



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.04.2013 Patentblatt 2013/16

(51) Int Cl.:
F42B 15/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12007013.1**

(22) Anmeldetag: **10.10.2012**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Grabmeier, Michael**
83022 Rosenheim (DE)
• **Menn, Oliver**
85386 Eching (DE)

(30) Priorität: **13.10.2011 DE 102011115963**

(74) Vertreter: **Häußler, Henrik**
EADS Deutschland GmbH
Patentabteilung
81663 München (DE)

(71) Anmelder: **MBDA Deutschland GmbH**
86529 Schrobenhausen (DE)

(54) **Unbemannter Trainings- und Testflugkörper**

(57) Ein unbemannter Trainings- und Testflugkörper mit einem eine Nutzlast aufnehmenden Rumpf; Steuerflächen, die mittels Steuerflächenantrieben bewegbar am Rumpf angebracht, aber im Tragflug verriegelt sind; einem Bordcomputer (14), der einen Missionsdatenspeicher (140) aufweist; einem Navigationsrechner (13), welcher Steuersignale zur Beaufschlagung der Steuerflächenantriebe erzeugt; einem Suchkopf (16) und einem

Bildverarbeitungscomputer (17), der mit dem Suchkopf (16) und dem Navigationsrechner (13) zum Datenaustausch verbunden ist; zeichnet sich dadurch aus, dass zumindest eine Vorrichtung (143, 144) zum Erfassen und Speichern von während eines Trainings- oder Testflugs eines mit dem Flugkörper ausgestatteten Trägerflugzeugs auftretenden Navigationsereignissen vorgesehen ist.

