



(11)

**EP 3 306 260 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.07.2019 Patentblatt 2019/29**

(51) Int Cl.:  
**F41H 11/02** <sup>(2006.01)</sup> *F41H 13/00* <sup>(2006.01)</sup>  
*F41H 5/007* <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **17189574.1**

(22) Anmeldetag: **06.09.2017**

(54) **VERFAHREN UND SYSTEM ZUR ABWEHR VON BEDROHUNGSFLUGKÖRPERN IN FORM  
STEUERBARER UNBEMANNTER KLEINLUFTFAHRZEUGE**

METHOD AND SYSTEM FOR DEFENCE AGAINST AERIAL THREATS IN THE FORM OF  
CONTROLLABLE UNMANNED SMALL AIR VEHICLES

PROCÉDÉ ET SYSTÈME DE DÉFENCE CONTRE DES MENACES AÉRIENNES SOUS FORME DE  
PETITS AÉRONEFS SANS PILOTE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **07.10.2016 DE 102016219457**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.04.2018 Patentblatt 2018/15**

(73) Patentinhaber: **MBDA Deutschland GmbH  
86529 Schrobenhausen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Weberstetter, Christoph**  
**83435 Bad Reichenhall (DE)**  
• **Surauer, Christian**  
**83339 Chieming (DE)**  
• **Surauer, Michael Alois**  
**83339 Chieming (DE)**

(74) Vertreter: **Isarpatent  
Patent- und Rechtsanwälte Behnisch Barth  
Charles  
Hassa Peckmann & Partner mbB  
Friedrichstrasse 31  
80801 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 2 979 979 DE-A1- 4 014 192  
US-A1- 2010 042 269 US-A1- 2016 245 907**

- **Anonymous: "Modular Drone Defence System  
Mobile variation of ESG's Drone Defence System  
Operational Picture with TARANIS mobile", , 14.  
Juni 2016 (2016-06-14), XP055445093, Gefunden  
im Internet:  
URL:[https://www.esg.de/fileadmin/downloads  
/Modular\\_Drone\\_Defence\\_System\\_E.pdf](https://www.esg.de/fileadmin/downloads/Modular_Drone_Defence_System_E.pdf)  
[gefunden am 2018-01-26]**
- **Moritz Metz: "So funktioniert die  
Drohnenabwehr", fluter - Magazin der  
Bundeszentrale für politische Bildung, 31.  
August 2016 (2016-08-31), XP055445015,  
Gefunden im Internet:  
URL:[http://www.fluter.de/methoden-um-drohn  
en-abzuwehren](http://www.fluter.de/methoden-um-drohn-en-abzuwehren) [gefunden am 2018-01-26]**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 3 306 260 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Abwehr von Bedrohungsflugkörpern in Form steuerbarer unbemannter Kleinluftfahrzeuge. Unbemannte Kleinluftfahrzeuge, auch Klein-UAVs genannt, beispielsweise in Form sogenannter Kleindrohnen, sind mittlerweile weit verbreitet. "UAV" steht hierbei als Abkürzung für den englischen Begriff "Unmanned Aerial Vehicle". Klein-UAVs werden zumeist mit Kameras ausgestattet und für Film- oder Fotoaufnahmen genutzt. Klein-UAVs stellen jedoch zunehmend ein Sicherheitsrisiko dar, beispielsweise im Einflugbereich von Flughäfen, im Bereich sensibler infrastruktureller Anlagen, wie z.B. Kraftwerken, oder für öffentliche Veranstaltungen.

**[0002]** Aus der DE 10 2014 014 117 A1 ist ein System zur Abwehr von UAVs mit einer Abwehrvorrichtung bekannt, welche eine Kommunikationseinrichtung zum Empfangen von Sensordaten, eine Abstrahleinrichtung zur Erzeugung elektromagnetischer Abwehrstrahlung und eine Steuereinrichtung zum Steuern der Abstrahleinrichtung aufweist. Eine Abwehr von UAVs erfolgt hierbei mittels elektromagnetischer Abwehrstrahlung, insbesondere in Form starker elektromagnetischer Pulse, durch welche eine Fehlfunktion innerhalb des UAV ausgelöst werden soll.

**[0003]** Auch die US 2016/245907 A1 offenbart ein gattungsgemäßes System.

**[0004]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und ein System zur Abwehr von Bedrohungsflugkörpern in Form von Klein-UAVs bereitzustellen, mit dem eine zuverlässige, sichere Abwehr des Klein-UAVs ermöglicht wird und das für eine große Breite von Anwendungsfällen einsetzbar ist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird jeweils durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst.

**[0006]** Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Abwehr von Bedrohungsflugkörpern in Form steuerbarer unbemannter Kleinluftfahrzeuge vorgesehen. In einem ersten Verfahrensschritt erfolgt ein Festlegen eines Bedrohungslevels, welches das von dem Bedrohungsflugkörper ausgehende wahrscheinliche Bedrohungsrisiko für einen zu schützenden Bereich beschreibt. Weiterhin wird ein Gefährdungslevel festgelegt, welches angibt, ob ein unkontrollierter Absturz des Bedrohungsflugkörpers innerhalb eines Abwehrbereichs, welcher den zu schützenden Bereich umfasst, hingenommen werden kann oder nicht. In einem weiteren Verfahrensschritt erfolgt ein Auswählen einer Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen mit zunehmender Bekämpfungshärte zum Bekämpfen des Bedrohungsflugkörpers, wobei die maximale Bekämpfungshärte der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen abhängig von dem Bedrohungslevel ausgewählt wird und mit zunehmendem Bedrohungslevel zunimmt. Innerhalb eines Überwachungsbereichs, welcher den Abwehrbereich umfasst, wird ein steuerbares unbemanntes Kleinluftfahrzeug als Bedrohungsflugkörper detektiert.

**[0007]** Anschließend erfolgt ein Vergleich des Gefährdungslevels mit einem vorbestimmten Grenzgefährdungslevel. Falls das Gefährdungslevel das Grenzgefährdungslevel erreicht wird eine Sicherungsmaßnahme zur Verhinderung eines unkontrollierten Einschlags des Bedrohungsflugkörpers in den Abwehrbereich infolge einer Bekämpfung durchgeführt.

**[0008]** Weiterhin erfolgt ein Durchführen der einzelnen Bekämpfungsmaßnahmen der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen, wobei nach jeder Bekämpfungsmaßnahme deren Bekämpfungserfolg überprüft wird, wobei die Sequenz bei Bekämpfungserfolg abgebrochen und andernfalls die nächste Bekämpfungsmaßnahme der Sequenz durchgeführt wird.

**[0009]** Demnach werden demnach zunächst Parameter in Form eines Bedrohungslevels und eines Gefährdungslevels festgelegt. Diese beschreiben gemeinsam ein Abwehr- oder Einsatzszenario. Auf Grundlage dieser Parameter erfolgt eine Auswahl der zu ergreifenden Abwehrmaßnahmen. Das Bedrohungslevel berücksichtigt die aktuelle Sicherheitslage im Einsatzgebiet und kann insbesondere durch einen Bediener vorgegeben werden oder als empirischer Parameter, z.B. anhand der Häufigkeit von mittels Überwachungssensoren beobachteter Flugaktivität von UAVs, bestimmt werden. Das Gefährdungslevel berücksichtigt die Gefährdung, insbesondere für Personen, welche durch einen unkontrollierten Absturz eines UAVs infolge von Abwehrmaßnahmen gegen dieses ausgeht. Das Gefährdungslevel kann beispielsweise durch Ermittlung der Anzahl von Personen, welche sich innerhalb einer bestimmten Fläche aufhalten, bestimmt werden, wobei das Gefährdungslevel mit zunehmender Personenzahl je Fläche steigt. Ab einem Grenzgefährdungslevel kann ein unkontrollierter Absturz des abzuwehrenden UAVs nicht mehr hingenommen werden. Das Grenzgefährdungslevel bildet folglich einen binären Entscheidungsparameter für die Durchführung einer Sicherungsmaßnahme, die einen unkontrollierten Absturz des Bedrohungsflugkörpers verhindert oder den Impuls der herabfallende Teile des Bedrohungsflugkörpers auf ein unschädliches Maß reduziert. Bei einem Gefährdungslevel kleiner dem Grenzgefährdungslevel kann ein unkontrollierter Absturz des abzuwehrenden UAVs hingenommen werden und es ist keine Sicherungsmaßnahme notwendig. Bei einem Gefährdungslevel größer oder gleich dem Grenzgefährdungslevel kann ein unkontrollierter Absturz des abzuwehrenden UAVs nicht hingenommen werden und es ist daher die Durchführung einer Sicherungsmaßnahme notwendig.

**[0010]** Erfindungsgemäß wird eine Sequenz von Bekämpfungs- oder Abwehrmaßnahmen ausgewählt, welche nacheinander ausgeführt werden und deren Bekämpfungshärte oder -intensität innerhalb der Sequenz von Maßnahme zu Maßnahme zunimmt. Die Auswahl des Bekämpfungsmittels mit maximaler Bekämpfungshärte wird durch das Bedrohungslevel festgelegt. Bei einem niedrigen Bedrohungslevel werden lediglich Bekämpfungsmaßnahmen mit geringer Bekämpfungshärte

durchgeführt während bei hohem Bedrohungslevel Bekämpfungsmaßnahmen mit großer Bekämpfungshärte durchgeführt werden. Dies bietet den Vorteil, dass einerseits ein wirtschaftlicher Einsatz von Kampfmitteln erfolgt. Weiterhin wird bei niedrigem Bedrohungslevel eine möglicherweise ungerechtfertigte vollständige Zerstörung des Bedrohungsflugkörpers verhindert. Bei der Durchführung der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen wird nach jeder einzelnen Bekämpfungsmaßnahme überprüft, ob die Bedrohung durch das UAV noch besteht. Falls dies der Fall ist, wird die nächste Bekämpfungsmaßnahme der Sequenz durchgeführt, andernfalls die Sequenz abgebrochen. Gegebenenfalls wird die Sequenz bis zu deren Ende durchgeführt. Dieser sequenzielle Ablauf mit hierarchischer Abfolge der Bekämpfungsmaßnahmen gewährleistet zuverlässig, dass das die Abwehr des UAV mit dem mildesten möglichen Mittel erfolgt. Dies bietet den Vorteil, dass mit geringem technischen und finanziellen Aufwand eine Abwehr des Bedrohungsflugkörpers erfolgt. Weiterhin wird auf diese Weise sichergestellt, dass eine Bekämpfung in unauffälliger Weise erfolgt.

**[0011]** Erfindungsgemäß ist außerdem ein System zur Abwehr von Bedrohungsflugkörpern in Form steuerbarer unbemannter Kleinluftfahrzeuge vorgesehen. Das System weist zumindest eine Aufklärungsvorrichtung mit einer Sensoreinrichtung zur Detektion eines Kleinluftfahrzeugs innerhalb eines Überwachungsbereichs und einer ersten Abwehreinrichtung zur Durchführung einer Bekämpfungsmaßnahme gegen den Bedrohungsflugkörper. Weiterhin weist das System ein unbemanntes Abwehr-Kleinluftfahrzeug, kurz Abwehr-Klein-UAV oder Abwehr-UAV, an welchem eine zweite Abwehreinrichtung zur Durchführung einer Bekämpfungsmaßnahme gegen den Bedrohungsflugkörper angeordnet ist auf. Weiterhin ist eine Steuerungsvorrichtung vorgesehen, welche funktional mit der Aufklärungsvorrichtung und dem Abwehr-Kleinluftfahrzeug verbunden ist. Die Steuerungsvorrichtung ist dazu ausgelegt, Sensorsignale von der Sensoreinrichtung der zumindest einen Aufklärungsvorrichtung zu empfangen, aufgrund der empfangenen Sensorsignale, aufgrund eines vorbestimmten Bedrohungslevels, welches das von dem Bedrohungsflugkörper ausgehende wahrscheinliche Bedrohungsrisiko für einen zu schützenden Bereich beschreibt, und aufgrund eines vorbestimmten Gefährdungslevels, welches angibt, ob ein unkontrollierter Absturz des Bedrohungsflugkörpers innerhalb eines Abwehrbereichs, welcher innerhalb des Überwachungsbereichs liegt und den zu schützenden Bereich umfasst, hingenommen werden kann oder nicht, ein Steuersignal zu erzeugen und an die Aufklärungsvorrichtung und das Abwehr-Kleinluftfahrzeug zu übermitteln. Die Aufklärungsvorrichtung und das Abwehr-Kleinluftfahrzeug sind jeweils dazu ausgelegt, aufgrund des Steuersignals jeweils eine Bekämpfungsmaßnahme durchzuführen, sodass eine Durchführung einer Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen mittels der ersten Abwehreinrichtung und der

zweite Abwehreinrichtung erfolgt.

