedingt beispielsweise durch die Voranalyse des spektralen Abbildes – und einem räumlichen Versatz 13 von maximal 5 mm aufgenommen wird.

Das Kamerasystem 3 weist ein Aspektverhältnis von 5:3, auf, welches korrespondierend im Abbildungsbereich ersichtlich ist. Über die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4 wird der zweidimensionale Abbildungsbereich 16 des Kamerasystems 3 mit einer Ausdehnung von 500 mm zu 300 mm in zwei äquidistante Teilbereiche 17 unterteilt, wobei der Auswertungseinrichtung 5 sequentiell Teilbereiche 17 des Abbildungsbereiches 16 zur Auswertung transferiert werden. Teilbereiche 17 des Abbildungsbereiches 16 können beispielsweise über die Blitzvorrichtung 7 oder gesonderte Belichtungsvorrichtungen in Weiß, RGB oder UV beleuchtet werden. Von der Unterteilung und variierenden Belichtung kann jedoch auch abgesehen werden, wobei besonders bevorzugt weißes Blitzlicht zur Ausblendung von Sonnenlicht oder Streulicht verwendet wird.

Die Ansteuerung der Bauteilkomponenten und Weiterleitung von digitalen Informationen erfolgt über die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4 durch eine geeignete Programmierung der Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4.

Fig. 3 zeigt eine Beleuchtungsvorrichtung 27 für die Multispektralsensoren 2, wobei bei diesem Ausführungsbeispiel der Beleuchtungsvorrichtung 27 zwei Multispektralsensoren 2 umfasst. Die Anzahl an Multispektralsensoren 2 ist jedoch im Allgemeinen beliebig. Die Beleuchtungsvorrichtung 27 umfasst eine LED-Lichtquelle in Form einer Leuchtdiode, welche drei Lichtquellen 28 umfasst. Die Lichtquellen 28 umfassen eine Primärlinse, wobei Licht der Lichtquellen 28 in eine von der Primärlinse gesonderte Totalreflexionslinse 20 zur Fokussierung von Licht der

Lichtquellen 28 auf einen der Lichtquellen 28 gemeinsamen Abbildungsbereich 16 eintritt.

Vor Eintritt von am Objekt 1 reflektierten Licht ist eine Empfängerlinse 29 vorgesehen, wobei zwischen der Empfängerlinse 29 und dem Multispektralsensor 2 ein Filter 30 angeordnet ist. Durch den Multispektralsensor 2 wird das von den drei Lichtquellen 28 der Beleuchtungsvorrichtung 27 emittierte und von dem Objekt 1 reflektierte Licht elektromagnetisch detektiert, wobei eine exakte spektrale Analyse trotz seitlicher Beabstandung der Lichtquellen 28 von einer optischen Achse der Totalreflexionslinse 20 gewährleistet wird.

Die Beleuchtungsvorrichtung 27 umfasst die Totalreflexionslinse 20, wobei die Totalreflexionslinse 20 zwei über eine konvex gekrümmte Mantelfläche 21 verbundene Deckflächen 22, 23 aufweist. Zwischen der ersten Deckfläche 22 und der zweiten Deckfläche 23 ist eine an die erste Deckfläche 22 angrenzende und in Richtung der zweiten Deckfläche 23 weisende Aussparung 24 angeordnet. Die Aussparung 24 weist eine Vielzahl an in Richtung der zweiten Deckfläche 23 weisende und voneinander gesonderte Grenzflächenabschnitte 25 in Form von sich in Richtung der ersten Deckfläche verbreiternde zur Brechung von Licht in Richtung der Mantelfläche 21 auf. Die Grenzflächenabschnitte 25 sind planar ausgebildet.

Für die Aufnahme der spektralen Abbilder wird eine LED-Beleuchtungsquelle 6 umfassend mehrere Lichtquellen zur aktiven Belichtung genutzt, wobei Licht im Infrarotbereich und Nahinfrarotbereich in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen gleichzeitig emittierbar ist.

Fig. 4 zeigt eine Totalreflexionslinse 20, welche zusammen mit dem Multispektralsensor 2 zur Aufnahme von spektralen Abbildern genutzt werden kann, wobei der Multispektralsensor 2 während einem Betrieb der Anordnung 18 fortlaufend aktiv ist, seine eigene Belichtung umfasst und kontinuierlich spektrale Abbilder des Untergrundes 8 oder der Objekte 1 aufnimmt.

Die Totalreflexionslinse 20 umfasst zwei über eine konvexe Mantelfläche 21 verbundene Deckflächen 22, 23, wobei zwischen der ersten Deckfläche 22 und der zweiten Deckfläche 23 eine an die erste Deckfläche 22 angrenzende und in Richtung der zweiten Deckfläche 23 weisende Aussparung 24 angeordnet ist, wobei die Aussparung 24 eine Vielzahl in Richtung der zweiten Deckfläche 23 weisende und voneinander gesonderte planare Grenzflächenabschnitte 25 in Form von Facetten zur Brechung von Licht in Richtung der Mantelfläche 21 zur spektralen Abbildung aufweist.

Um ein Entformen der aus Glas oder Kunststoff in Form eines Spritzgussteiles vorliegenden Totalreflexionslinse 20 zu erleichtern, verbreitern sich die Grenzflächenabschnitte 25 in Richtung der ersten Deckfläche 22.

Mit der planaren zweiten Deckfläche 23 ist eine asphärische Linse stoffschlüssig verbunden.

Fig. 5a und Fig. 5b veranschaulichen die Analyse anhand eines optischen Abbildes des Objektes 1 in Form einer Pflanze, welche durch das Kamerasystem 3 aufgenommen wurde, nachdem zumindest ein Multispektralsensor 2 das Objekt 1 als vom Untergrund 8 zu unterscheidendes und zu analysierendes Objekt 1 identifizierte. Die Anordnung 18 und das Verfahren zur Identifikation des Objektes sind daher am Exempel der Pflanzenerkennung und Untergrunderkennung gezeigt. Diese Identifizierung erfolgt im Zuge der Voranalyse durch die Auswertungseinrichtung 5, wobei anschließend die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 4 das Kamerasystem 3 zum optischen Abbilden initiiert.