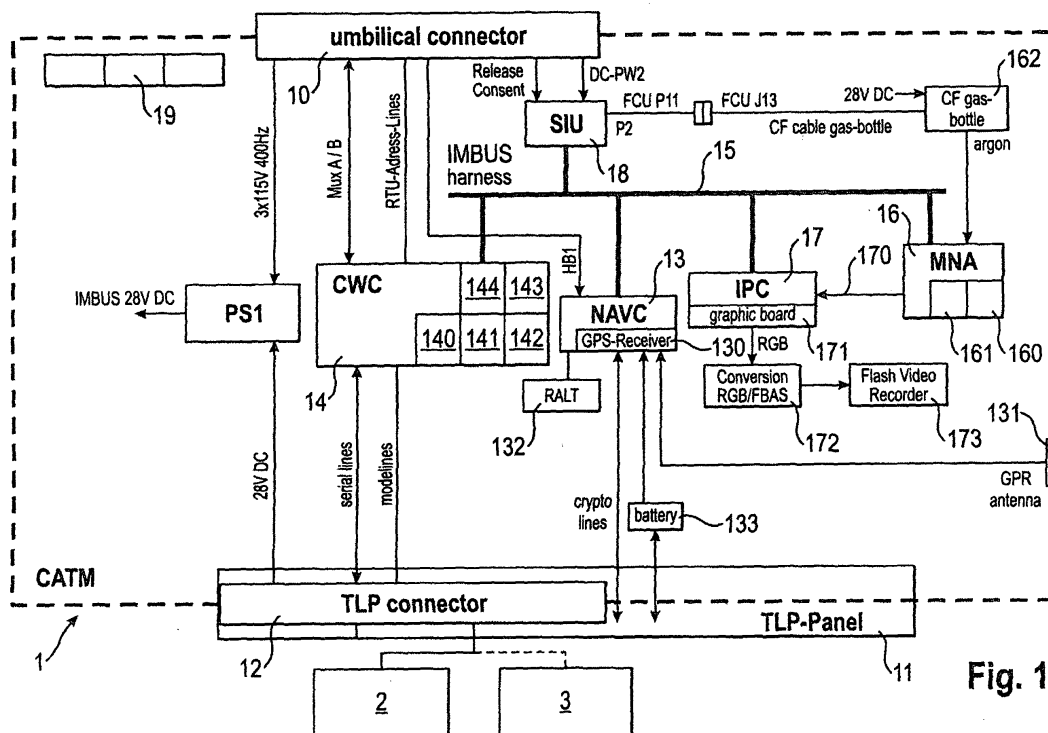


Fig. 1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen unbemannten Trainings- und Testflugkörper nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Derartige Trainings- und Testflugkörper werden eingesetzt, um das im Einsatzfall mit dem Flugkörper hantierende Personal zu schulen und zu trainieren sowie Einsatzverfahren zu erproben. Sie betrifft weiterhin ein Verfahren zum Überprüfen der in einem Missionsdatenspeicher eines derartigen Trainings- und Testflugkörpers gespeicherten Missionsplandaten.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Eine der wesentlichen Tätigkeiten von militärischem Personal ist das Training für einen Einsatzfall. Im Falle des Einsatzes eines unbemannten Flugkörpers sind von dieser Trainingsaufgabe sowohl das mit dem Flugkörper hantierende Bodenpersonal als auch das fliegerische Personal des den Flugkörper tragenden Tragflugzeugs betroffen.

[0003] Zudem benötigen auch die Missionsplaner, die vor einem Einsatz anhand von Aufklärungsinformation einen Einsatzflugplan, den sogenannten Missionsplan, für den unbemannten Flugkörper ausarbeiten, eine Möglichkeit, ihre Fähigkeiten zu trainieren und zu validieren. In einem solchen Missionsplan sind bestimmte Koordinaten der geplanten Flugstrecke sowie Geländedaten des zu überfliegenden Gebiets und bestimmte Landmarken enthalten, mit denen der Flugkörper während des Einsatzfluges die von ihm über Sensoren aufgenommenen Navigationsinformationen vergleicht, um sich auf diese Weise ins Ziel zu navigieren. Für die Missionsplaner ist es daher ebenso wichtig, eine Möglichkeit zu besitzen, ihre Arbeit des Aufstellens eines Missionsplans und der Auswahl und Definition von Navigationspunkten zu trainieren.

[0004] Ein derartiges Training muss, um wirksam zu sein, möglichst nah an der jeweiligen realen Einsatzsituation orientiert sein. Das unter dem Gesichtspunkt der Lerneffizienz ideale Training wäre natürlich das Training an einem scharfen Flugkörper, der zu 100 % einem Einsatzflugkörper entspricht. Diese Art von Training verbietet sich jedoch aus Gründen der Sicherheit. Es ist daher erforderlich, für Trainingszwecke spezielle Trainingsflugkörper zu verwenden. Eine dafür erforderliche Anpassung sollte jedoch so gestaltet sein, dass sich der Trainingsflugkörper von einem "echten" Flugkörper möglichst wenig unterscheidet, um insbesondere für den Fall eines Trainingsfluges zur Missionsplanüberprüfung möglichst realistische Ergebnisse zu erzielen.

STAND DER TECHNIK

[0005] Aus der DE 10 2008 054 264 A1 ist eine multi-

funktionale Service- und Testeinrichtung für unbemannte Flugkörper bekannt, die ein mit einem Flugkörper verbindbares Service-Gerät aufweist, welches wiederum mit einem externen Computer verbindbar ist. Test- und Service-Software sind in einem Speicher des externen Computers gespeichert und laufen auf diesem externen Computer ab. Die auf diesem externen Computer laufende Test- und Service-Software ist in der Lage, das Auftreten von Fehlern im Trainingsflugkörper zu simulieren, ohne dass am Flugkörper tatsächlich irgendwelche Fehler auftreten. Diese Simulation findet ausschließlich außerhalb des Flugkörpers in dem mit dem Service-Gerät verbundenen externen Computer statt. Das Verhalten von Flugkörpern, bei denen Fehler aufgetreten sind, und die damit verbundenen Abweichungen vom Missionsplan bei einem Testflug des Flugkörpers können mit einer Simulation eines Fehlers in einer Testsoftware selbst nur begrenzt trainiert werden.