**[0012]** Das erfindungsgemäßen System weist demnach eine Aufklärungsvorrichtung auf, welche sowohl zur Erfassung als auch zur Bekämpfung des Bedrohungsflugkörpers genutzt wird. Dadurch weist das System vorteilhaft einen kompakt Aufbau auf. Durch das Abwehr-Klein-UAV ergibt sich der Vorteil, dass dieses in Richtung des Bedrohungsflugkörpers gestartet werden und dieses aus nächster Nähe bekämpfen kann. Dadurch können auch Bekämpfungsmaßnahmen mit geringer Bekämpfungshärte, wie beispielsweise niederenergetische elektromagnetische Strahlung, bereits in großem Abstand von dem zu schützenden Bereich eingesetzt werden. Die Steuerungsvorrichtung des Systems bietet vorteilhaft die Möglichkeit, die von der Sensoreinrichtung der Aufklärungseinrichtung erfassten Daten hinsichtlich der Präsenz eines Bedrohungsflugkörpers zu analysieren und auf Basis der vorbestimmten Parameter Bedrohungslevel und Gefährdungslevel, eine dem aktuellen Einsatzort und den aktuellen Einsatzrandbedingungen des Systems eine geeignete Form der Bekämpfung auszuwählen. Insbesondere ist durch die Steuerungsvorrichtung ein Steuersignal zur sequenziellen Betätigung der Abwehreinrichtungen der Aufklärungsvorrichtung und des Abwehr-UAVs erzeugbar. Dies bietet den Vorteil, dass eine effiziente Bekämpfung des Bedrohungsflugkörpers mit dem mildesten möglichen Mittel in zuverlässiger Weise erfolgt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den auf die unabhängigen Ansprüche rückbezogenen Unteransprüchen in Verbindung mit der Beschreibung.

**[0013]** Das Bedrohungslevel, kurz BDL, kann beispielsweise in drei diskrete Stufen, insbesondere 0, 1 und 2 eingeteilt werden. Bei einem BDL der Stufe 0 liegen keine konkreten Hinweise auf eine Bedrohung vor. In diesem Fall sind Störungen vorwiegend durch private Betreiber ohne oder mit lediglich geringem kriminellen Potenzial zu erwarten und es ist keine zusätzliche Bedrohung durch Kampfstoffe in der BD ist anzunehmen. Bei einem BDL der Stufe 0 kann die Präsenz eines Klein-UAV grundsätzlich in Kauf genommen werden.

**[0014]** Bei einem BDL der Stufe 1 ist die Bedrohungslage im Allgemeinen als mittel einzustufen. In diesem Fall ist von einem organisierten Betrieb und Störungen von Veranstaltungen mit mittleren bis hohen kriminellen Potenzial auszugehen. Bei einem BDL der Stufe 1 kann die Präsenz eines Klein-UAV nicht in Kauf genommen werden. Zusätzliche Bedrohung durch nicht letale Kampfstoffe in dem Bedrohungsflugkörper ist wahrscheinlich.

**[0015]** Bei einem BDL der Stufe 2 ist die Bedrohungslage im Allgemeinen als hoch einzustufen. In diesem Fall ist von konkreten terroristische Anschlägen auszugehen. Die Bedrohung durch zusätzliche letale Kampfstoffe in dem Bedrohungsflugkörper ist wahrscheinlich. Bei einem BDL der Stufe 2 ist die Präsenz eines Klein-UAV mit allem zur Verfügung stehenden technischen Auf-

wand zu verhindern.

**[0016]** Das Bedrohungslevel kann insbesondere durch einen Bediener vorgegeben werden oder als empirischer Parameter, z.B. anhand der Häufigkeit von mittels Überwachungssensoren beobachteter Flugaktivität von UAVs bestimmt werden. Das Bedrohungslevel kann beispielsweise auch anhand der äußeren Erscheinungsform des detektierten UAV mittels eines Bilderkennungsverfahrens ermittelt werden, bei dem die Form des detektierten UAV mit in einer Datenbank gespeicherten Daten für die äußere Form bekannter UAVs verglichen wird. Führt der Vergleich zu keiner Übereinstimmung, kann beispielsweise automatisch BDL 2 angenommen werden.

**[0017]** Die Auswahl der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen kann insbesondere aus einer Matrix erfolgen, in welcher jeder möglichen Kombinationen von Bedrohungslevel und Gefährdungslevel jeweils genau eine Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen zugeordnet ist. Ein solches Auswahlverfahren kann rechnerisch effizient umgesetzt werden. Weiterhin wird auf diese Weise für eine große Anzahl möglicher Einsatzbedingungen eine effiziente Bekämpfung mit den mildesten möglichen Mitteln erzielt.

**[0018]** Als Sicherungsmaßnahme ist erfindungsgemäß ein Aufspannen eines Auffangnetzes in Bezug auf die Schwerkraftrichtung unterhalb des Bedrohungsflugkörpers vorgesehen. Das Auffangnetz kann beispielsweise mittels UAVs ausgebracht werden. Durch das Auffangnetz wird selbst in dem Fall, dass die Bekämpfungsmaßnahmen gegen des Bedrohungsflugkörpers nicht erfolgreich sein sollten, der zu schützende Bereich zuverlässig geschützt.

**[0019]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird zumindest eine Bekämpfungsmaßnahme der Sequenz der Bekämpfungsmaßnahmen von einem unbemannten Abwehr-Kleinluftfahrzeug aus durchgeführt wird. Das Abwehr-Kleinluftfahrzeug kann vorteilhaft in Richtung des Bedrohungsflugkörpers gestartet werden und diesen aus nächster Nähe bekämpfen. Dadurch können auch Bekämpfungsmaßnahmen mit geringer Bekämpfungshärte, wie beispielsweise Beschuss durch eine Fangvorrichtung, bereits in großem Abstand von dem zu schützenden Bereich eingesetzt werden. Außerdem kann das Abwehr-Kleinluftfahrzeug vorteilhaft für Sicherheitsmaßnahmen zur Verhinderung eines unkontrollierten Absturzes des Bedrohungsflugkörpers sowie zum Herausführen des Bedrohungsflugkörpers aus dem zu schützenden Bereich eingesetzt werden.

**[0020]** Besonders bevorzugt wird als Abwehr-Kleinluftfahrzeug ein senkrecht startendes und landendes Kleinluftfahrzeug eingesetzt. Diese sogenannten VTOL UAVs, wobei "VTOL" als Abkürzung für den englischen Ausdruck "Vertical Take-off and Landing" steht, bieten insbesondere den Vorteil, dass diese flexibel manövrierbar sind und auf kleinem Raum sehr flexibel starten und landen können.

**[0021]** Bezüglich des Verfahrens kann weiterhin vorgesehen sein, dass die Sequenz der Bekämpfungsmaßnahmen zumindest eine erste Bekämpfungsmaßnahme geringer Bekämpfungshärte zur Störung der Steuerbarkeit des Bedrohungsflugkörpers aufweist. Auf diese Weise erfolgt vorteilhaft eine äußerst unauffällige, insbesondere physisch kaum wahrnehmbare Abwehr des Bedrohungsflugkörpers.

**[0022]** Als erste Bekämpfungsmaßnahme ist bevorzugt eine Bestrahlung des Bedrohungsflugkörpers mit niederenergetischer elektromagnetischer Strahlung vorgesehen ist. Hierbei können insbesondere Funkstrecken Störer, GPS-Störer oder dergleichen zum Einsatz kommen. Insbesondere GPS-Störer bieten den Vorteil, dass auch Bedrohungsflugkörper in Form autonom fliegender Klein-UAVs effizient abgewehrt und insbesondere von dem zu schützenden Bereich ferngehalten bzw. aus diesem entfernt werden können.

**[0023]** Zusätzlich kann die Sequenz der Bekämpfungsmaßnahmen zumindest eine zweite Bekämpfungsmaßnahme zur Entfernung des Bedrohungsflugkörpers aus dem zu schützenden Bereich oder zur Beeinträchtigung der Flugfähigkeit des Bedrohungsflugkörpers aufweisen. Die Beeinträchtigung der Flugfähigkeit zur Abwehr bietet den Vorteil, dass der Bedrohungsflugkörper schnell und effizient unschädlich gemacht werden kann.

**[0024]** Als zweite Bekämpfungsmaßnahme ist bevorzugt ein Einfangen des Bedrohungsflugkörpers mit einer Fangvorrichtung, insbesondere einem Fangnetz, vorgesehen. Dies bietet den Vorteil, dass sich der Bedrohungsflugkörper in der Fangvorrichtung verfängt und dadurch am Weiterfliegen gehindert sowie dessen unkontrollierter Absturz verhindert wird. Die Fangvorrichtung kann beispielsweise durch ein Abwehr-Klein-UAV ausgebracht werden. Hierbei kann der in der Fangvorrichtung verfangene Bedrohungsflugkörper durch das Abwehr-Klein-UAV abtransportiert werden. Auch kann die Fangvorrichtung mit dem darin verfangenen Bedrohungsflugkörper mittels eines Fallschirms zu Boden gelassen werden, wodurch der Impuls des am Boden auftreffenden Bedrohungsflugkörpers verringert wird.

**[0025]** Bevorzugt weist die Sequenz der Bekämpfungsmaßnahmen zusätzlich zumindest eine dritte Bekämpfungsmaßnahme zur zumindest teilweisen mechanischen Zerstörung des Bedrohungsflugkörpers auf. Diese Bekämpfungsmaßnahme stellt eine Bekämpfungsmaßnahme mit maximaler Bekämpfungshärte dar und bietet den Vorteil, dass der Bedrohungsflugkörper besonders zuverlässig sofort flugunfähig gemacht wird. Bei einem Gefährdungslevel, bei dem ein unkontrollierter Absturz des Bedrohungsflugkörpers nicht hingenommen werden kann, sind in diesem Fall Sicherungsmaßnahmen zur Sicherung des zu schützenden Bereichs vorzunehmen.

**[0026]** Als dritte Bekämpfungsmaßnahme ist bevorzugt eine Bestrahlung des Bedrohungsflugkörpers mit hochenergetischer elektromagnetischer Strahlung, wie z.B. Hochenergie-Microwellenstrahlung, Hochenergie-

Laserstrahlung, oder ein Abfeuern eines Abwehrgeschosses, wie z.B. eines Projektils oder eines Lenkflugkörpers, auf den Bedrohungsflugkörper vorgesehen. Diese Bekämpfungsmaßnahmen wirken vorteilhaft besonders schnell und zuverlässig.

**[0027]** Das erfindungsgemäße System kann insbesondere zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens ausgebildet sein. Die im Zusammenhang mit dem Verfahren offenbarten Merkmale und Zusammenhänge können somit bei dem erfindungsgemäßen System realisiert sein und umgekehrt.

**[0028]** Bei dem erfindungsgemäßen System kann die Sensoreinrichtung insbesondere einen oder mehrere Sensoren, beispielsweise einen oder mehrere akustische Sensoren, alternativ oder zusätzlich einen oder mehrere optische Sensoren und alternativ oder zusätzlich einen oder mehrere Radarsensoren aufweisen. Das Vorsehen mehrere verschiedener Sensortypen, also beispielsweise jeweils zumindest eines Radarsensors, eines akustischen und eines optischen Sensors, verbessert die Zuverlässigkeit der Aufklärungseinrichtung.

**[0029]** Weiterhin kann die Aufklärungseinrichtung einen GPS-Empfänger aufweisen, welcher mit der Steuerungsvorrichtung funktional gekoppelt ist. Bevorzugt kann auch an dem Abwehr-UAV in GPS-Empfänger vorgesehen sein, welcher mit dem GPS-Empfänger der Aufklärungseinrichtung funktional gekoppelt ist, sodass ein Differential-GPS System ausgebildet wird. Die funktionale Kopplung kann insbesondere mittels der Steuerungsvorrichtung realisiert werden.

**[0030]** Die Steuerungsvorrichtung des Systems kann insbesondere einen Prozessor, einen durch diesen auslesbaren Datenspeicher, z.B. in Form eines nicht-flüchtigen Speichers, und eine oder mehrere Schnittstellen zur Datenübermittlung und zum Datenempfang aufweisen.

**[0031]** Auf dem nicht-flüchtigen Speicher kann insbesondere ein Programm gespeichert sein, welches bei dessen Aufruf den Prozessor zur Ausführung des oben beschriebenen Verfahrens veranlasst.

**[0032]** Die funktionale Kopplung zwischen der Steuerungsvorrichtung und der Aufklärungseinrichtung sowie dem Abwehr-Klein-UAV kann insbesondere durch eine drahtlose Datenübertragungsverbindung zwischen diesen Komponenten realisiert werden.