Die Auswertungseinrichtung 5 ist dazu eingerichtet, das optische Abbild zusammen mit spektralen Abbildern oder isoliert über einen Mustererkennungsalgorithmus einem Objekt 1 einer Bilddatenbank zuzuordnen. Hierzu wird ausgehend von Fig. 5a die Kontur respektive Geometrie des Objektes 1 identifiziert, wie in Fig. 5b durch punktierte Linien um Teilbereiche des Objektes 1 ersichtlich ist. Unter Zuhilfenahme einer Farbgebung des Objektes 1 und gegebenenfalls spektraler Informationen kann das Objekt 1 mit einem kategorisierten Objekt 1 der Bilddatenbank durch die

Auswertungseinrichtung in Verbindung gebracht werden. In weiterer Folge können Aktuatoren 14 automatisch auf Basis der Identifikation des Objektes 1 angesteuert werden. Das Objekt 1 kann alternativ oder in Ergänzung über eine Visualisierungsvorrichtung angezeigt werden.

Fig. 6 zeigt einen Linienlaser 31, welcher an der Anordnung 18 und/oder während des Verfahrens in Ergänzung genutzt werden kann. Über den Linienlaser 31 ist eine Höhe des Objektes 1 in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse oder während der Aufnahme des optischen Abbildes und über die wenigstens eine Auswertungseinrichtung 5 bestimmbar. Die Höhe 33 ist über Triangulation und einem Versatz 32 von an dem wenigstens einen Objekt 1 oder dem Untergrund 8 reflektiertem Licht ermittelbar.

Es ist auch möglich, Höhen 33 von Teilbereichen des Objektes 1 über eine Analyse von an Teilbereichen des Objektes 1 reflektiertem Licht des Linienlasers 31 zu ermitteln.

Die Triangulation über den Versatz 32 des reflektierten Lichtes kann wie folgt erfolgen: Eine Laserlinie wird in schrägem Winkel auf die Oberfläche des Objektes 1 gerichtet. Dort trifft sie auf die Oberfläche auf und erzeugt eine sichtbare Linie. In Bereichen nebenan, wo das Objekt 1 niedriger ist, trifft der Strahl versetzt auf. Insbesondere mit dem Kamerasystem 3 kann dieser Linienversatz der hellen Laserlinien im optischen Abbild bestimmt werden. Ist der Winkel zwischen Kamerasystem 3 und Linienlaser 31 bekannt, kann mithilfe von Trigonometrie die Höhe 33 des Objektes 1 oder Höhe 33 eines Teiles des Objektes 1 berechnet werden. Bei flachen Einstrahlwinkeln des Linienlasers 31 erzeugen bereits kleine Höhenunterschiede einen hohen Versatz 32. Die Ermittlung der Höhe 33 kann diskret oder kontinuierlich erfolgen, wobei im Falle einer Abfolge von Höhen 33 ein dreidimensionales Abbild des Objektes 1 erstellt werden kann.

Innsbruck, am 22. September 2021

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Identifikation wenigstens eines Objektes (1), insbesondere Pflanze, durch wenigstens eine Anordnung (18) aus
 - wenigstens einem Multispektralsensor (2), insbesondere Photodiode,
 - wenigstens einem, insbesondere optischen, Kamerasystem (3),
 - wenigstens einer Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) und
 - wenigstens einer Auswertungseinrichtung (5),gekennzeichnet durch die, vorzugsweise in chronologischer Reihenfolge durchzuführenden, Verfahrensschritte:
 - der wenigstens eine Multispektralsensor (2) nimmt simultan wenigstens ein spektrales Abbild zumindest zweier voneinander verschiedener Wellenlängenbereiche des wenigstens einen Objektes (1) auf,
 - das wenigstens eine Objekt (1) wird durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) über das wenigstens eine durch den wenigstens einen Multispektralsensor (2) aufgenommene spektrale Abbild des wenigstens einen Objektes (1) voranalysiert,
 - in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse des wenigstens einen Objektes (1) wird über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) wenigstens ein optisches Abbild des wenigstens einen Objektes (1) durch das wenigstens eine Kamerasystem (3) aufgenommen,
 - die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) analysiert das wenigstens eine Objekt (1) über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei während der Aufnahme des wenigstens einen spektralen Abbildes Infrarotlicht und/oder eine LED-Beleuchtungsquelle (6) und/oder während der Aufnahme des wenigstens einen optischen Abbildes eine Blitzvorrichtung (7), vorzugsweise wenigstens eine von dem wenigstens einen Kamerasystem (3) räumlich gesonderte LED-Blitzvorrichtung, zur aktiven Belichtung genutzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die wenigstens eine Blitzvorrichtung (7) zur optischen Abbildung das wenigstens eine Objekt (1) mit einer Blitzdauer im Bereich zwischen 10 μ s und 1000 μ s, vorzugsweise zwischen 20 μ s und 200 μ s, belichtet.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2) während einem Betrieb der Anordnung (18) im Wesentlichen immer aktiv ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass der wenigstens eine Multispektralsensor (2) fortwährend spektrale Abbilder eines Untergrundes (8) und/oder des wenigstens einen Objektes (1) aufnimmt und/oder wenigstens eine Totalreflexionslinse (20) umfasst, wobei die wenigstens eine Totalreflexionslinse (20) zwei über eine, vorzugsweise konvex gekrümmte, Mantelfläche (21) verbundene Deckflächen (22, 23) umfasst, wobei zwischen der ersten Deckfläche (22) und der zweiten Deckfläche (23) wenigstens eine an die erste Deckfläche (22) angrenzende und in Richtung der zweiten Deckfläche (23) weisende Aussparung (24) angeordnet ist, wobei die wenigstens eine Aussparung (24) zumindest zwei in Richtung der zweiten Deckfläche (23) weisende und voneinander gesonderte Grenzflächenabschnitte (25), vorzugsweise Facetten, zur Brechung von Licht in Richtung der Mantelfläche (21) aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) das wenigstens eine spektrale Abbild, vorzugsweise über einen Suchalgorithmus, mit einer Vielzahl an in einer Datenbank (9) hinterlegten Datensätzen vergleicht, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass geometrische Daten, besonders bevorzugt Konturen, des wenigstens einen spektralen Abbildes für den Datenabgleich genutzt werden.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) das wenigstens eine optische Abbild, vorzugsweise zusammen mit dem wenigstens einen spektralen Abbild, über