[0006] Aus der DE 10 2009 040 304 A1 ist eine Vorrichtung zur Steuerung von Funktionstests und/oder Serviceprozeduren für von Luftfahrzeugen absetzbare unbemannte Flugkörper bekannt, mittels der ebenfalls eine Simulation von Fehlern außerhalb des Flugkörpers möglich ist. Auch mit dieser Vorrichtung kann kein realitätsnahes Missionsplantraining durchgeführt werden.

[0007] Aus der DE 10 2007 018 187 A1 ist ein Verfahren zur Optimierung der bildgestützten automatischen Navigation eines unbemannten Flugkörpers bekannt, bei welchem ein Navigationsdaten enthaltender Missionsplan auf der Grundlage von Satelliten- oder Luftbilddaten mittels eines Missionsplanungscomputers erstellt wird, wobei die Navigationsdaten Information über ausgewählte topologische Strukturen enthalten. Der Missionsplan wird in einen Missionscomputer des unbemannten Flugkörpers geladen und mit dem an ein Trägerflugzeug angehängten Flugkörper wird die Flugroute mittels des Trägerflugzeugs abgeflogen, wobei die Navigation des unbemannten Flugkörpers Navigationsdaten des Trägerflugzeugs verwendet. Während des Fluges wird eine Bildanalyse im unbemannten Flugkörper durchgeführt, indem von einer Bilderzeugungseinrichtung des unbemannten Flugkörpers erzeugte Bilder der vorausliegenden Strecke auf darin vorhandene topologische Strukturen analysiert werden und die so erhaltene Information über die analysierten topologischen Strukturen wird zusammen mit den Bilddaten, den Fluglagedaten und den Positionsdaten in einer Speichereinrichtung abgespeichert. Aus den Satelliten- oder Luftbilddaten wird für jene topologischen Strukturen, die in der Bildanalyse erkannt worden sind, ein dreidimensionales Referenzmodell erstellt. Auf der Grundlage des dreidimensionalen Referenzmodells dieser topologischen Struktur erfolgt dann die Berechnung einer zweidimensionalen Ansicht einer topologischen Struktur zu einem vorgegebenen Punkt auf der Flugroute unter Berücksichtigung der Fluglage des Flugkörpers an diesem Punkt. Die zweidimensionale Ansicht der topologischen Struktur wird dann mit der in der Bildanalyse an diesem Punkt

der Flugroute erkannten topologischen Struktur verglichen und die Übereinstimmungsgüte wird bestimmt. Anschließend wird das Referenzmodell modifiziert, falls die Übereinstimmungsgüte unterhalb eines vorgegebenen Wertes liegt.

[0008] Aus der parallel angemeldeten DE 10 2011 114 225.1 ist eine Flugkörper-Trainingseinheit mit einem einen Trainingsflugkörper bildenden unbemannten Flugkörper und einer an den Flugkörper anschließbaren Konfigurationseinrichtung für den Trainingsflugkörper bekannt, wobei der Trainingsflugkörper zumindest einen Fehlerspeicher aufweist. Die Konfigurationseinrichtung ist so ausgebildet, dass mit ihr simulierte Fehlerdaten und/oder simulierte Fehlerbilder in den Fehlerspeicher einspielbar sind. Mit dieser bekannten Flugkörper-Trainingseinheit ist es möglich, das Bedienpersonal in Bezug auf möglicherweise im Einsatz auftretende Fehler zu trainieren. Eine Überprüfung eines Missionsplans auf dessen Planungsgüte hin ist aber auch mit einer derartigen Flugkörper-Trainingseinheit nicht möglich.

[0009] Aus der DE 10 2009 022 007 B4 ist ein unbemannter Flugkörper bekannt, in dessen Bordcomputer eine Testsoftware zum Überprüfen der Funktionsfähigkeit des Flugkörpers ablaufbar gespeichert ist. Zum Testen wird eine externe Test-Hardware angeschlossen, die von der im Bordcomputer gespeicherten Testsoftware gesteuert wird.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen gattungsgemäßen unbemannten Trainings- und Testflugkörper anzugeben, mit dem es möglich ist, Missionspläne zu validieren und das den Missionsplan aufstellende Personal zu trainieren, sowie ein entsprechendes Verfahren anzugeben.