**[0033]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Systems weist die zumindest eine Aufklärungsvorrichtung einen teleskopisch ausfahrbaren Masten auf, an dessen Endbereich die Sensoreinrichtung sowie die erste Abwehreleinrichtung angeordnet sind. Demnach ist ein Masten mit mehreren Segmenten vorgesehen, welche ausfahrbar ausgeführt sind. Der Mast trägt an einem ersten Endabschnitt die Sensoreinrichtung sowie die erste Abwehreleinrichtung und ist an einem entgegengesetzt zu dem ersten Endabschnitt gelegenen zweiten Endabschnitt zur Verankerung an einer im Einsatz des Systems ortsfesten Struktur vorgesehen. Durch die teleskopische Gestaltung kann das System vorteilhaft auf ein-

fache Weise transportiert und damit schnell an einen Einsatzort verbracht werden.

**[0034]** Gemäß einer hierzu alternativen Ausführungsform weist die zumindest eine Aufklärungsvorrichtung ein senkrecht startendes und landendes, unbemanntes Träger-Kleinluftfahrzeug auf, an welchem die Sensoreinrichtung sowie die erste Abwehreleinrichtung angeordnet sind. Auf diese Weise wird eine Art VTOL-UAV-Masten gebildet. Dies bietet den Vorteil, dass die Position der Aufklärungseinrichtung in besonders flexibler Weise, insbesondere unabhängig von den Gegebenheiten am Boden des Einsatzortes des Systems gewählt werden kann. Weiterhin kann eine Anordnung der Sensoreinrichtung in besonders großer Höhe erfolgen. Dadurch wird eine große Reichweite der Sensoren infolge eines ungestörten Blickfelds erzielt.

**[0035]** Bevorzugt ist das Träger-Kleinluftfahrzeug zu dessen Betrieb mit einer räumlich getrennt von dem Träger-Kleinluftfahrzeug angeordneten elektrischen Energiequelle elektrisch verbindbar ist. Dies kann beispielsweise über ein von einer Abrollvorrichtung abrollbares Stromkabel realisiert werden. Dadurch sind große Höhen, beispielsweise von bis zu 50 m, für die Anordnung der Sensoreinrichtung und der ersten Abwehreleinrichtung möglich. Gleichzeitig können vorteilhaft die Standzeiten des Träger-Kleinluftfahrzeug verlängert werden.

**[0036]** Die erste Abwehreleinrichtung kann insbesondere einen Strahlungsgenerator zur Erzeugung niederenergetischer elektromechanischer Strahlung und/oder eine Fangvorrichtung und/oder einen Strahlungsgenerator zur Erzeugung hochenergetischer elektromechanischer Strahlung und/oder eine Abfeuerungseinrichtung zum Abfeuern eines Projektils oder eines Lenkflugkörpers aufweisen. Bevorzugt weist einen Strahlungsgenerator zur Erzeugung niederenergetischer elektromechanischer Strahlung auf und ist zur Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen mit geringer Bekämpfungshärte, beispielsweise zur Durchführung der ersten Bekämpfungsmaßnahme der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen, vorgesehen. Die erste Abwehreleinrichtung kann insbesondere am Boden stationiert sein.

**[0037]** Die zweite härtere Abwehreleinrichtung kann insbesondere einen Strahlungsgenerator zur Erzeugung niederenergetischer elektromechanischer Strahlung und/oder kann eine Fangvorrichtung und/oder einen Strahlungsgenerator zur Erzeugung hochenergetischer elektromechanischer Strahlung und/oder eine Abfeuerungseinrichtung zum Abfeuern eines Projektils oder mehrerer Projektile aufweisen. Die an dem Abwehr-Kleinluftfahrzeug angebrachte zweite Abwehreleinrichtung ist vorzugsweise zur Durchführung der Bekämpfungsmaßnahmen mit großer Bekämpfungshärte, insbesondere der zweiten und dritten Bekämpfungsmaßnahmen der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen, vorgesehen.

**[0038]** Die Fangvorrichtung kann insbesondere mittels einer Netzkanone über den Bedrohungsflugkörper aus-

geworfen werden, wobei sich dieser in der beispielsweise als Fangnetz ausgebildeten Fangvorrichtung verfangt und damit manövrierunfähig gemacht wird. Bevorzugt weist die Fangvorrichtung eine Reißleine auf, welche an deren Ende kinematisch lösbar mit dem Abwehr-Kleinluftfahrzeug gekoppelt ist und bei einer vorbestimmten Zugkraft einen an der Fangvorrichtung zugeordneten Fallschirm auslöst. Die vorbestimmte Zugkraft wird durch den von dem sich in der Fangvorrichtung verfangenen Bedrohungsflugkörper aufgebracht. Dadurch wird der Fallschirm ausgelöst und die Reißleine löst sich von dem Abwehr-Kleinluftfahrzeug, sodass der Bedrohungsflugkörper mit geringem Impuls kontrolliert zu Boden gleitet. Wird die der Bedrohungsflugkörper nicht von der Fangvorrichtung getroffen, kann eine weitere, insbesondere härtere Bekämpfungsmaßnahme, insbesondere von dem Abwehr-Kleinluftfahrzeug aus erfolgen, beispielsweise durch Abfeuern eines Projektils auf den Bedrohungsflugkörper.

**[0039]** Die Fangvorrichtung kann auch mittels einer unlösbar an das Abwehr-UAV gekoppelten Halteleine mit dem Abwehr-UAV verbunden sein. Der in der Fangvorrichtung verfangene Bedrohungsflugkörper kann auf diese Weise an dem Abwehr-UAV hängend vorteilhaft aus dem zu schützenden Bereich entfernt werden.

**[0040]** Das System weist zusätzlich ein Auffangnetz zur Überspannung des zu schützenden Bereichs auf. Dadurch wird zuverlässig verhindert, dass von einem infolge von Bekämpfungsmaßnahmen unkontrolliert abstürzenden Bedrohungsflugkörper eine Gefahr für Personen oder Objekte in dem zu schützenden Bereich ausgeht.

**[0041]** Erfindungsgemäß ist das Auffangnetz mittels zumindest zwei senkrecht startenden und landenden, unbemannten Netzträger-Kleinluftfahrzeugen ausbringbar. Auf diese Weise kann die Position des Auffangnetzes schnell verändert werden und eine dauerhafte, optisch unschöne Überspannung des zu schützenden Bereichs ist nicht notwendig.

**[0042]** Die Netzträger-Kleinluftfahrzeuge können insbesondere jeweils durch ein Träger-Kleinluftfahrzeug der Aufklärungsvorrichtung gebildet sein. Dies bietet den Vorteil, dass die Anzahl der insgesamt notwendigen Kleinluftfahrzeuge des Systems gering gehalten werden kann.

**[0043]** Bevorzugt weist das System weiterhin einen mittels eines Straßenfahrzeugs transportablen Container auf, in dessen Innenraum die Steuerungsvorrichtung angeordnet ist und welcher eine Start- und Landeplattform für das Abwehr-Kleinluftfahrzeug aufweist. Dadurch wird ein mobiles System bereitgestellt, welches schnell und mit geringem Aufwand an verschiedene Einsatzorte gebracht werden kann. Der Container kann weiterhin während des Transports zum Verstauen des Abwehr-Kleinluftfahrzeugs, gegebenenfalls des Träger-Kleinluftfahrzeug sowie der Netzträger-Kleinluftfahrzeuge genutzt werden. Falls die Aufklärungsvorrichtung einen oder mehrere teleskopische Masten aufweist, können diese mechanisch an den Container koppelbar sein, wo-

durch vorteilhaft der Transport erleichtert wird.

**[0044]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das System zusätzlich eine an dem Container angeordnete, funktional mit der Steuerungsvorrichtung gekoppelte dritte Abwehreinrichtung zur Durchführung einer Bekämpfungsmaßnahme gegen den Bedrohungsflugkörper aufweist, wobei die Steuerungsvorrichtung dazu ausgelegt ist, aufgrund der empfangenen Sensordaten, aufgrund des Bedrohungslevels, und aufgrund des Gefährdungslevels, erzeugte Steuersignale an dritte Abwehreinrichtung zu übermitteln, wobei das Steuersignal eine Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen mittels der dritten Abwehreinrichtung als eine Bekämpfungsmaßnahme der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen bewirkt.

**[0045]** Alternativ oder zusätzlich hierzu kann vorgesehen sein, dass die Aufklärungseinrichtung mechanisch mit dem Container verbunden ist bzw. diesem zugeordnet ist. Damit wird ein besonders kompaktes, mobiles System bereitgestellt.

**[0046]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Systems ist jede einzelne Abwehreinrichtung dazu ausgelegt, aufgrund des Steuersignals die jeweilige Abwehrmaßnahme autonom durchzuführen. Insbesondere wird durch das Steuersignal die aktuelle Position des Bedrohungsflugkörpers übermittelt, wodurch eine Ausrichtung der jeweiligen Abwehreinrichtung auf diese Position erfolgt. Weiterhin kann das System eine elektrische Energiequelle zur Versorgung der Aufklärungsvorrichtung und der Steuerungsvorrichtung sowie gegebenenfalls der Träger-Kleinluftfahrzeuge aufweisen. Die elektrische Energiequelle kann beispielsweise in Form einer oder mehrerer Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Verbrennungsmotoren mit daran gekoppelten elektromechanischen Generatoren oder dergleichen realisiert sein. Die elektrische Energiequelle kann gegebenenfalls in dem Container angeordnet oder an diesen gekoppelt sein.

**[0047]** Die Erstreckung des hierin genannten Überwachungsbereichs ist durch die Reichweite der Sensoren, insbesondere durch die maximale Reichweite der Sensoren definiert. Die Erstreckung des hierin genannten Abwehrbereichs ist durch die maximale Reichweite der Bekämpfungsmaßnahmen definiert.

**[0048]** Unter einem Kleinluftfahrzeug, einem unbemannten Kleinluftfahrzeug oder einem UAV wird hierin ein manövrierbarer Flugkörper mit einem Gesamtgewicht kleiner oder gleich 50 Kilogramm und einer Flugeschwindigkeit von kleiner oder gleich 250 Kilometern pro Stunde verstanden. Dieses können insbesondere als Helikopter-Systeme, Multikopter-Systeme, Motorflugzeuge, Segelflugzeuge, Luftschiffe oder dergleichen ausgeführt sein.

**[0049]** Im Folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnungen erläutert. Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Systems zur Abwehr von Bedrohungsflugkörpern in Form

- steuerbarer unbemannter Kleinluftfahrzeuge gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Systems gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 3 eine schematische Ansicht einer Aufklärungsvorrichtung eines Systems gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 4 eine schematische Ansicht einer Aufklärungsvorrichtung eines Systems gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 5 eine schematische Ansicht eines Abwehr-Kleinluftfahrzeugs eines Systems gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 6 eine schematische Ansicht eines Systems gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 7 eine schematische Ansicht einer Fangvorrichtung eines Systems gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und
- Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Verfahrens gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung als Ablaufdiagramm.

**[0050]** In den Figuren bezeichnen dieselben Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten, soweit nichts Gegenteiliges angegeben ist.

**[0051]** Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Systems 100 zur Abwehr von Bedrohungsflugkörpern 10 in Form steuerbarer unbemannter Kleinluftfahrzeuge. Im Folgenden wird der Bedrohungsflugkörper 10 als Bedrohungs-UAV 10 bezeichnet. Wie Fig. 1 zeigt, weist das System 100 zumindest eine Aufklärungsvorrichtung 20, ein Abwehr-Kleinluftfahrzeug 30, im Folgenden Abwehr-UAV 30 genannt, eine Steuerungsvorrichtung 40 sowie eine optionale elektrische Energiequelle 65 auf.

**[0052]** Das System 100 ist zum Schutz eines zu schützenden Bereichs 1 vorgesehen. Innerhalb des zu schützenden Bereichs 1 ist ein vor Angriffen durch den Bedrohungsflugkörper 10 zu schützendes Objekt gelegen. Das zu schützende Objekt kann, wie in Fig. 1 gezeigt, beispielsweise ein Sportstadion sein. Fig. 1 zeigt beispielhaft ein System 100, welches vier Aufklärungsvorrichtungen 20 aufweist. Die Fig. 3 und 4 zeigen jeweils bevorzugte Gestaltungen der Aufklärungsvorrichtung 20.