einen Mustererkennungsalgorithmus einem Objekt (1) einer Bilddatenbank zuordnet.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2), das wenigstens eine Kamerasystem (3) und/oder wenigstens eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung (7) an einem Grundkörper (10) angeordnet sind, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2) das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine Kamerasystem (3) das wenigstens eine optische Abbild in Richtung eines Untergrundes (8) mit einem Betrachtungswinkel (11), vorzugsweise zwischen 5° und 15° , relativ zu einer Lotrechten (12) auf den Untergrund (8) aufnimmt, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass der Betrachtungswinkel (11), besonders bevorzugt automatisch, vergrößert und/oder verkleinert wird und/oder der Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Kamerasystems (3) im Wesentlichen identisch zu dem Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Multispektralsensors (2) ist oder von dem Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Multispektralsensors (2) abweicht.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2) und das wenigstens eine Kamerasystem (3) derart über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) synchronisiert werden, sodass das wenigstens eine spektrale Abbild und das wenigstens eine optische Abbild des wenigstens einen Objektes (1) mit einem zeitlichen Versatz von maximal $50\ \mu\text{s}$, vorzugsweise maximal $30\ \mu\text{s}$, und/oder einem räumlichen Versatz (13) von maximal $10\ \text{mm}$, vorzugsweise maximal $6\ \text{mm}$, aufgenommen werden.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei wenigstens ein Aktuator (14), vorzugsweise einer landwirtschaftlichen Maschine (15), besonders bevorzugt durch die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4), in Abhängigkeit der Analyse der wenigstens einen Auswertungseinrichtung (5) über das wenigstens eine spektrale Abbild

und/oder das wenigstens eine optische Abbild des wenigstens einen Objektes (1) angesteuert wird.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das wenigstens eine Kamerasystem (3) ein Aspektverhältnis ungleich 1:1, vorzugsweise von 5:3, aufweist, und die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) einen Abbildungsbereich (16), vorzugsweise von mindestens 300 mm, besonders bevorzugt mindestens 500 mm, des wenigstens einen Kamerasystems (3) in Teilbereiche (17) unterteilt, wobei der wenigstens einen Auswertungseinrichtung (5) sequentiell Teilbereiche (17) des Abbildungsbereiches (16) zur Auswertung weitergeleitet werden, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass Teilbereiche (17) des Abbildungsbereiches (16), vorzugsweise durch eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung (7), unterschiedlich, vorzugsweise in Weiß, RGB und/oder UV, beleuchtet werden.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei wenigstens ein Linienlaser (31) vorgesehen ist, mit welchem eine Höhe (33) des wenigstens einen Objektes (1), vorzugsweise in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse und/oder während der Aufnahme des wenigstens einen optischen Abbildes und/oder über die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5), bestimmt wird, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Höhe (33) über Triangulation und/oder einem Versatz (32) von an dem wenigstens einen Objekt (1) und/oder einem Untergrund (8) reflektiertem Licht ermittelt wird.
12. Anordnung (18) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend
- wenigstens einen Multispektralsensor (2), insbesondere Photodiode,
 - wenigstens ein, insbesondere optische, Kamerasystem (3),
 - wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) und
 - wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5),
- dadurch gekennzeichnet, dass durch den wenigstens einen Multispektralsensor (2) simultan wenigstens ein spektrales Abbild zumindest

zweier voneinander verschiedener Wellenlängenbereiche des wenigstens einen Objektes (1), vorzugsweise Pflanze, aufnehmbar ist, die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine Objekt (1) über das wenigstens eine spektrale Abbild vorzuanalysieren und die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) und das wenigstens eine Kamerasystem (3) dazu ausgebildet sind, wenigstens ein optisches Abbild des wenigstens einen Objektes (1) durch das wenigstens eine Kamerasystem (3) in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse aufzunehmen, wobei durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) das wenigstens eine Objekt (1) über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild analysierbar ist.

13. Anordnung (18) nach Anspruch 12, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2) während einem Betrieb der Anordnung (18) im Wesentlichen immer aktiv ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) durch den wenigstens einen Multispektralsensor (2) fortwährend spektrale Abbilder eines Untergrundes (8) und/oder des wenigstens einen Objektes (1) aufnehmbar sind.
14. Anordnung (18) nach Anspruch 12 oder 13, wobei das wenigstens eine Kamerasystem (3) und/oder der wenigstens eine Multispektralsensor (2) derart relativ zu einem Untergrund (8) angeordnet ist, dass ein Abbildungsbereich (16) des wenigstens einen Kamerasystems (3) und/oder des wenigstens einen Multispektralsensors (2) eine Ausdehnung (19) in einer Dimension von zumindest 300 mm, vorzugsweise zumindest 500 mm aufweist.
15. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei das wenigstens eine Kamerasystem (3) ein Aspektverhältnis ungleich 1:1, vorzugsweise von 5:3, aufweist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) dazu eingerichtet ist, einen Abbildungsbereich (16) des wenigstens einen Kamerasystems (3) in

Teilbereiche (17) zu unterteilen und der wenigstens einen Auswertungseinrichtung (5) Teilbereiche (17) sequentiell zur Auswertung weiterzuleiten.

16. Anordnung (18) nach Anspruch 15, wobei Teilbereiche (17) des Abbildungsbereiches (16) unterschiedlich, vorzugsweise durch wenigstens eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung (7) und/oder in Weiß, RGB und/oder UV, beleuchtbar sind.
17. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 16, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2) wenigstens eine Totalreflexionslinse (20) umfasst, wobei die wenigstens eine Totalreflexionslinse (20) zwei über eine, vorzugsweise konvex gekrümmte, Mantelfläche (21) verbundene Deckflächen (22, 23) umfasst, wobei zwischen der ersten Deckfläche (22) und der zweiten Deckfläche (23) wenigstens eine an die erste Deckfläche (22) angrenzende und in Richtung der zweiten Deckfläche (23) weisende Aussparung (24) angeordnet ist, wobei die wenigstens eine Aussparung (24) zumindest zwei in Richtung der zweiten Deckfläche (23) weisende und voneinander gesonderte Grenzflächenabschnitte (25), vorzugsweise Facetten, zur Brechung von Licht in Richtung der Mantelfläche (21) aufweist.
18. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 17, wobei wenigstens ein Grundkörper (10) vorgesehen ist, wobei zumindest zwei Gruppen (26) aus wenigstens einem Multispektralsensor (2), vorzugsweise zu je vier Multispektralsensoren (2), an dem Grundkörper (10) angeordnet sind und zwischen den zumindest zwei Gruppen (26) des wenigstens eine Kamerasystems (3) und/oder wenigstens eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung (7), vorzugsweise LED-Blitzvorrichtung, angeordnet ist.
19. Anordnung (18) nach Anspruch 18, wobei der wenigstens eine Grundkörper (10), der wenigstens eine Multispektralsensor (2), das wenigstens eine Kamerasystem (3) und/oder die wenigstens eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung (7) in Richtung eines Untergrundes (8) mit einem

Betrachtungswinkel (11), vorzugsweise zwischen 5° und 15° , relativ zu einer Lotrechten (12) auf den Untergrund (8) ausgerichtet ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass der Betrachtungswinkel (11), besonders bevorzugt automatisch, vergrößerbar und/oder verkleinerbar ist und/oder der Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Kamerasystems (3) im Wesentlichen identisch zu dem Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Multispektralsensors (2) ist oder von dem Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Multispektralsensors (2) abweicht.

20. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 19 und Anspruch 17, wobei wenigstens eine Beleuchtungsvorrichtung (27) vorgesehen ist, welche den wenigstens einen Multispektralsensor (2) umfasst und wobei die wenigstens eine Beleuchtungsvorrichtung (27) zumindest zwei Lichtquellen (28), vorzugsweise Leuchtdioden, und die wenigstens eine Totalreflexionslinse (20) zur Fokussierung von Licht der zumindest zwei Lichtquellen (28) auf einen der Lichtquellen (28) gemeinsamen Abbildungsbereich (16) umfasst, wobei durch den wenigstens einen Multispektralsensor (2) das von den zumindest zwei Lichtquellen (28) der wenigstens einen Beleuchtungsvorrichtung (27) emittierte und von dem wenigstens einen Objekt (1) reflektierte Licht elektromagnetisch detektierbar ist.

21. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 20, wobei das wenigstens eine Kamerasystem (3) wenigstens eine Blitzvorrichtung (7), vorzugsweise wenigstens eine von dem wenigstens einen Kamerasystem (3) räumlich gesonderte LED-Blitzvorrichtung, umfasst, wobei das wenigstens eine Objekt (1) durch die wenigstens eine Blitzvorrichtung (7) zur optischen Abbildung über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) mit einer Blitzdauer im Bereich zwischen $10\ \mu\text{s}$ und $1000\ \mu\text{s}$, vorzugsweise zwischen $20\ \mu\text{s}$ und $400\ \mu\text{s}$, beleuchtbar ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine spektrale Abbild mit einem zeitlichen Versatz von maximal $50\ \mu\text{s}$, vorzugsweise maximal $30\ \mu\text{s}$, und/oder

einem räumlichen Versatz (13) von maximal 10 mm, vorzugsweise maximal 6 mm, aufzunehmen.

22. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 21, wobei die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine spektrale Abbild, vorzugsweise über einen Suchalgorithmus, mit einer Vielzahl an in einer Datenbank (9) hinterlegten Datensätzen zu vergleichen, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass geometrische Daten, besonders bevorzugt Konturen, des wenigstens einen spektralen Abbildes für den Datenabgleich nutzbar sind.
23. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 22, wobei die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine optische Abbild, vorzugsweise zusammen mit dem wenigstens einen spektralen Abbild, über einen Mustererkennungsalgorithmus einem Objekt (1) einer Bilddatenbank zuzuordnen.
24. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 23, wobei die Anordnung (18) wenigstens einen Aktuator (14), vorzugsweise einer landwirtschaftlichen Maschine (15), umfasst, wobei der wenigstens eine Aktuator (14) in Abhängigkeit der Analyse der wenigstens einen Auswertungseinrichtung (5) über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild des wenigstens einen Objektes (1), vorzugsweise durch die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4), angesteuert wird.
25. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 24, wobei wenigstens ein Linienlaser (31) vorgesehen ist, mit welchem eine Höhe des wenigstens einen Objektes (1), vorzugsweise in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse und/oder während der Aufnahme des wenigstens einen optischen Abbildes und/oder über die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5), bestimmbar ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Höhe (33) über

Triangulation und/oder einem Versatz (32) von an dem wenigstens einen Objekt (1) und/oder einem Untergrund (8) reflektiertem Licht ermittelbar ist.

26. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und/oder der Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 25 zur Pflanzenerkennung und/oder Untergrunderkennung.