[0011] Die erste Aufgabe wird gelöst durch den unbemannte Trainings- und Testflugkörper mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0012] Dazu werden bei einem gattungsgemäßen unbemannten Trainings- und Testflugkörper, bei dem zumindest eine Vorrichtung zum Erfassen und Speichern von während eines Trainings- oder Testflugs eines mit dem Flugkörper ausgestatteten Trägerflugzeugs auftretenden Navigationsereignissen vorgesehen ist, Daten eines vom Navigationsrechner des unbemannten Trainings- und Testflugkörpers unter Benutzung der im Missionsdatenspeicher gespeicherten Missionsplandaten ermittelten Flugpfades an das Trägerflugzeug übergeben, damit dessen Steuerung während eines Trainings- oder Testflugs mit den vom Trainings- und Testflugkörper ermittelten Navigationsdaten navigiert.

VORTEILE

[0013] Auf diese Weise kann während eines Trainingsflugs mit einem den Trainingsflugkörper tragenden Trägerflugzeug, bei welchem die Steuerung des Trägerflug-

zeugs mit den vom Trainingsflugkörper ermittelten Navigationsdaten navigiert, eine Aufzeichnung der Navigationsereignisse erfolgen, die für das Abfliegen des Missionsplans relevant sind. Diese Daten können dann später am Boden ausgewertet werden und es können daraus Rückschlüsse auf die Güte des Missionsplans getroffen werden. Der Missionsplaner erhält auf diese Weise ein Feedback, anhand dessen er seine eigene Arbeit verifizieren und überprüfen kann, wie gut seine Definition von Navigationspunkten, die er im Missionsplan vorgegeben hat, für die automatische Navigation des unbemannten Flugkörpers geeignet gewesen sind.

[0014] Eine vorteilhafte Weiterbildung zeichnet sich dadurch aus, dass die Vorrichtung zum Erfassung und Speichern so ausgebildet ist, dass sie Daten erfasst und speichert, die das vom Suchkopf erfasste Bild und dessen Abgleich mit den im Missionsdatenspeicher gespeicherten Landmarken-Bilddaten betreffen. Diese Weiterbildung ermöglicht auf besonders zuverlässige Weise die Verifizierung der Erkennung von im Missionsplan vorgegebenen Landmarken-Bilddaten durch den Suchkopf des Flugkörpers.

[0015] Vorzugsweise ist der Bildverarbeitungscomputer mit einer Graphikverarbeitungseinrichtung verbunden, die so ausgebildet ist, dass sie Linien und/oder Punkte, die vom Bildverarbeitungscomputer aus einem vom Suchkopf aufgenommenen Bild extrahiert worden sind, eine erste Farbe zuordnet und dass sie Linien und/oder Punkten einer parallel dazu vom Bildverarbeitungscomputer verarbeiteten und im Missionsdatenspeicher gespeicherten Referenz-Landmarke eine zweite Farbe zuordnet, und dass der Bildverarbeitungscomputer so ausgebildet ist, dass das vom Suchkopf erfasste Bild oder Bewegtbild mit darin eingeblendeten Linien und/oder Punkten in den beiden Farben in einem Speicher einer Bildaufzeichnungsvorrichtung gespeichert wird. Diese farbliche Codierung der Soll-Daten und der Ist-Daten während eines Trainingsflugs erleichtert die spätere Auswertung, da Abweichungen der von den Bilderfassungseinrichtungen des Flugkörpers während des Trainingsflugs erfassten Landmarken von den im Missionsplan vorgegebenen Landmarken deutlich sichtbar werden, so dass die Zuordnungsgüte durch den Bildverarbeitungscomputer auf Anhieb erkennbar wird.

[0016] In einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist weiterhin eine Ereignisspeicherungsvorrichtung vorgesehen, die so ausgebildet ist, dass sie Befehlsdaten erfasst und speichert, die während des Trainings- oder Testflugs vom Trägerflugzeug an den Flugkörper kommandiert werden. Vorzugsweise ist die Ereignisspeicherungsvorrichtung so ausgebildet, dass sie Flugzustandsdaten des Flugkörpers während des Trainings- oder Testflugs erfasst und speichert.