Wie in den Fig. 3 und 4 jeweils gezeigt, weist die Aufklärungsvorrichtung 20 eine Sensoreinrichtung 21 zur Detektion eines Kleinluftfahrzeugs innerhalb eines Überwachungsbereichs 3 und eine erste Abwehreinrichtung 22 zur Durchführung einer Bekämpfungsmaßnahme gegen den Bedrohungsflugkörper 10 auf. Die Sensoreinrichtung 21 weist zumindest einen Sensor auf. Bevorzugt weist die Sensoreinrichtung 21 mehrere Sensoren, insbesondere mehrere Sensoren verschiedenen Typs auf. In den Fig. 3 und 4 ist jeweils beispielhaft eine Sensoreinrichtung 21 gezeigt, welche einen akustischen Sensor 21A zur Erfassung von durch das Bedrohungs-UAV 10 emittierten Geräuschen, einen optischen Sensor in Form einer Kamera 21B, einen optischen Infrarot-Sensor 21C sowie einen Radarsensor 21D aufweist. Grundsätzlich kann die Sensoreinrichtung 21 auch mit lediglich einem der vorgenannten Sensoren betrieben werden. Die erste Abwehreinrichtung 22 ist in den Fig. 3 und 4 jeweils beispielhaft als ein Strahlungsgenerator zur Erzeugung niederenergetischer elektromagnetischer Strahlung dargestellt. Wie die Fig. 3 und 4 weiterhin zeigen, weist die Aufklärungseinrichtung 20 eine Sende- und Empfangseinrichtung 21E zur funktionellen Kopplung an die Steuerungsvorrichtung 40 sowie einen optionalen GPS-Empfänger 21F auf.

**[0053]** In Fig. 1 und in Fig. 4 ist beispielhaft jeweils eine Aufklärungseinrichtung 20 gezeigt, welche ein senkrecht startendes und landendes, unbemanntes Träger-Kleinluftfahrzeug 25, im Folgenden Träger-UAV 25 genannt, aufweist. Wie Fig. 4 zeigt, ist sind die Sensoreinrichtung 21 sowie die erste Abwehreinrichtung 22 an dem Träger-UAV 25 angeordnet sind. Fig. 4 zeigt beispielhaft eine Anordnung der Sensoreinrichtung 25 und der ersten Abwehreinrichtung 22 an einer Haltestruktur 25A, welche als eine an dem Träger-UAV 25 befestigte, stabförmige Schiene ausgebildet ist. Alternativ hierzu können die Komponenten der Sensoreinrichtung 25 und der ersten Abwehreinrichtung 22 auch jeweils direkt an den Komponenten des Träger-UAV 25 befestigt sein.

**[0054]** Wie in Fig. 4 weiterhin schematisch gezeigt ist, kann das Träger-UAV 25 zur Versorgung mit elektrischer Energie mit einer räumlich getrennt von dem Träger-Kleinluftfahrzeug 25 angeordneten elektrischen Energiequelle 65 elektrisch verbindbar sein. Zur Herstellung der elektrischen Verbindung zwischen der elektrischen Energiequelle 65 und dem Träger-UAV 25 kann ein Stromkabel 67 vorgesehen sein, welches von einer Abrollvorrichtung 66 abwickelbar ist. In den Fig. 1 und 4 ist das Träger-UAV 25 jeweils als ein senkrecht startendes und landendes UAV beispielhaft in Form eines Multikopters dargestellt.

**[0055]** Fig. 3 zeigt beispielhaft eine weitere mögliche Gestaltung der Aufklärungsvorrichtung 20. Diese weist anstelle des Träger UAV 25 einen teleskopisch ausfahrbaren Masten 23 auf. Wie Fig. 3 zeigt, sind die Sensoreinrichtung 21 sowie die erste Abwehreinrichtung 22 jeweils in einem ersten Endbereich 23A des Masten 23 angeordnet. Ein in Bezug auf die Längserstreckung des

Masten 23 entgegengesetzt zu dem ersten Endbereich 23A gelegenen zweiten Endbereich 23B des Masten 23 ist zur Verankerung des Masten 23 an einer Halterung, wie z.B. einem Sockel oder im Erdreich, vorgesehen.

[0056] Wie in Fig. 1 schematisch gezeigt, ist jede der Sensoreinrichtungen 21 zur Überwachung jeweils eines Überwachungsteilbereichs R21 vorgesehen. Ein durch die Sensoreinrichtungen 21 aller Aufklärungseinrichtungen 20 insgesamt überwachter Bereich definiert einen Überwachungsbereich 3. Wie Fig. 1 zeigt, ist der zu schützende Bereich 1 vollständig innerhalb des Überwachungsbereichs 3 gelegen. Ein Abwehrbereich 2, dessen Erstreckung sich durch die maximale Reichweite der ersten Abwehreleinrichtung 22, der im Folgenden noch beschriebenen zweiten Abwehreleinrichtung 31 und gegebenenfalls einer optionalen dritten Abwehreleinrichtung 63 ergibt, ist bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel vollständig innerhalb des Überwachungsbereichs 3 gelegen und umgibt den zu schützenden Bereich 1 vollständig. Der Überwachungsbereich 3 und der Abwehrbereich 2 können insbesondere identisch sein.

[0057] Wie in Fig. 1 schematisch gezeigt ist, weist das Abwehr-UAV 30 eine zweite Abwehreleinrichtung 31. Weiterhin ist das Abwehr-UAV 30 funktional an die Steuerungsvorrichtung 40 gekoppelt. Fig. 5 zeigt beispielhaft eine mögliche Realisierung des in Fig. 1 schematisch dargestellte Abwehr-UAV 30 als ein senkrecht startendes und landendes UAV. Das Abwehr-UAV 30 kann insbesondere als Multikopter mit mehreren Rotoren 32 ausgeführt sein, wie in Fig. 5 beispielhaft gezeigt ist. Die zweite Abwehreinrichtung 31 kann insbesondere an einem Trägergestell 33 des Abwehr-UAV 30 angeordnet und dort beispielsweise schwenkbar gelagert sein. In Fig. 5 ist die zweite Abwehreleinrichtung 31 beispielhaft als eine als Fangnetz 70 ausgebildete Fangvorrichtung ausgebildet, welches mittels einer auf den Bedrohungsflugkörper 10 angeordneten Netzkanone 34 ausbringbar ist ausgebildet. Die Ausführung dieser Bekämpfungsmaßnahme bewirkt, dass sich das Bedrohungs-UAV 10 in dem Fangnetz 70 verfängt und dadurch flugunfähig wird, beispielsweise weil die Bewegung dessen Rotoren durch die Netzmaschen verhindert wird. Dies ist in Fig. 7 beispielhaft und schematisch dargestellt. Fig. 7 zeigt weiterhin eine vorteilhafte Gestaltung des Fangnetzes 70 mit einem mit diesem über Leinen 71 verbundenen Fallschirm 72. Die Auslösung des Fallschirms 72 kann beispielsweise mittels einer Reißleine 73 erfolgen, welche an deren Ende 74 kinematisch lösbar mit dem Abwehr-UAV 30 gekoppelt ist und bei einer vorbestimmten Zugkraft, die durch den von dem sich in dem Fangnetz 70 verfangenen Bedrohungsflugkörper 10 aufgebracht wird, den Fallschirm 72 auslöst. Der Fallschirm 72 wird von dem Abwehr-UAV 30 gelöst, sodass der Bedrohungsflugkörper 10 kontrolliert durch den Fallschirm 72 entlang der Schwerkraftrichtung G zu Boden gleitet.

[0058] Die Steuerungsvorrichtung 40 ist funktional mit der Aufklärungsvorrichtung 20 und dem Abwehr-Kleinluftfahrzeug 30 verbunden. Dies kann insbesondere mit-

tels einer drahtlosen Datenverbindung zwischen einer Sende- und Empfangseinrichtung 41 der Steuerungsvorrichtung 40 und der Sende- und Empfangseinrichtung 21E der Aufklärungsvorrichtung 20 sowie einer Sende- und Empfangseinrichtung (nicht gezeigt) des Abwehr-Kleinluftfahrzeug 30 realisiert sein. Die Sende- und Empfangseinrichtung 41 der Steuerungsvorrichtung 40 ist dazu ausgelegt, Signale und Daten an die Aufklärungsvorrichtung 20 und das Abwehr-Kleinluftfahrzeug 30 zu übermitteln und von diesen zu empfangen. Die Steuerungsvorrichtung 40 ist dazu ausgelegt Sensorsignale aufgrund der mittels der Sende- und Empfangseinrichtung 41 empfangenen Sensorsignale, aufgrund eines vorbestimmten Bedrohungslevels, welches das von dem Bedrohungsflugkörper 10 ausgehende wahrscheinliche Bedrohungsrisiko für den zu schützenden Bereich 1 beschreibt, und aufgrund eines vorbestimmten Gefährdungslevels, welches angibt, ob ein unkontrollierter Absturz des Bedrohungsflugkörpers 10 innerhalb des Abwehrbereichs 2 hingenommen werden kann oder nicht, ein Steuersignal zu erzeugen. Hierzu weist die Steuerungsvorrichtung 40 bevorzugt einen Prozessor (nicht gezeigt) und einen durch den Prozessor lesbaren nichtflüchtigen Datenspeicher (nicht gezeigt) auf. Die Parameter Bedrohungslevel und Gefährdungslevel können beispielsweise auf dem Datenspeicher abgelegt sein. Auch kann vorgesehen sein, dass diese über eine optionale Benutzerschnittstelle 42, welche über die Sende- und Empfangseinrichtung 41 der Steuerungsvorrichtung 40 mit letzterer funktionell verbunden ist, manuell von einem Operator eingegeben werden, beispielsweise als Zahlenwert.

[0059] Das durch die Steuerungsvorrichtung 40 erzeugte Steuersignal ist durch die Sende- und Empfangseinrichtung 41 der Steuerungsvorrichtung 40 jeweils an die Aufklärungsvorrichtung 20 und das Abwehr-Kleinluftfahrzeug 30 übermittelbar. Die Aufklärungsvorrichtung 20 und das Abwehr-Kleinluftfahrzeug 30 sind jeweils dazu ausgelegt, aufgrund des Steuersignals jeweils eine oder mehrere Bekämpfungsmaßnahmen gegen das Bedrohungs-UAV 10 durchzuführen. Insbesondere sind die Aufklärungsvorrichtung 20 und das Abwehr-Kleinluftfahrzeug 30 dazu ausgelegt, aufgrund des Steuersignals eine Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen mit zunehmender Bekämpfungshärte durchzuführen. Beispielsweise kann aufgrund des Steuersignals zunächst eine Bekämpfung des Bedrohungs-UAV 10 mittels der z.B. als Strahlungsgenerator ausgebildeten ersten Abwehreleinrichtung 22 erfolgen und, wenn diese Bekämpfungsmaßnahme erfolglos bleibt, das Abwehr-Kleinluftfahrzeug 30 in Richtung des Bedrohungs-UAV 10 geflogen und letzteres mit der als Fangnetz 70 ausgebildeten zweiten Abwehreleinrichtung 31 bekämpft werden.

[0060] Fig. 6 zeigt schematisch das erfingungsgemäße System 100 mit einem Auffangnetz 50, welches zur Überspannung des zu schützenden Bereichs 1 bzw. zur Anordnung in Bezug auf die Schwerkraftrichtung G unterhalb des Bedrohungs-UAV 10 vorgesehen ist. Das

Auffangnetz 50 dient dem Auffangen des infolge der Bekämpfungsmaßnahmen gegebenenfalls flugunfähigen Bedrohungs-UAVs 10 oder von sich infolge der Bekämpfungsmaßnahmen von diesem lösenden Teilen 10A, 10B, 10C, wie in Fig. 6 schematisch dargestellt ist. Diese Sicherungsmaßnahme dient somit dem Verhindern eines unkontrollierten Einschlags des Bedrohungsflugkörpers 10 in den Abwehrbereich 2, welcher den zu schützenden Bereich 1 aufweist.

**[0061]** Wie in Fig. 6 gezeigt ist, wird das Auffangnetz 50 erfindungsgemäß mittels zumindest zwei senkrecht startenden und landenden, unbemannten Netzträger-Kleinluftfahrzeugen 26, 27, 28, 29, im Folgenden Netzträger-UAVs 26, 27, 28, 29 genannt, ausgebracht. Die Netzträger-UAVs 26, 27, 28, 29 können insbesondere jeweils durch ein Träger-UAV 25 der Aufklärungsvorrichtung 20 gebildet sein.

**[0062]** Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Gestaltung des Systems 100 mit einem mittels eines Straßenfahrzeugs 101 transportablen Container 60. Das Straßenfahrzeug 101 kann beispielsweise durch einen LKW-Anhänger realisiert sein, wie in Fig. 2 schematisch gezeigt ist. Wie in Fig. 2 gezeigt ist, sind die Steuerungsvorrichtung 40, inklusive deren Sende- und Empfangseinrichtung 41, und die optionale Benutzerschnittstelle 42 in dem Innenraum 61 des Containers 60 angeordnet. Der Container 60 weist weiterhin eine Start- und Landeplattform 62 für das Abwehr-UAV 30 auf. Wie Fig. 2 weiterhin zeigt kann eine optional vorgesehene elektrische Energiequelle 65 ebenfalls im Innenraum 61 des Containers 60 angeordnet sein. Weiterhin kann der Container 60 eine Zugangstür 64, eine Lagerstelle 68 für die Aufklärungseinrichtung 20 sowie eine Lagerstelle 69 für das Auffangnetz 50 und die gegebenenfalls zu diesem gehörigen Netzträger-UAVs 26, 27, 28, 29 aufweisen. Weiterhin kann eine an dem Container 60 angeordnete, funktional mit der Steuerungsvorrichtung 40 gekoppelte dritte Abwehreinrichtung 63 zur Durchführung einer Bekämpfungsmaßnahme gegen den Bedrohungsflugkörper 10 sowie ein GPS-Empfänger vorgesehen sein.