Innsbruck, am 22. September 2021

Fig. 3

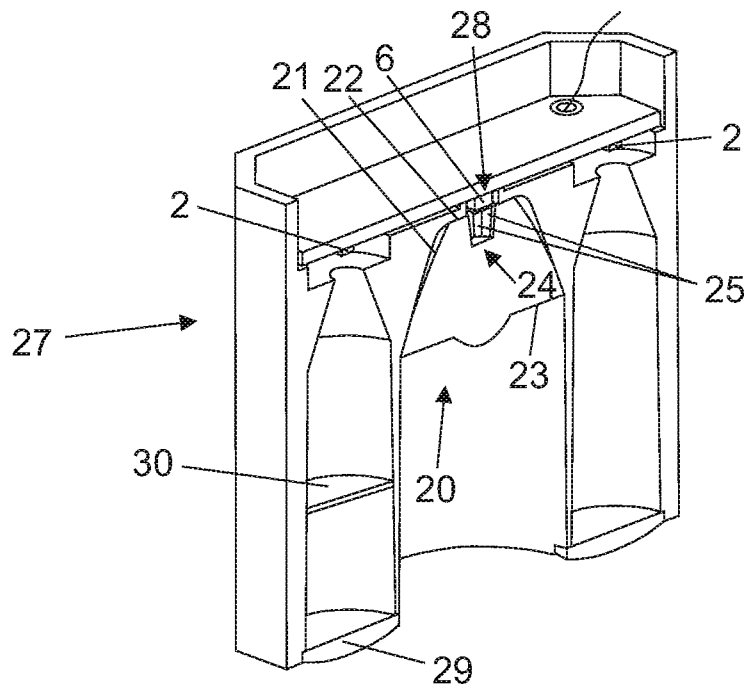


Fig. 4

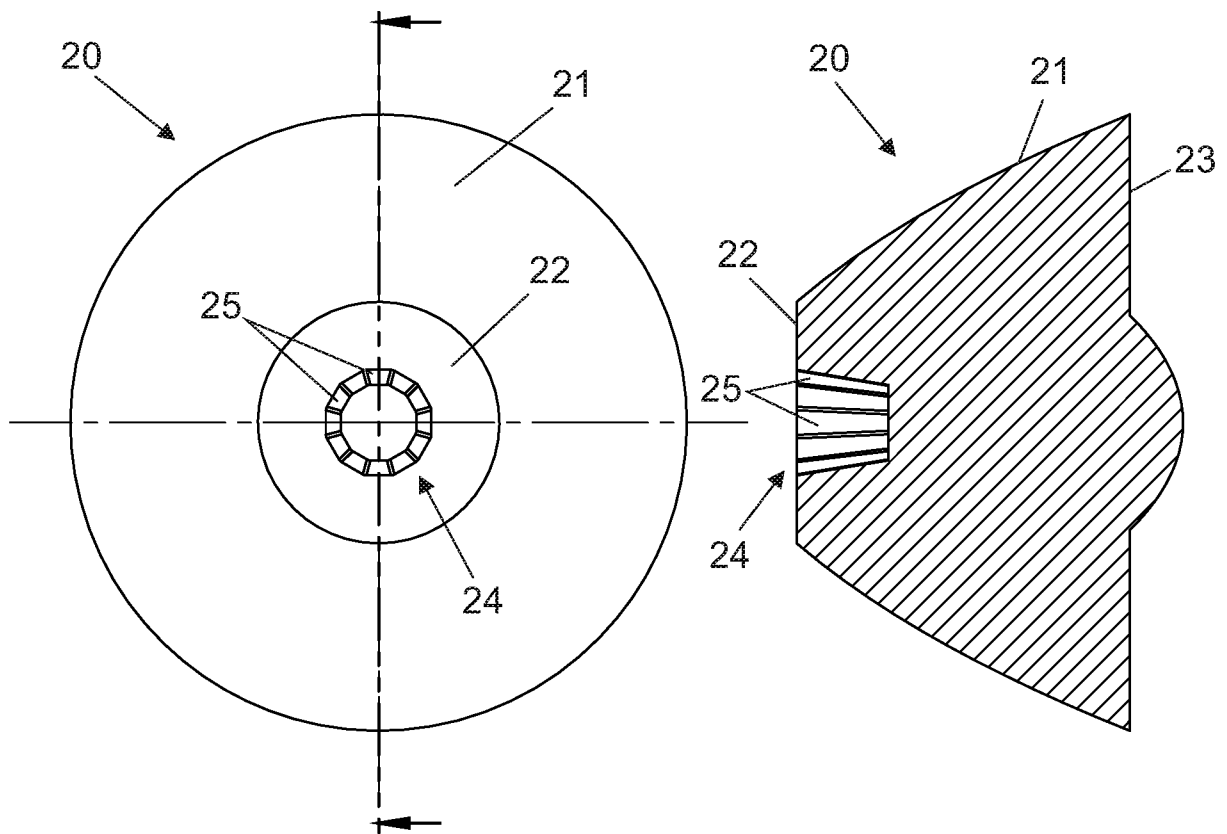


Fig. 5a

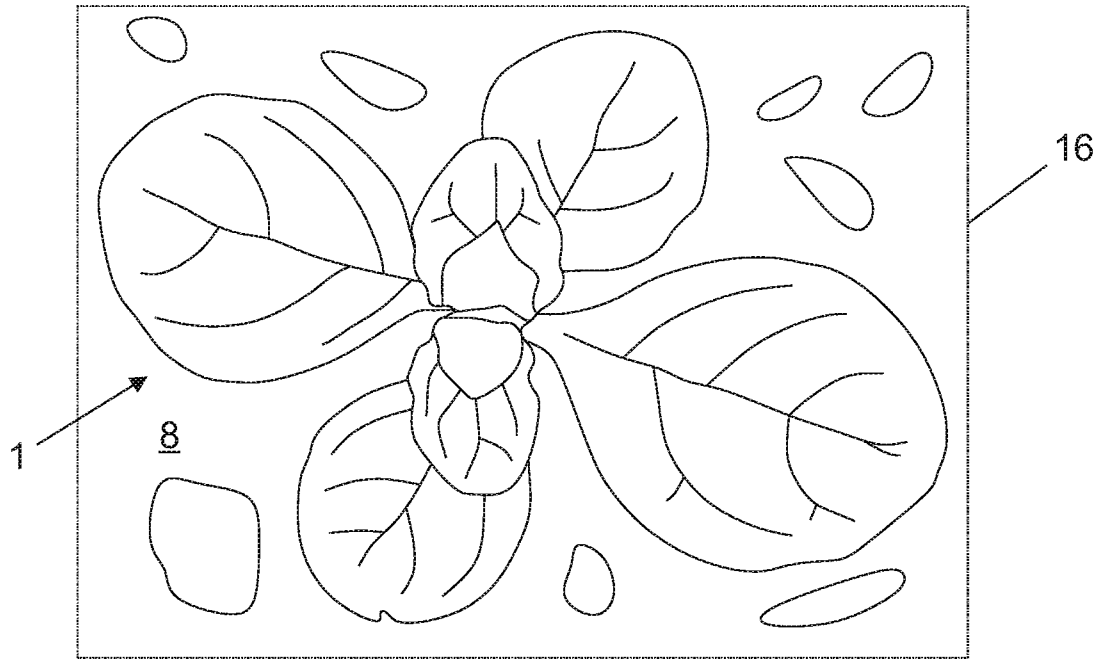


Fig. 5b

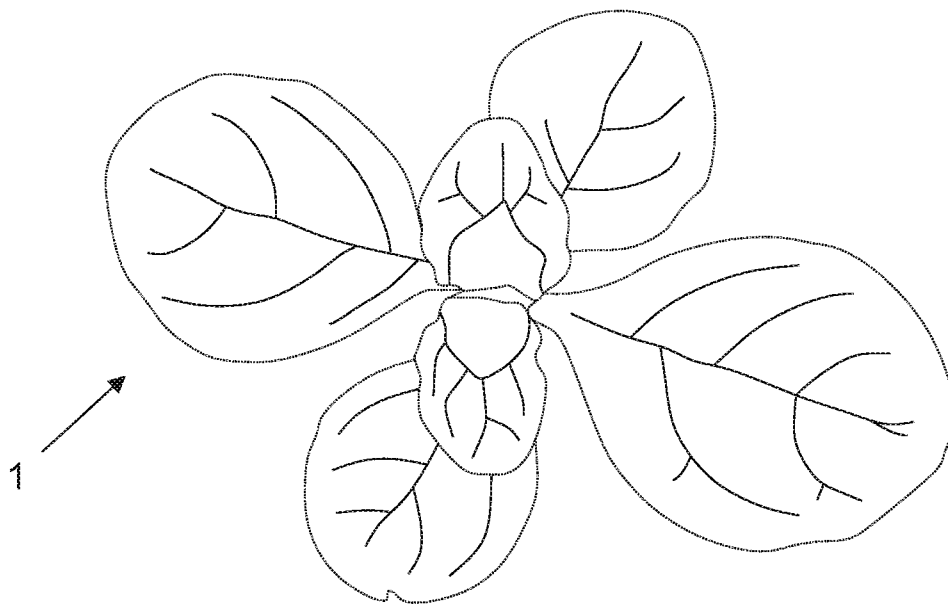
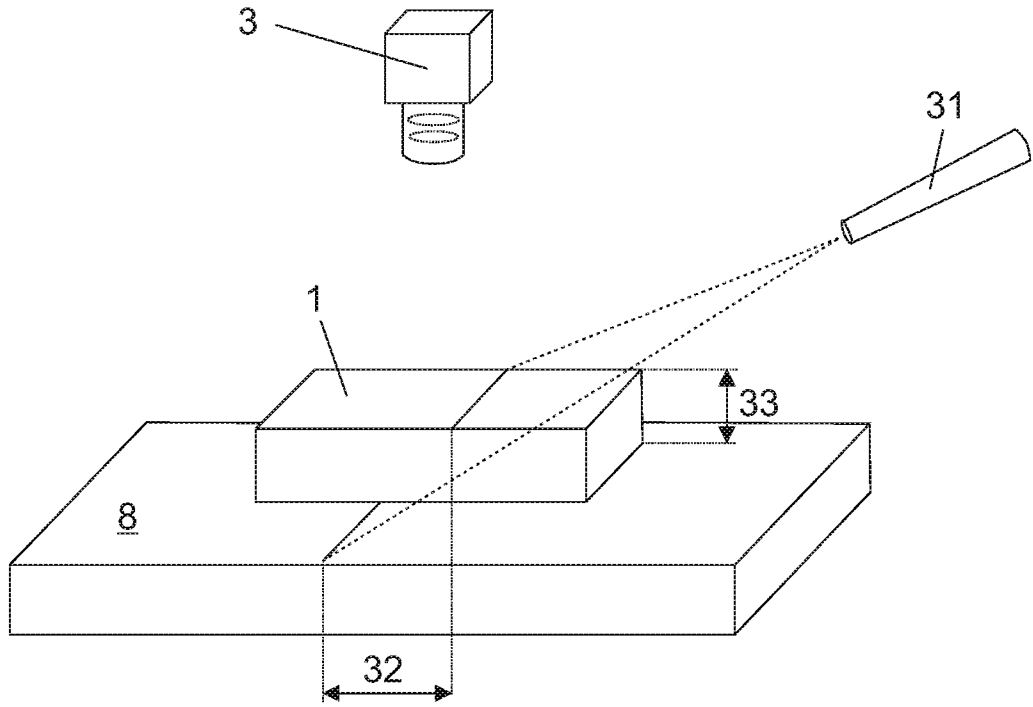


Fig. 6



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
G06V 20/10 (2022.01); G06K 9/00 (2006.01); A01D 75/00 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
G06V 20/194 (2022.01); G06V 20/188 (2022.01); G06K 9/00536 (2013.01); A01D 75/00 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
G06V, G06K, A01D

Konsultierte Online-Datenbank:
PATENW, EPODOC

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 23.09.2021 eingereichten Ansprüchen 1 - 26 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	CH 701808 A2 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 15. März 2011 (15.03.2011) Zusammenfassung; Fig. 1; Absätze [0013] - [0024], [[0027] - [0030]; Ansprüche 1, 4, 5	1 - 3, 5 - 19, 21 - 26
Y		4, 20
Y	WO 2013134369 A1 (FRAEN CORP [US]) 12. September 2013 (12.09.2013) Fig. 1A; Seite 6, 1. Absatz	4, 20
X	DE 102009039602 B3 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 07. April 2011 (07.04.2011) Zusammenfassung; Absätze [0014] - [0018]; [0036] - [0039]; [0042] - [0047];	1 - 3, 5 - 19, 21 - 26
A	US 5253302 A (MASSEN ROBERT [DE]) 12. Oktober 1993 (12.10.1993) Spalte 11, Zeilen 15 - 42	1 - 26
A	EP 2570968 A2 (DEERE & CO [US]) 20. März 2013 (20.03.2013) Zusammenfassung; Absätze [0007] - [0008]	1 - 26
A	DE 10016688 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE], ISA INDUSTRIELELEKTRONIK GMBH [DE]) 18. Oktober 2001 (18.10.2001) Zusammenfassung; Absätze [0011] - [0014], [0039]	1 - 26

Datum der Beendigung der Recherche: 05.07.2022 Seite 1 von 1 Prüfer(in): ENGLISCH Martin

^{*)} **Kategorien** der angeführten Dokumente:
X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.
A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Geänderte Patentansprüche:

1. Verfahren zur Identifikation wenigstens eines Objektes (1), insbesondere Pflanze, durch wenigstens eine Anordnung (18) aus
 - wenigstens einem Multispektralsensor (2), insbesondere Photodiode,
 - wenigstens einem, insbesondere optischen, Kamerasystem (3),
 - wenigstens einer Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) und
 - wenigstens einer Auswertungseinrichtung (5),
 gekennzeichnet durch die, vorzugsweise in chronologischer Reihenfolge durchzuführenden, Verfahrensschritte:
 - der wenigstens eine Multispektralsensor (2) nimmt simultan wenigstens ein spektrales Abbild zumindest zweier voneinander verschiedener Wellenlängenbereiche des wenigstens einen Objektes (1) auf, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2) wenigstens eine Beleuchtungsquelle zur aktiven Belichtung während der Aufnahme des wenigstens einen spektralen Abbildes umfasst,
 - das wenigstens eine Objekt (1) wird durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) über das wenigstens eine durch den wenigstens einen Multispektralsensor (2) aufgenommene spektrale Abbild des wenigstens einen Objektes (1) voranalysiert,
 - in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse des wenigstens einen Objektes (1) wird über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) wenigstens ein optisches Abbild des wenigstens einen Objektes (1) durch das wenigstens eine Kamerasystem (3) aufgenommen,
 - die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) analysiert das wenigstens eine Objekt (1) über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei während der Aufnahme des wenigstens einen spektralen Abbildes Infrarotlicht und/oder eine LED-Beleuchtungsquelle (6) und/oder während der Aufnahme des wenigstens einen optischen