**[0063]** Die Start- und Landeplattform 62 kann beispielsweise als ein durch eine Klappe 62A oder eine ähnliche Abdeckeinrichtung schließbarer Lagerraum 62B ausgebildet sein, aus welchem heraus bei geöffneter Klappe 62A das Abwehr-UAV 30 startbar ist. In Fig. 2 ist die Klappe 62A in einer geschlossenen Stellung dargestellt und kann, wie durch den Pfeil P62 angedeutet, in eine offene Stellung verschwenkt werden.

**[0064]** Die Aufklärungsvorrichtung 20 ist in Fig. 2 beispielhaft als mit einem Träger-UAV 25 ausgeführt dargestellt und kann insbesondere wie anhand der Fig. 4 beschrieben ausgeführt sein. Zum Betrieb des Systems 100 kann die Aufklärungsvorrichtung 20 außerhalb des Containers 60 angeordnet werden. Es ist jedoch auch denkbar, eine Klappe (nicht gezeigt) oder eine ähnliche Abdeckeinrichtung an dem Container 60 vorzusehen, so dass das Träger-UAV 25 aus dem Innenraum 61 des Containers 60 heraus bei geöffneter Klappe starten kann.

**[0065]** Die Lagerstelle 69 für das Auffangnetz 50 und die gegebenenfalls zu diesem gehörigen Netzträger-UAVs 26, 27, 28, 29 kann beispielsweise als ein durch eine Klappe (nicht gezeigt) oder eine ähnliche Abdeckeinrichtung schließbarer Lagerraum 69B ausgebildet sein, aus welchem heraus bei geöffneter Klappe die Netzträger-UAVs 26, 27, 28, 29 starten können.

**[0066]** Die dritte Abwehreinrichtung 63 kann, wie in Fig. 2 beispielhaft und schematisch dargestellt ist, insbesondere als eine Lasereinrichtung zum Bestrahlen des Bedrohungs-UAV 10 mit Laserstrahlung ausgebildet sein. Die dritte Abwehreinrichtung 63 ist mit der Steuerungsvorrichtung funktional verbunden. Dies kann auf die oben beschriebene Weise mittels einer der dritten Abwehreinrichtung 63 zugeordneten Sende- und Empfangseinrichtung (nicht gezeigt) realisiert werden. Die oben beschriebene Steuerungsvorrichtung 40 ist weiterhin dazu ausgelegt, das aufgrund der empfangenen Sensordaten, aufgrund des Bedrohungslevels, und aufgrund des Gefährdungslevels, erzeugte Steuersignal an dritte Abwehreinrichtung 63 zu übermitteln, wobei das Steuersignal eine Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen mittels der dritten Abwehreinrichtung 63 als eine Bekämpfungsmaßnahme der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen bewirkt.

**[0067]** Der GPS-Empfänger 60A ist funktional mit der Steuerungsvorrichtung 40 verbunden und dient der Bestimmung der Position des Containers 60. Die durch den GPS-Empfänger 60A ermittelte Position kann beispielsweise zur Flugführung des Abwehr-UAV 30 genutzt werden.

**[0068]** Fig. 8 zeigt schematisch den Ablauf eines Verfahrens M zur Bekämpfung von Bedrohungs-UAVs 10 in Form steuerbarer unbemannter Kleinluftfahrzeuge. Im Folgenden wird das Verfahren beispielhaft unter Bezugnahme auf das oben beschriebene System 100 erläutert.

**[0069]** In einem ersten Verfahrensschritt M1 erfolgt ein Festlegen des Bedrohungslevels, welches das von dem Bedrohungs-UAV 10 ausgehende wahrscheinliche Bedrohungsrisiko für den zu schützenden Bereich 1 beschreibt. In einem weiteren Schritt M2 wird das Gefährdungslevel, welches angibt, ob ein unkontrollierter Absturz des Bedrohungsflugkörpers 10 innerhalb des Abwehrbereichs 2 hingenommen werden kann oder nicht. Die Schritte M1 und M2 können jeweils insbesondere durch eine Benutzereingabe eines Operators über die Benutzerschnittstelle 42 erfolgen. Die eingegebenen Parameter Bedrohungslevel und Gefährdungslevel können beispielsweise jeweils in dem optionalen Speicher der Steuerungsvorrichtung 40 gespeichert werden.

**[0070]** Weiterhin erfolgt ein Auswählen M3 einer Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen mit zunehmender Bekämpfungshärte zum Bekämpfen des Bedrohungsflugkörpers 10, wobei die maximale Bekämpfungshärte der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen abhängig von dem Bedrohungslevel ausgewählt wird und mit zunehmendem Bedrohungslevel zunimmt. Dies kann beispielsweise durch eine Steuerungsfunktion der Steue-

rungsvorrichtung 40 erfolgen, welcher als Eingangsgrößen das Bedrohungslevel und das Gefährdungslevel übergeben wird. Die Steuerungsfunktion kann beispielsweise eine Matrix umfassen, in welcher jeder möglichen Kombinationen von Bedrohungslevel und Gefährdungslevel jeweils genau eine vorbestimmte Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen zugeordnet ist.

**[0071]** Bei dem Verfahren M wird außerdem die Präsenz eines steuerbaren unbemannten Kleinluftfahrzeugs als Bedrohungsflugkörper 10 innerhalb des Überwachungsbereichs 3 detektiert M4. Dies kann beispielsweise durch Auswertung der durch die Sensoreinrichtung 21 erfassten Sensordaten mittels der Steuerungsvorrichtung 40 erfolgen.

**[0072]** Weiterhin erfolgt ein Vergleich M5 des Gefährdungslevels mit einem vorbestimmten Grenzgefährdungslevel. Dies stellt eine einfache Vergleichsoperation dar, welche ebenfalls mittels der Steuerungsvorrichtung 40 durchgeführt werden kann. Falls das Gefährdungslevel das Grenzgefährdungslevel erreicht oder darüber liegt, erfolgt eine Durchführung M6 einer Sicherungsmaßnahme zur Verhinderung eines unkontrollierten Einschlags des Bedrohungsflugkörpers 10 in den Abwehrbereich 2 infolge einer Bekämpfung. Eine Sicherungsmaßnahme kann beispielsweise durch eine Platzierung des Auffangnetzes 50 unterhalb des detektierten Bedrohungs-UAV 10 mittels der Netzträger-UAVs 26, 27, 28, 29 erfolgen.

**[0073]** Abschließend werden einzelne Bekämpfungsmaßnahmen der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt M7, wobei nach jeder Bekämpfungsmaßnahme deren Bekämpfungserfolg überprüft wird, wobei die Sequenz bei Bekämpfungserfolg abgebrochen und andernfalls die nächste Bekämpfungsmaßnahme der Sequenz durchgeführt wird. Die Sequenz der Bekämpfungsmaßnahmen kann beispielsweise durch das von der Steuerungsvorrichtung 40 erzeugte Steuerungssignal ausgelöst werden. Eine Überprüfung des Erfolgs der Bekämpfungsmaßnahme kann beispielsweise durch Auswertung der durch die Sensoreinrichtung 21 erfassten Sensordaten mittels der Steuerungsvorrichtung 40 erfolgen. Beispielsweise kann die Sequenz abgebrochen werden, indem die Steuerungsvorrichtung 40 ein Abbruchsignal erzeugt, falls aus den Sensordaten eine Präsenz des Bedrohungs-UAV 10 in dem Überwachungsbereich 3 nicht mehr ermittelbar ist.

**[0074]** Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand von Ausführungsbeispielen exemplarisch erläutert wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar. Insbesondere sind auch Kombinationen der voranstehenden Ausführungsbeispiele denkbar.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

#### [0075]

1 zu schützender Bereich

|        |                                |
|--------|--------------------------------|
| 2      | Abwehrbereich                  |
| 3      | Überwachungsbereich            |
| 10     | Bedrohungsflugkörper           |
| 10A    | Teil des Bedrohungsflugkörpers |
| 5 10B  | Teil des Bedrohungsflugkörpers |
| 10C    | Teil des Bedrohungsflugkörpers |
| 20     | Aufklärungsvorrichtung         |
| 21     | Sensoreinrichtung              |
| 21A    | akustischer Sensor             |
| 10 21B | Kamera                         |
| 21C    | Infrarot-Sensor                |
| 21D    | Radarsensor                    |
| 21E    | Sende- und Empfangseinrichtung |
| 21F    | GPS-Empfänger                  |
| 15 22  | erste Abwehreinrichtung        |
| 23     | Masten                         |
| 23A    | erster Endbereich des Masten   |
| 23B    | zweiter Endbereich des Masten  |
| 25     | Träger-Kleinluftfahrzeug       |
| 20 25A | Haltestruktur                  |
| 26     | Netzträger-Kleinluftfahrzeug   |
| 27     | Netzträger-Kleinluftfahrzeug   |
| 28     | Netzträger-Kleinluftfahrzeug   |
| 29     | Netzträger-Kleinluftfahrzeug   |
| 25 30  | Abwehr-Kleinluftfahrzeug       |
| 31     | zweite Abwehreinrichtung       |
| 32     | Rotoren                        |
| 33     | Trägergestell                  |
| 34     | Netzkanone                     |
| 30 40  | Steuerungsvorrichtung          |
| 41     | Sende- und Empfangseinrichtung |
| 42     | Benutzerschnittstelle          |
| 50     | Auffangnetz                    |
| 60     | Container                      |
| 35 60A | GPS-Empfänger                  |
| 61     | Innenraum des Containers       |
| 62     | Start- und Landeplattform      |
| 62A    | Klappe                         |
| 62B    | Lagerraum                      |
| 40 63  | dritte Abwehreinrichtung       |
| 64     | Zugangstüre                    |
| 65     | elektrische Energiequelle      |
| 66     | Abrollvorrichtung              |
| 67     | Stromkabel                     |
| 45 68  | Lagerstelle                    |
| 69     | Lagerstelle                    |
| 69B    | Lagerraum                      |
| 70     | Fangnetz                       |
| 71     | Leinen                         |
| 50 72  | Fallschirm                     |
| 73     | Reißleine                      |
| 74     | Ende der Reißleine             |
| 100    | System                         |
| 101    | Straßenfahrzeug                |
| 55 M   | Verfahren                      |
| M1     | Verfahrensschritt              |
| M2     | Verfahrensschritt              |
| M3     | Verfahrensschritt              |

M4 Verfahrensschritt  
 M5 Verfahrensschritt  
 M6 Verfahrensschritt  
 M7 Verfahrensschritt  
 P62 Pfeil  
 R21 Überwachungsteilbereich

## Patentansprüche

1. System (100) zur Abwehr von Bedrohungsflugkörpern (10) in Form steuerbarer unbemannter Kleinluftfahrzeuge mit:

zumindest einer Aufklärungsvorrichtung (20) mit einer Sensoreinrichtung (21) zur Detektion eines Kleinluftfahrzeugs innerhalb eines Überwachungsbereichs (3) und einer ersten Abwehreinrichtung (22) zur Durchführung einer Bekämpfungsmaßnahme gegen den Bedrohungsflugkörper (10);

einem unbemannten Abwehr-Kleinluftfahrzeug (30), an welchem eine zweite Abwehreinrichtung (31) zur Durchführung einer Bekämpfungsmaßnahme gegen den Bedrohungsflugkörper (10) angeordnet ist;

einer Steuerungsvorrichtung (40), welche funktional mit der Aufklärungsvorrichtung (20) und dem Abwehr-Kleinluftfahrzeug (30) verbunden und dazu ausgelegt ist

Sensorsignale von der Sensoreinrichtung (21) der zumindest einen Aufklärungsvorrichtung (20) zu empfangen,

aufgrund der empfangenen Sensorsignale, aufgrund eines vorbestimmten Bedrohungslevels, welches das von dem Bedrohungsflugkörper (10) ausgehende wahrscheinliche Bedrohungsrisiko für einen zu schützenden Bereich (1) beschreibt, und

aufgrund eines vorbestimmten Gefährdungslevels, welches angibt, ob ein unkontrollierter Absturz des Bedrohungsflugkörpers (10) innerhalb eines Abwehrbereichs (2), welcher innerhalb des Überwachungsbereichs (3) liegt und den zu schützenden Bereich (1) umfasst, hingenommen werden kann oder nicht, ein Steuersignal zu erzeugen und an die Aufklärungsvorrichtung (20) und das Abwehr-Kleinluftfahrzeug (30) zu übermitteln,

wobei die Aufklärungsvorrichtung (20) und das Abwehr-Kleinluftfahrzeug (30) jeweils dazu ausgelegt sind, aufgrund des Steuersignals jeweils eine Bekämpfungsmaßnahme durchzuführen, sodass eine Durchführung einer Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen mittels der ersten

Abwehreinrichtung (22) und der zweite Abwehreinrichtung (31) erfolgt; und  
 einem Auffangnetz (50) zum Auffangen des abstürzenden Bedrohungsflugkörpers oder zur Abschirmung des zu schützenden Bereichs (1), wobei das Auffangnetz (50) mittels zumindest zwei senkrecht startenden und landenden, unbemannten Netzträger-Kleinluftfahrzeugen (25, 26; 25, 27; 25, 28; 25, 29) in Bezug auf die Schwerkraftrichtung (G) unterhalb des Bedrohungsflugkörpers (10) ausbringbar ist.

2. System (100) nach Anspruch 1, wobei die zumindest eine Aufklärungsvorrichtung (20) einen teleskopisch ausfahrbaren Masten (23) aufweist, an dessen Endbereich die Sensoreinrichtung (21) sowie die erste Abwehreinrichtung (22) angeordnet sind.

3. System (100) nach Anspruch 1, wobei die zumindest eine Aufklärungsvorrichtung (20) ein senkrecht startendes und landendes, unbemanntes Träger-Kleinluftfahrzeug (25) aufweist, an welchem die Sensoreinrichtung (21) sowie die erste Abwehreinrichtung (22) angeordnet sind.

4. System (100) nach Anspruch 3, wobei das Träger-Kleinluftfahrzeug (25) zu dessen Betrieb mit einer räumlich getrennt von dem Träger-Kleinluftfahrzeug (25) angeordneten elektrischen Energiequelle (65) elektrisch verbindbar ist.

5. System (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die erste Abwehreinrichtung (22) einen Strahlungsgenerator zur Erzeugung niederenergetischer elektromechanischer Strahlung und/oder eine Fangvorrichtung und/oder einen Strahlungsgenerator zur Erzeugung hochenergetischer elektromechanischer Strahlung und/oder eine Abfeuerungseinrichtung zum Abfeuern eines Projektils oder eines Lenkflugkörpers aufweist.

6. System (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die zweite Abwehreinrichtung (31) einen Strahlungsgenerator zur Erzeugung niederenergetischer elektromechanischer Strahlung und/oder eine Fangvorrichtung und/oder einen Strahlungsgenerator zur Erzeugung hochenergetischer elektromechanischer Strahlung und/oder eine Abfeuerungseinrichtung zum Abfeuern eines Projektils oder eines Lenkflugkörpers aufweist.

7. System (100) nach, Anspruch 3 oder 4 wobei die Netzträger-Kleinluftfahrzeuge (25, 26; 25, 27; 25, 28; 25, 29) jeweils durch ein Träger-Kleinluftfahrzeug (25) der Aufklärungsvorrichtung (20) gebildet sind.

8. System (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche, zusätzlich aufweisend:

einen mittels eines Straßenfahrzeugs (101) transportablen Container (60), in dessen Innenraum (61) die Steuerungsvorrichtung (40) angeordnet ist und welcher eine Start- und Landeplattform (62) für das Abwehr-Kleinluftfahrzeug (30) aufweist.

9. System (100) nach einem Anspruch 8, zusätzlich aufweisend:

eine an dem Container (60) angeordnete, funktional mit der Steuerungsvorrichtung (40) gekoppelte dritte Abwehreinrichtung (63) zur Durchführung einer Bekämpfungsmaßnahme gegen den Bedrohungsflugkörper (10), wobei die Steuerungsvorrichtung (40) dazu ausgelegt das, aufgrund der empfangenen Sensordaten, aufgrund des Bedrohungslevels, und aufgrund des Gefährdungslevels, erzeugte Steuersignal an dritte Abwehreinrichtung (63) zu übermitteln, wobei das Steuersignal eine Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen mittels der dritten Abwehreinrichtung (63) als eine Bekämpfungsmaßnahme der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen bewirkt.

10. System (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei jede einzelne Abwehreinrichtung (22, 31, 63) dazu ausgelegt ist, aufgrund des Steuersignals die jeweilige Abwehrmaßnahme autonom durchzuführen.

11. Verfahren (M) zur Abwehr von Bedrohungsflugkörpern (10) in Form steuerbarer unbemannter Kleinluftfahrzeuge mittels einem System (100) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, wobei das Verfahren folgende Verfahrensschritte umfasst:

Festlegen (M1) des Bedrohungslevels;  
Festlegen (M2) des Gefährdungslevels;  
Auswählen (M3) einer Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen mit zunehmender Bekämpfungshärte zum Bekämpfen des Bedrohungsflugkörpers (10) mittels einer Steuerungsfunktion der Steuerungsvorrichtung (40) erfolgen, welcher als Eingangsgrößen das Bedrohungslevel und das Gefährdungslevel übergeben wird, wobei die maximale Bekämpfungshärte der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen abhängig von dem Bedrohungslevel ausgewählt wird und mit zunehmendem Bedrohungslevel zunimmt;  
Detektieren (M4) eines steuerbaren unbemannten Kleinluftfahrzeugs als Bedrohungsflugkörper (10) innerhalb des Überwachungsbereichs (3) mittels der Sensoreinrichtung (21);  
Vergleichen (M5) des Gefährdungslevels mit einem vorbestimmten Grenzgefährdungslevel mittels der Steuerungsvorrichtung (40);  
Durchführung (M6) einer Sicherungsmaßnahme zur Verhinderung eines unkontrollierten Ein-

schlags des Bedrohungsflugkörpers (10) in den Abwehrbereich (2) infolge einer Bekämpfung, falls das Gefährdungslevel das Grenzgefährdungslevel erreicht, wobei das Durchführen (M6) der Sicherungsmaßnahme ein Platzieren des Auffangnetzes (50) in Bezug auf die Schwerkrafttrichtung (G) unterhalb des Bedrohungsflugkörpers (10) mittels der Netzträger-Kleinluftfahrzeugen (25, 26; 25, 27; 25, 28; 25, 29) umfasst; und  
Durchführen (M7) der einzelnen Bekämpfungsmaßnahmen der Sequenz von Bekämpfungsmaßnahmen mittels der Abwehreinrichtung (31) und des Abwehr-Kleinluftfahrzeugs (30), wobei nach jeder Bekämpfungsmaßnahme deren Bekämpfungserfolg mittels der Steuerungsvorrichtung (40) anhand von mittels der Sensoreinrichtung (21) erfassten Sensordaten überprüft wird, wobei die Sequenz bei Bekämpfungserfolg abgebrochen und andernfalls die nächste Bekämpfungsmaßnahme der Sequenz durchgeführt wird.

12. Verfahren (M) nach Anspruch 11, wobei zumindest eine Bekämpfungsmaßnahme der Sequenz der Bekämpfungsmaßnahmen von einem unbemannten Abwehr-Kleinluftfahrzeug (30), insbesondere in Form eines senkrecht startenden und landenden Kleinluftfahrzeugs, aus durchgeführt wird.

13. Verfahren (M) nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Sequenz der Bekämpfungsmaßnahmen zumindest eine erste Bekämpfungsmaßnahme geringer Bekämpfungshärte zur Störung der Steuerbarkeit des Bedrohungsflugkörpers (10) aufweist, wobei als erste Bekämpfungsmaßnahme bevorzugt eine Bestrahlung des Bedrohungsflugkörpers mit niederenergetischer elektromagnetischer Strahlung vorgesehen ist.

14. Verfahren (M) nach Anspruch 13, wobei die Sequenz der Bekämpfungsmaßnahmen zusätzlich zumindest eine zweite Bekämpfungsmaßnahme zur Entfernung des Bedrohungsflugkörpers (10) aus dem zu schützenden Bereich (1) oder zur Beeinträchtigung der Flugfähigkeit des Bedrohungsflugkörpers (10) aufweist, wobei als zweite Bekämpfungsmaßnahme bevorzugt ein Einfangen des Bedrohungsflugkörpers (10) mit einer Fangvorrichtung, insbesondere einem Fangnetz (70), vorgesehen ist.

15. Verfahren (M) nach Anspruch 13 oder 14, wobei die Sequenz der Bekämpfungsmaßnahmen zusätzlich zumindest eine dritte Bekämpfungsmaßnahme zur zumindest teilweisen mechanischen Zerstörung des Bedrohungsflugkörpers (10) aufweist, wobei als dritte Bekämpfungsmaßnahme bevorzugt eine Bestrahlung des Bedrohungsflugkörpers (10) mit hoch-

energetischer elektromagnetischer Strahlung oder ein Abfeuern eines oder mehrerer Abwehrgeschosse auf den Bedrohungsflugkörper (10) vorgesehen ist.

## Claims

1. System (100) for intercepting threatening missiles (10) in the form of controllable unmanned light aircraft, comprising:

at least one reconnaissance device (20) comprising a sensor means (21) for detecting a light aircraft within a monitoring region (3) and a first interception means (22) for carrying out a combat measure against the threatening missile (10);

an unmanned light defence aircraft (30), on which a second defence means (31) for carrying out a combat measure against the threatening missile (10) is arranged;

a control device (40), which is functionally linked to the reconnaissance device (20) and the light defence aircraft (30) and is configured to receive sensor signals from the sensor means (21) of the at least one reconnaissance device (20),

on the basis of the received sensor signals, on the basis of a predetermined threat level which describes the probable threat risk from the threatening missile (10) for a region (1) to be protected, and on the basis of a predetermined danger level which specifies whether or not an uncontrolled crash of the threatening missile (10) within a defence region (2), which is situated within the monitoring region (3) and includes the region (1) to be protected, is acceptable, to generate a control signal and pass it on to the reconnaissance device (20) and the light defence aircraft (30),

wherein the reconnaissance device (20) and the light defence aircraft (30) are each configured, on the basis of the control signal, to carry out an associated combat measure, in such a way that a sequence of combat measures are carried out by means of the first defence means (22) and the second defence means (31); and

a capture net (50) for capturing the crashing threatening missile or for shielding the region to be protected (1), the capture net (50) being deployable below the threatening missile (10) in terms of the direction of gravity (G) by means of two unmanned light net-carrier defence aircraft (25, 26; 25, 27; 25, 28; 25, 29), which take off and land vertically.

2. System (100) according to claim 1, wherein the at

least one reconnaissance device (20) has a telescopically extendible mast (23), at the end region of which the sensor means (21) and the first defence means (22) are arranged.

3. System (100) according to claim 1, wherein the at least one reconnaissance device (20) has an unmanned light carrier aircraft (25), which takes off and lands vertically and on which the sensor means (21) and the first defence means (22) are arranged.

4. System (100) according to claim 3, wherein the light carrier aircraft (25), for the operation thereof, is connected to an electrical power source (65) arranged physically separately from the light carrier aircraft (25).

5. System according to any of the preceding claims, wherein the first defence means (22) has a radiation generator for generating low-energy electromagnetic radiation and/or a capture device and/or a radiation generator for generating high-energy electromagnetic radiation and/or a firing means for firing a projectile or guided missile.

6. System (100) according to any of the preceding claims, wherein the second defence means (31) has a radiation generator for generating low-energy electromagnetic radiation and/or a capture device and/or a radiation generator for generating high-energy electromagnetic radiation and/or a firing means for firing a projectile or guided missile.

7. System (100) according to either claim 3 or claim 4, wherein the light net-carrier aircraft (25, 26; 25, 27; 25, 28; 25, 29) are each formed by a light carrier aircraft (25) of the reconnaissance device (20).

8. System (100) according to any of the preceding claims, additionally having: a container (60), which is transportable using a road vehicle (101) and in the interior (61) of which the control device (40) is arranged and which has a take-off and landing platform (62) for the light defence aircraft (30).

9. System (100) according to claim 8, additionally having: a third device means (63), which is arranged on the container (60) and functionally coupled to the control device (40), for carrying out a combat measure against the threatening missile (10), the control device (40) being configured to pass on the control signal, generated on the basis of the received sensor data, on the basis of the threat level and on the basis of the danger level, to third defence means (63), the control signal causing combat measures to be carried out by means of the third defence means (63)

as a combat measure of the sequence of combat measures.