Abbildes eine Blitzvorrichtung (7), vorzugsweise wenigstens eine von dem wenigstens einen Kamerasystem (3) räumlich gesonderte LED-Blitzvorrichtung, zur aktiven Belichtung genutzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die wenigstens eine Blitzvorrichtung (7) zur optischen Abbildung das wenigstens eine Objekt (1) mit einer Blitzdauer im Bereich zwischen 10 μ s und 1000 μ s, vorzugsweise zwischen 20 μ s und 200 μ s, belichtet.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2) während einem Betrieb der Anordnung (18) im Wesentlichen immer aktiv ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass der wenigstens eine Multispektralsensor (2) fortwährend spektrale Abbilder eines Untergrundes (8) und/oder des wenigstens einen Objektes (1) aufnimmt und/oder wenigstens eine Totalreflexionslinse (20) umfasst, wobei die wenigstens eine Totalreflexionslinse (20) zwei über eine, vorzugsweise konvex gekrümmte, Mantelfläche (21) verbundene Deckflächen (22, 23) umfasst, wobei zwischen der ersten Deckfläche (22) und der zweiten Deckfläche (23) wenigstens eine an die erste Deckfläche (22) angrenzende und in Richtung der zweiten Deckfläche (23) weisende Aussparung (24) angeordnet ist, wobei die wenigstens eine Aussparung (24) zumindest zwei in Richtung der zweiten Deckfläche (23) weisende und voneinander gesonderte Grenzflächenabschnitte (25), vorzugsweise Facetten, zur Brechung von Licht in Richtung der Mantelfläche (21) aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) das wenigstens eine spektrale Abbild, vorzugsweise über einen Suchalgorithmus, mit einer Vielzahl an in einer Datenbank (9) hinterlegten Datensätzen vergleicht, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass geometrische Daten, besonders bevorzugt Konturen, des wenigstens einen spektralen Abbildes für den Datenabgleich genutzt werden.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) das wenigstens eine optische Abbild, vorzugsweise zusammen mit dem wenigstens einen spektralen Abbild, über einen Mustererkennungsalgorithmus einem Objekt (1) einer Bilddatenbank zuordnet.
7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2), das wenigstens eine Kamerasystem (3) und/oder wenigstens eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung (7) an einem Grundkörper (10) angeordnet sind, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2) das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine Kamerasystem (3) das wenigstens eine optische Abbild in Richtung eines Untergrundes (8) mit einem Betrachtungswinkel (11), vorzugsweise zwischen 5° und 15° , relativ zu einer Lotrechten (12) auf den Untergrund (8) aufnimmt, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass der Betrachtungswinkel (11), besonders bevorzugt automatisch, vergrößert und/oder verkleinert wird und/oder der Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Kamerasystems (3) im Wesentlichen identisch zu dem Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Multispektralsensors (2) ist oder von dem Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Multispektralsensors (2) abweicht.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2) und das wenigstens eine Kamerasystem (3) derart über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) synchronisiert werden, sodass das wenigstens eine spektrale Abbild und das wenigstens eine optische Abbild des wenigstens einen Objektes (1) mit einem zeitlichen Versatz von maximal $50 \mu\text{s}$, vorzugsweise maximal $30 \mu\text{s}$, und/oder einem räumlichen Versatz (13) von maximal 10 mm, vorzugsweise maximal 6 mm, aufgenommen werden.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei wenigstens ein Aktuator (14), vorzugsweise einer landwirtschaftlichen Maschine (15),

besonders bevorzugt durch die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4), in Abhängigkeit der Analyse der wenigstens einen Auswertungseinrichtung (5) über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild des wenigstens einen Objektes (1) angesteuert wird.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das wenigstens eine Kamerasystem (3) ein Aspektverhältnis ungleich 1:1, vorzugsweise von 5:3, aufweist, und die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) einen Abbildungsbereich (16), vorzugsweise von mindestens 300 mm, besonders bevorzugt mindestens 500 mm, des wenigstens einen Kamerasystems (3) in Teilbereiche (17) unterteilt, wobei der wenigstens einen Auswertungseinrichtung (5) sequentiell Abbildungen der Teilbereiche (17) des Abbildungsbereiches (16) zur Auswertung weitergeleitet werden, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass Teilbereiche (17) des Abbildungsbereiches (16), vorzugsweise durch eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung (7), unterschiedlich, vorzugsweise in Weiß, RGB und/oder UV, beleuchtet werden.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei wenigstens ein Linienlaser (31) vorgesehen wird, mit welchem eine Höhe (33) des wenigstens einen Objektes (1), vorzugsweise in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse und/oder während der Aufnahme des wenigstens einen optischen Abbildes und/oder über die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5), bestimmt wird, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Höhe (33) über Triangulation und/oder einem Versatz (32) von an dem wenigstens einen Objekt (1) und/oder einem Untergrund (8) reflektiertem Licht ermittelt wird.
12. Anordnung (18) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend
 - wenigstens einen Multispektralsensor (2), insbesondere Photodiode,
 - wenigstens ein, insbesondere optische, Kamerasystem (3),

- wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) und
- wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5),

dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Multispektralsensor (2) wenigstens eine Beleuchtungsquelle zur aktiven Belichtung während der Aufnahme wenigstens eines spektralen Abbildes umfasst und durch den wenigstens einen Multispektralsensor (2) simultan wenigstens ein spektrales Abbild zumindest zweier voneinander verschiedener Wellenlängenbereiche des wenigstens einen Objektes (1), vorzugsweise Pflanze, aufnehmbar ist, die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine Objekt (1) über das wenigstens eine spektrale Abbild vorzuanalysieren und die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) und das wenigstens eine Kamerasystem (3) dazu ausgebildet sind, wenigstens ein optisches Abbild des wenigstens einen Objektes (1) durch das wenigstens eine Kamerasystem (3) in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse aufzunehmen, wobei durch die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) das wenigstens eine Objekt (1) über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild analysierbar ist.

13. Anordnung (18) nach Anspruch 12, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2) während einem Betrieb der Anordnung (18) im Wesentlichen immer aktiv ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) durch den wenigstens einen Multispektralsensor (2) fortwährend spektrale Abbilder eines Untergrundes (8) und/oder des wenigstens einen Objektes (1) aufnehmbar sind.

14. Anordnung (18) nach Anspruch 12 oder 13, wobei das wenigstens eine Kamerasystem (3) und/oder der wenigstens eine Multispektralsensor (2) derart relativ zu einem Untergrund (8) angeordnet ist, dass ein Abbildungsbereich (16) des wenigstens einen Kamerasystems (3) und/oder des wenigstens einen Multispektralsensors (2) eine Ausdehnung (19) in einer

Dimension von zumindest 300 mm, vorzugsweise zumindest 500 mm aufweist.

15. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei das wenigstens eine Kamerasystem (3) ein Aspektverhältnis ungleich 1:1, vorzugsweise von 5:3, aufweist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) dazu eingerichtet ist, einen Abbildungsbereich (16) des wenigstens einen Kamerasystems (3) in Teilbereiche (17) zu unterteilen und der wenigstens einen Auswertungseinrichtung (5) Abbildungen der Teilbereiche (17) sequentiell zur Auswertung weiterzuleiten.
16. Anordnung (18) nach Anspruch 15, wobei Teilbereiche (17) des Abbildungsbereiches (16) unterschiedlich, vorzugsweise durch wenigstens eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung (7) und/oder in Weiß, RGB und/oder UV, beleuchtbar sind.
17. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 16, wobei der wenigstens eine Multispektralsensor (2) wenigstens eine Totalreflexionslinse (20) umfasst, wobei die wenigstens eine Totalreflexionslinse (20) zwei über eine, vorzugsweise konvex gekrümmte, Mantelfläche (21) verbundene Deckflächen (22, 23) umfasst, wobei zwischen der ersten Deckfläche (22) und der zweiten Deckfläche (23) wenigstens eine an die erste Deckfläche (22) angrenzende und in Richtung der zweiten Deckfläche (23) weisende Aussparung (24) angeordnet ist, wobei die wenigstens eine Aussparung (24) zumindest zwei in Richtung der zweiten Deckfläche (23) weisende und voneinander gesonderte Grenzflächenabschnitte (25), vorzugsweise Facetten, zur Brechung von Licht in Richtung der Mantelfläche (21) aufweist.
18. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 17, wobei wenigstens ein Grundkörper (10) vorgesehen ist, wobei zumindest zwei Gruppen (26) aus wenigstens einem Multispektralsensor (2), vorzugsweise zu je vier Multispektralsensoren (2), an dem Grundkörper (10) angeordnet sind und

zwischen den zumindest zwei Gruppen (26) des wenigstens eine Kamerasystems (3) und/oder wenigstens eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung (7), vorzugsweise LED-Blitzvorrichtung, angeordnet ist.

19. Anordnung (18) nach Anspruch 18, wobei der wenigstens eine Grundkörper (10), der wenigstens einen Multispektralsensor (2), das wenigstens eine Kamerasystem (3) und/oder die wenigstens eine gegebenenfalls vorhandene Blitzvorrichtung (7) in Richtung eines Untergrundes (8) mit einem Betrachtungswinkel (11), vorzugsweise zwischen 5° und 15° , relativ zu einer Lotrechten (12) auf den Untergrund (8) ausgerichtet ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass der Betrachtungswinkel (11), besonders bevorzugt automatisch, vergrößerbar und/oder verkleinerbar ist und/oder der Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Kamerasystems (3) im Wesentlichen identisch zu dem Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Multispektralsensors (2) ist oder von dem Betrachtungswinkel (11) des wenigstens einen Multispektralsensors (2) abweicht.
20. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 19 und Anspruch 17, wobei wenigstens eine Beleuchtungsvorrichtung (27) vorgesehen ist, welche den wenigstens einen Multispektralsensor (2) umfasst und wobei die wenigstens eine Beleuchtungsvorrichtung (27) zumindest zwei Lichtquellen (28), vorzugsweise Leuchtdioden, und die wenigstens eine Totalreflexionslinse (20) zur Fokussierung von Licht der zumindest zwei Lichtquellen (28) auf einen der Lichtquellen (28) gemeinsamen Abbildungsbereich (16) umfasst, wobei durch den wenigstens einen Multispektralsensor (2) das von den zumindest zwei Lichtquellen (28) der wenigstens einen Beleuchtungsvorrichtung (27) emittierte und von dem wenigstens einen Objekt (1) reflektierte Licht elektromagnetisch detektierbar ist.
21. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 20, wobei das wenigstens eine Kamerasystem (3) wenigstens eine Blitzvorrichtung (7), vorzugsweise wenigstens eine von dem wenigstens einen Kamerasystem (3) räumlich gesonderte LED-Blitzvorrichtung, umfasst, wobei das wenigstens eine Objekt

(1) durch die wenigstens eine Blitzvorrichtung (7) zur optischen Abbildung über die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) mit einer Blitzdauer im Bereich zwischen 10 μ s und 1000 μ s, vorzugsweise zwischen 20 μ s und 400 μ s, beleuchtbar ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4) dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine spektrale Abbild mit einem zeitlichen Versatz von maximal 50 μ s, vorzugsweise maximal 30 μ s, und/oder einem räumlichen Versatz (13) von maximal 10 mm, vorzugsweise maximal 6 mm, aufzunehmen.

22. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 21, wobei die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine spektrale Abbild, vorzugsweise über einen Suchalgorithmus, mit einer Vielzahl an in einer Datenbank (9) hinterlegten Datensätzen zu vergleichen, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass geometrische Daten, besonders bevorzugt Konturen, des wenigstens einen spektralen Abbildes für den Datenabgleich nutzbar sind.
23. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 22, wobei die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5) dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine optische Abbild, vorzugsweise zusammen mit dem wenigstens einen spektralen Abbild, über einen Mustererkennungsalgorithmus einem Objekt (1) einer Bilddatenbank zuzuordnen.
24. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 23, wobei die Anordnung (18) wenigstens einen Aktuator (14), vorzugsweise einer landwirtschaftlichen Maschine (15), umfasst, wobei der wenigstens eine Aktuator (14) in Abhängigkeit der Analyse der wenigstens einen Auswertungseinrichtung (5) über das wenigstens eine spektrale Abbild und/oder das wenigstens eine optische Abbild des wenigstens einen Objektes (1), vorzugsweise durch die wenigstens eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (4), angesteuert wird.

25. Anordnung (18) nach einem der Ansprüche 12 bis 24, wobei wenigstens ein Linienlaser (31) vorgesehen ist, mit welchem eine Höhe des wenigstens einen Objektes (1), vorzugsweise in Abhängigkeit der spektralen Voranalyse und/oder während der Aufnahme des wenigstens einen optischen Abbildes und/oder über die wenigstens eine Auswertungseinrichtung (5), bestimmbar ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Höhe (33) über Triangulation und/oder einem Versatz (32) von an dem wenigstens einen Objekt (1) und/oder einem Untergrund (8) reflektiertem Licht ermittelbar ist.

Innsbruck, am 06. September 2022