10. System (100) according to any of the preceding claims, wherein each individual defence device (22, 31, 63) is configured to carry out the associated defence measure autonomously on the basis of the control signal.
11. Method (M) for intercepting threatening missile (10) in the form of controllable unmanned light aircraft by means of a system (100) according to any of the preceding claims, the method comprising the following method steps:
  - establishing (M1) the threat level;
  - establishing (M2) the danger level;
  - selecting (M3) a sequence of combat measures of increasing combat strength to combat the threatening missile (10) by means of a control function of the control device (40), to which the threat level and the danger level are given as input variables, the maximum combat strength of the sequence of combat measures being selected as a function of the threat level and increasing with increasing threat level;
  - detecting (M4) a controllable unmanned light aircraft as a threatening missile (10) within the monitoring region (3) by means of the sensor means (21);
  - comparing (M5) the danger level with a predetermined boundary threat level by means of the control device (40);
  - carrying out (M6) a safety measure to prevent uncontrolled impact of the threatening missile (10) in the defence region (2) as a result of combat if the danger level reaches the boundary danger level, carrying out (M6) the safety measure involving placing the capture net (50) below the threatening missile (10) in terms of the direction of gravity (G) by means of the light net-carrier aircraft (25, 26; 25, 27; 25, 28; 25, 29); and
  - carrying out (M7) the individual combat measures of the sequence of combat measures by means of the defence means (31) and the light defence aircraft (30), after each combat measure the combat success thereof being checked by means of the control device (40) using sensor data captured by means of the sensor device (21), the sequence being broken off in the event of combat success and the next combat measure of the sequence being carried out otherwise.
12. Method (M) according to claim 11, wherein at least one combat measure of the sequence of combat measures is carried out by an unmanned light defence aircraft (30), in particular in the form of a light

aircraft which takes off and lands vertically.

13. Method according to either claim 11 or claim 12, wherein the sequence of the combat measures includes at least one first combat measure of low combat strength to disrupt the controllability of the threatening missile (10), irradiation of the threatening missile with low-energy electromagnetic radiation preferably being provided as the first combat measure.
14. Method (M) according to claim 13, wherein the sequence of the combat measures additionally includes at least one second combat measure for removing the threatening missile (10) from the region (1) to be protected or for impairing the flight capability of the threatening missile (10), capture of the threatening missile (10) with a capture device, in particular a capture net (70), preferably being provided as the second combat measure.
15. Method (M) according to either claim 13 or claim 14, wherein the sequence of the combat measures additionally includes at least one third combat measure for mechanically destroying the threatening missile (10) at least in part, irradiation of the threatening missile (10) with high-energy electromagnetic radiation or firing of one or more intercepting shots at the threatening missile (10) preferably being provided as the third combat measure.

## Revendications

1. Système (100) destiné à la défense contre des missiles menaçants (10) sous forme de petits aéronefs commandés sans pilote, avec :
  - au moins un dispositif de reconnaissance (20) avec un équipement de capteur (21) destiné à la détection d'un petit aéronef à l'intérieur d'une zone de surveillance (3), et un premier équipement de défense (22) destiné à la réalisation d'une mesure de combat contre le missile menaçant (10) ;
  - un petit aéronef de défense (30) sans pilote sur lequel est disposé un deuxième équipement de défense (31) destiné à la réalisation d'une mesure de combat contre le missile menaçant (10) ;
  - un dispositif de commande (40) qui est raccordé fonctionnellement au dispositif de reconnaissance (20) et au petit aéronef de défense (30), et qui est conçu pour recevoir des signaux de capteur en provenance de l'équipement de capteur (21) du dispositif de reconnaissance (20) au moins au nombre de un,
  - pour produire un signal de commande et le transmettre au dispositif de reconnaissance (20) et au petit aéronef de défense (30) sur la base

- des signaux de capteur reçus, sur la base d'un niveau de menace prédéfini qui décrit, pour une zone (1) à protéger, le risque de menace probable émanant du missile menaçant (10), et sur la base d'un niveau de mise en danger prédéfini qui indique si une chute incontrôlée du missile menaçant (10) à l'intérieur d'une zone de défense (2) qui est située à l'intérieur de la zone de surveillance (3) et qui comprend la zone (1) à protéger, peut être tolérée ou non, le dispositif de reconnaissance (20) et le petit avion de défense (30) étant respectivement conçus pour, sur la base du signal de commande, réaliser respectivement une mesure de combat de telle sorte qu'une réalisation d'une séquence de mesures de combat est effectuée au moyen du premier équipement de défense (22) et du deuxième équipement de défense (31) ; et avec un filet d'interception (50) destiné à l'interception du missile menaçant ou à la protection de la zone (1) à protéger, le filet d'interception (50) pouvant, au moyen d'au moins deux petits avions porte-filet (25, 26; 25, 27; 25, 28; 25, 29) sans pilote décollant et atterrissant verticalement, être amené au-dessous du missile menaçant (10) par rapport à la direction de la force de gravité (G).
2. Système (100) selon la revendication 1, le dispositif de reconnaissance (20) au moins au nombre de un comportant un mât ((23) à déploiement télescopique sur la zone d'extrémité duquel sont disposés l'équipement de capteur (21) ainsi que le premier équipement de défense (22).
  3. Système (100) selon la revendication 1, le dispositif de reconnaissance (20) au moins au nombre de un comportant un petit avion porteur (25) sans pilote décollant et atterrissant verticalement sur lequel sont disposés l'équipement de capteur (21) ainsi que le premier équipement de défense (22).
  4. Système (100) selon la revendication 3, le petit avion porteur (25) pouvant, pour son fonctionnement, être raccordé électriquement à une source d'énergie (65) électrique disposée séparément dans l'espace du petit avion porteur (25) .
  5. Système (100) selon l'une des revendications précédentes, le premier équipement de défense (22) comportant un générateur de rayonnement destiné à la production d'un rayonnement électromécanique de basse énergie et/ou un dispositif de capture et/ou un générateur de rayonnement destiné à la production d'un rayonnement électromécanique de haute énergie et/ou un équipement de tir destiné à tirer un projectile ou un missile guidé.
  6. Système (100) selon l'une des revendications précédentes, le deuxième équipement de défense (31) comportant un générateur de rayonnement destiné à la production d'un rayonnement électromécanique de basse énergie et/ou un dispositif de capture et/ou un générateur de rayonnement destiné à la production d'un rayonnement électromécanique de haute énergie et/ou un équipement de tir destiné à tirer un projectile ou un missile guidé.
  7. Système (100) selon la revendication 3 ou 4, les petits avions porte-filet (25, 26; 25, 27; 25, 28; 25, 29) étant formés respectivement par un petit avion porteur (25) du dispositif de reconnaissance (20).
  8. Système (100) selon l'une des revendications précédentes, comportant en plus : un container (60), pouvant être transporté au moyen d'un véhicule routier (101), dans l'espace intérieur (61) duquel le dispositif de commande (40) est disposé et qui comporte une plateforme de décollage et d'atterrissage (62) pour le petit avion de défense (30).
  9. Système (100) selon la revendication 8, comportant en plus : un troisième équipement de défense (63), disposé sur le container (60), couplé fonctionnellement au dispositif de commande (40), destiné à la réalisation d'une mesure de combat contre le missile menaçant (10), le dispositif de commande (40) étant conçu pour, sur la base des données de capteur reçues, sur la base du niveau de menace et sur la base du niveau de mise en danger, transmettre le signal de commande produit au troisième équipement de défense (63), le signal de commande provoquant une réalisation de mesures de combat au moyen du troisième équipement de défense (63) en tant que mesure de combat de la séquence de mesures de combat.
  10. Système (100) selon l'une des revendications précédentes, chaque équipement de défense (22, 31, 63) individuel étant conçu pour, sur la base du signal de commande, réaliser de façon autonome la mesure de défense respective.
  11. Procédé (M) de défense contre des missiles menaçants (10), sous la forme de petits avions sans pilote commandés, au moyen d'un système (100) selon l'une des revendications précédentes, le procédé comprenant les étapes de procédé suivantes :
    - la fixation (M1) du niveau de menace ;
    - la fixation (M2) du niveau de mise en danger ;
    - la sélection (M3) d'une séquence de mesures de combat ayant une intensité de combat croissante pour combattre le missile menaçant (10)

au moyen d'une fonction de commande du dispositif de commande (40), à laquelle le niveau de menace et le niveau de mise en danger sont délivrés en tant que grandeurs d'entrée, l'intensité de combat maximale de la séquence de mesures de combat étant sélectionnée en fonction du niveau de menace et augmentant avec le niveau de menace croissant ;

la détection (M4) d'un petit aéronef commandé sans pilote en tant que missile menaçant (10) à l'intérieur de la zone de surveillance (3) au moyen de l'équipement de capteur (21) ;

la comparaison (M5) du niveau de mise en danger avec un niveau de mise en danger limite prédéfini au moyen du dispositif de commande (40) ;

la réalisation (M6) d'une mesure de sécurité destinée à empêcher un impact incontrôlé du missile menaçant (10) dans la zone de défense (2) du fait d'un combat, au cas où le niveau de mise en danger atteint le niveau de mise en danger limite, la réalisation (M6) de la mesure de sécurité comprenant un placement du filet d'interception (50) au-dessous du missile menaçant (10) par rapport à la direction de la force de gravité (G) au moyen des petits aéronefs porte-filet (25, 26; 25, 27; 25, 28; 25, 29) ; et

la réalisation (M7) des mesures de combat individuelles de la séquence de mesures de combat au moyen de l'équipement de défense (31) et du petit aéronef de défense (30), où, après chaque mesure de combat, sa réussite en matière de combat est contrôlée au moyen du dispositif de commande (40) à l'aide de données de capteur détectées au moyen de l'équipement de capteur (21), la séquence étant interrompue en cas de réussite en matière de combat, et sinon la mesure de combat suivante de la séquence étant réalisée.

**12.** Procédé (M) selon la revendication 11, au moins une mesure de combat de la séquence des mesures de combat étant réalisée à partir d'un petit aéronef de défense (30) sans pilote, en particulier sous forme de petit aéronef décollant et atterrissant verticalement.

**13.** Procédé (M) selon la revendication 11 ou 12, la séquence des mesures de combat comportant au moins une première mesure de combat de moindre intensité de combat destinée à perturber la gouvernabilité du missile menaçant (10), une irradiation du missile menaçant avec un rayonnement électromagnétique de basse énergie étant de préférence prévue en tant que première mesure de combat.

**14.** Procédé (M) selon la revendication 13, la séquence des mesures de combat comprenant en plus au

moins une deuxième mesure de combat destinée à éloigner le missile menaçant (10) de la zone (1) à protéger ou à affecter la capacité de voler du missile menaçant (10), une capture du missile menaçant (10) avec un dispositif de capture, en particulier un filet de capture (70), étant de préférence prévue en tant que deuxième mesure de combat.

**15.** Procédé (M) selon la revendication 13 ou 14, la séquence des mesures de combat comprenant en plus au moins une troisième mesure de combat destinée à la destruction mécanique au moins partielle du missile menaçant (10), une irradiation du missile menaçant (10) avec un rayonnement électromagnétique de haute énergie ou un tir d'un ou de plusieurs projectiles de défense vers le missile menaçant (10) étant de préférence prévu(e) en tant que troisième mesure de combat.

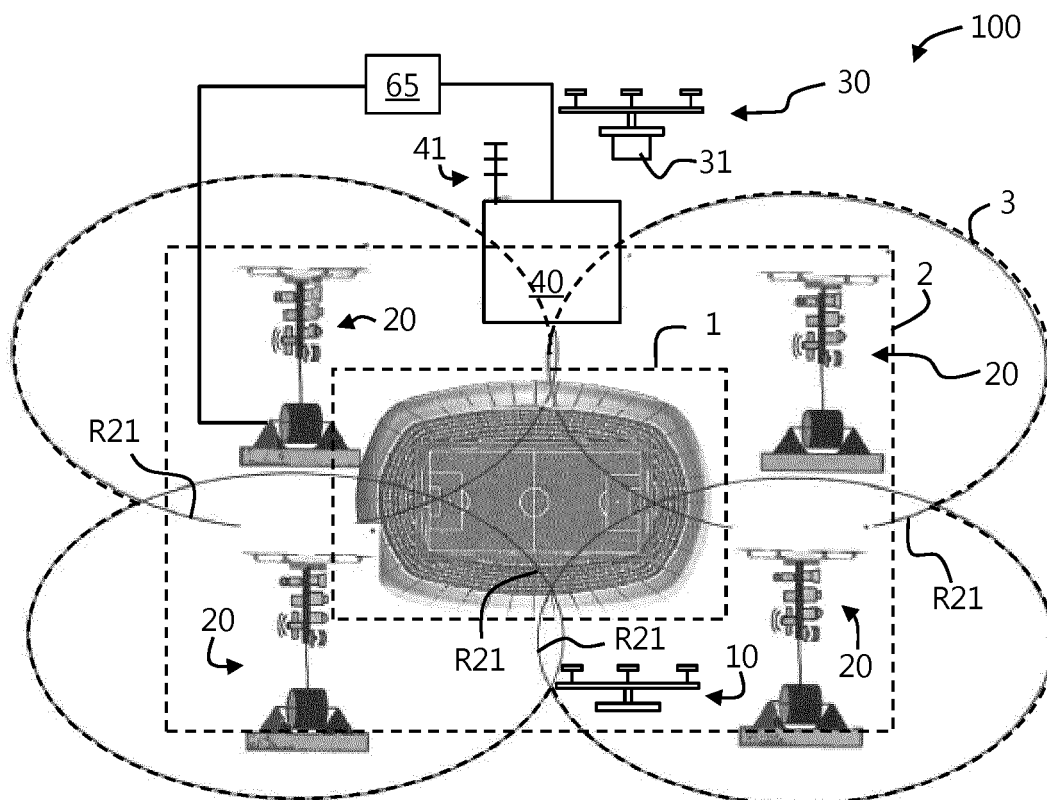


Fig. 1

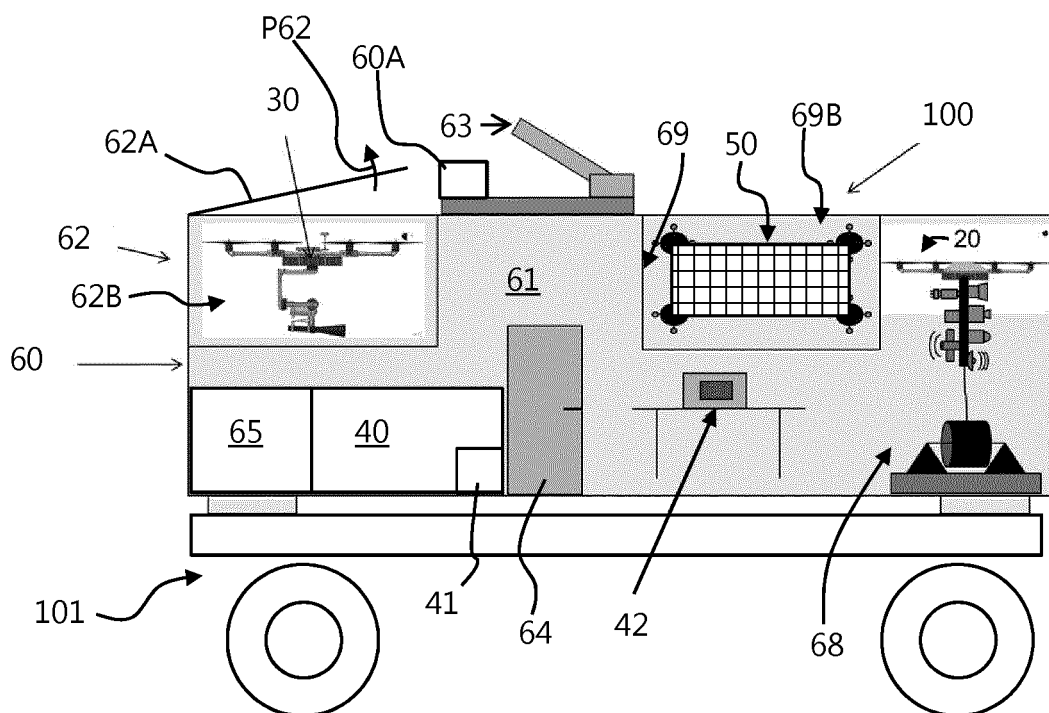


Fig. 2

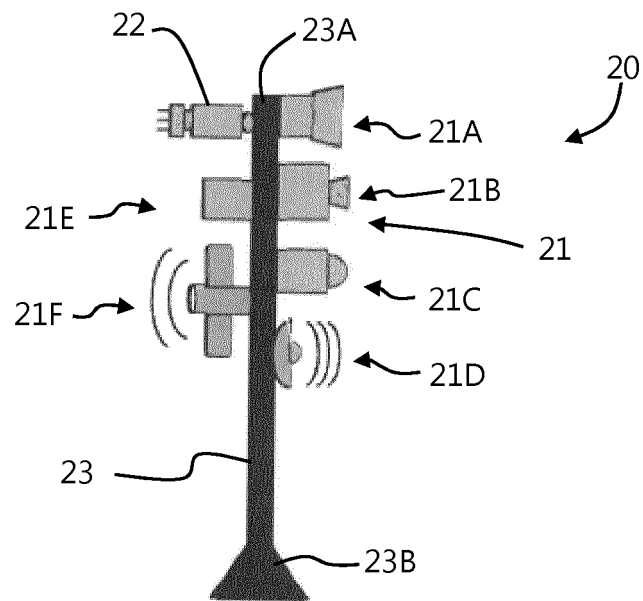


Fig. 3

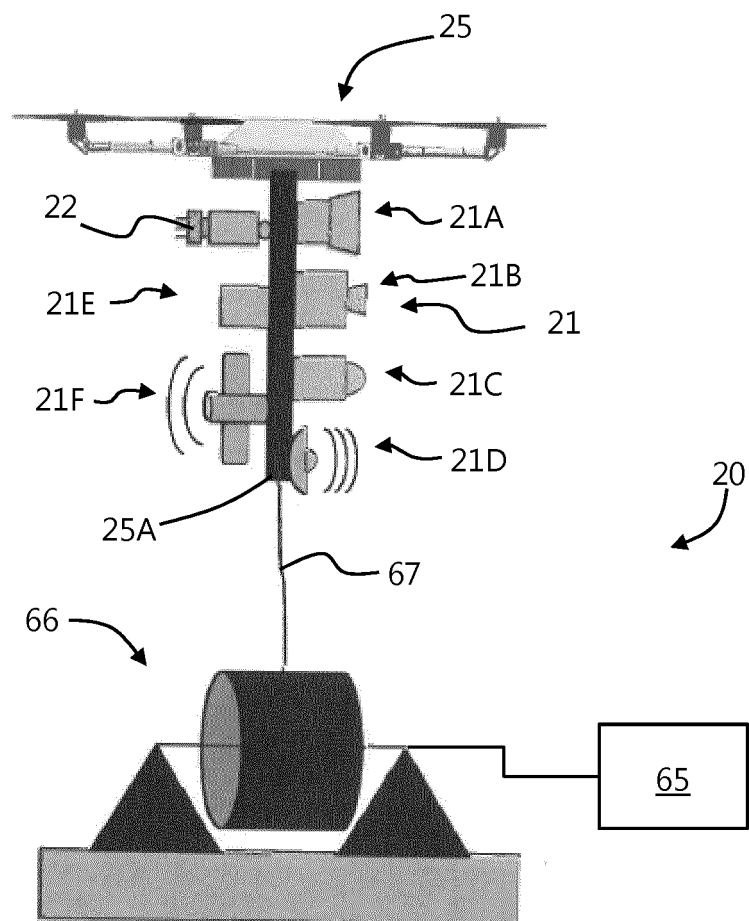


Fig. 4

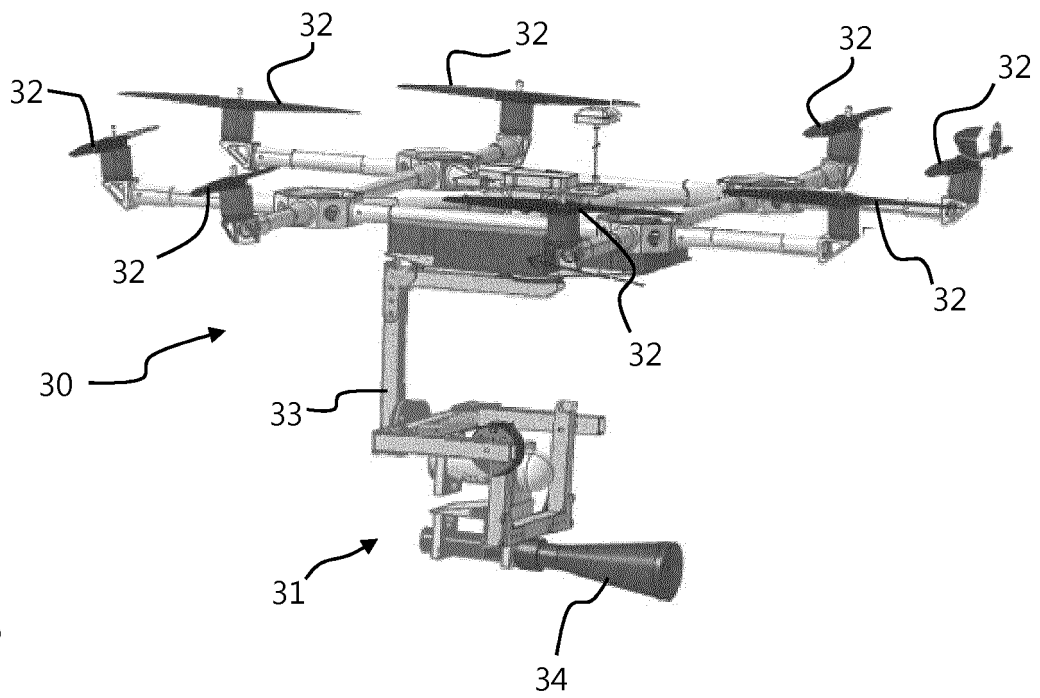


Fig. 5

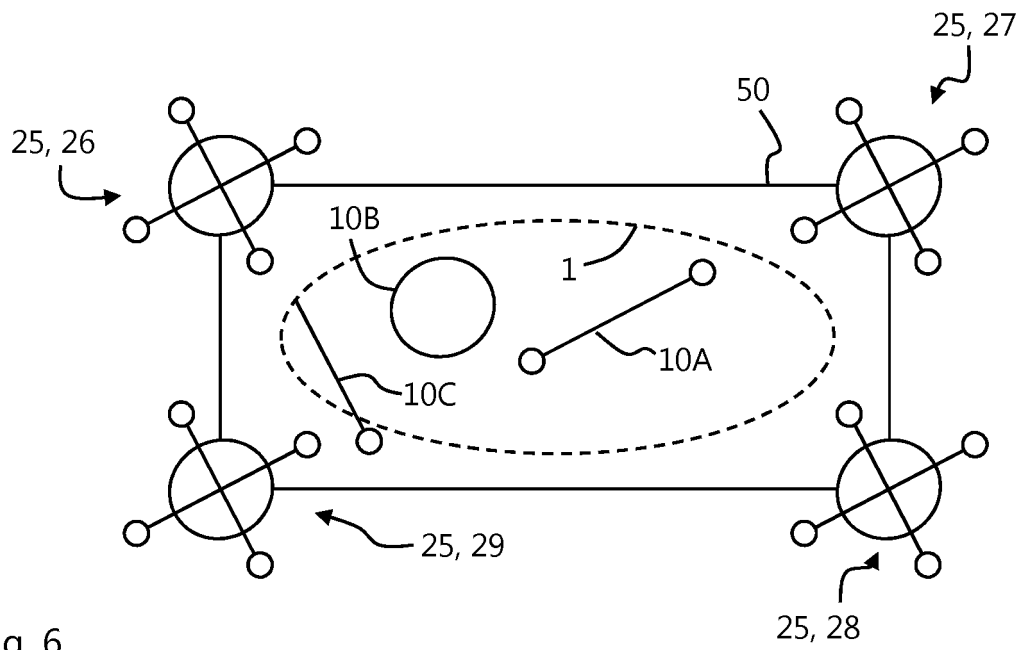


Fig. 6

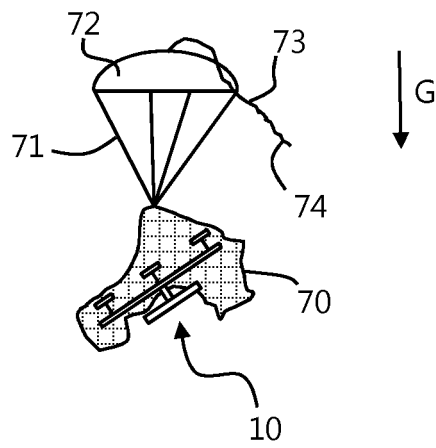


Fig. 7

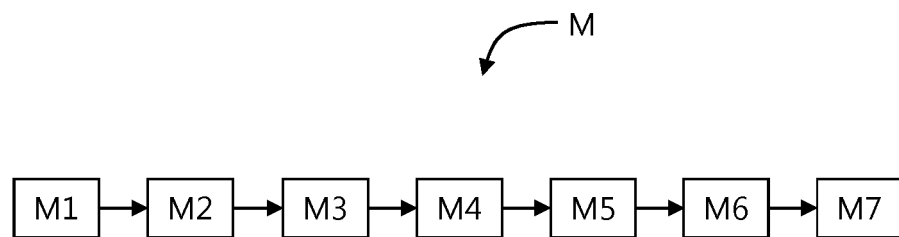


Fig. 8

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102014014117 A1 [0002]
- US 2016245907 A1 [0003]