[0017] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Trainings- und Testflugkörpers zeichnet sich dadurch aus, dass eine Telemetriedatenspeichereinrichtung vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass sie auf einem flugkörperinternen Datenbus über-

tragene Telemetriedaten aufzeichnet. Diese Telemetriedatenaufzeichnung ermöglicht eine Feinauswertung einer in einem Trainingsflug simulierten Mission mit den vorzugsweise zusätzlich zu dem Eventlogging in der Ereignisspeichervorrichtung registrierten Befehls- und/oder Flugzustandsdaten.

[0018] Die auf das Verfahren gerichtete Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7.

[0019] Dieses erfindungsgemäße Verfahren zum Überprüfen der in einem Missionsdatenspeicher eines unbemannten Trainings- und Testflugkörpers gemäß einem der vorgenannten Ansprüche gespeicherten Missionsplandaten in einem Trainings- oder Testflug eines mit dem unbemannten Trainings- und Testflugkörper ausgestatteten Trägerflugzeugs zeichnet sich dadurch aus, dass die Steuerung des Trägerflugzeugs mit dem vom Trainingsflugkörper ermittelten Navigationsdaten navigiert, dass eine Aufzeichnung der Navigationsereignisse erfolgt und dass die aufgezeichneten Navigationsereignisse anschließend ausgewertet werden und daraus Rückschlüsse auf die Güte des Missionsplans getroffen werden.

[0020] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung mit zusätzlichen Ausgestaltungsdetails und weiteren Vorteilen sind nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben und erläutert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0021] Es zeigt:

Fig. 1 die Hardwarearchitektur eines erfindungsgemäßen Trainings- und Testflugkörpers;

Fig. 2 eine alternative Ausführungsform der Hardwarearchitektur des erfindungsgemäßen Trainings- und Testflugkörpers; und

Fig. 3 eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Trainings- und Testflugkörpers.

DARSTELLUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0022] In Fig. 1 ist die Hardwarearchitektur eines erfindungsgemäßen Trainings- und Testflugkörpers 1 schematisch wiedergegeben. Die gestrichelte Linie stellt symbolisch den unbemannten Trainingsflugkörper 1 dar, der auch als CATM (captive air training missile) bezeichnet wird. Dieser Trainings- und Testflugkörper 1 ist an seiner Oberseite mit einem Umbilical-Stecker 10 zur elektrischen Verbindung mit einem Trägerflugzeug versehen. Des Weiteren weist der Trainings- und Testflugkörper 1 eine Test- und Programmierereinheit (Test and Load Panel TLP) 11 mit einem TLP-Stecker 12 auf, an welchen im gezeigten Anwendungsbeispiel eine Konfigurationseinrichtung 2 für den Trainings- und Testflug-

körper 1 zum Datenaustausch angeschlossen ist.

[0023] Der Trainings- und Testflugkörper 1 ist mit einem zentralen Waffenc Computer 14 (Central Weapon Computer CWC) sowie mit einer Stromversorgungseinheit PS1 ausgestattet. Die Stromversorgungseinheit 16 wird über den Umbilical-Stecker 10 und/oder den TLP-Stecker 12 mit elektrischer Energie von außen versorgt und versorgt ihrerseits den zentralen Waffenc Computer 14 mit elektrischer Energie. Der zentrale Waffenc Computer 14 ist sowohl mit dem Umbilical-Stecker 10 als auch mit dem TLP-Stecker 12 durch Datenleitungen verbunden.

[0024] Dem zentralen Waffenc Computer 14 sind mehrere Speicher zugeordnet:

- ein Missionsdatenspeicher 140 zum Abspeichern eines vorgegebenen Missionsplans;
- ein Fehlerspeicher 141 zum Abspeichern von während eines Fluges auftretenden Fehlern;
- ein Fehlerkonfigurationsspeicher 142 zum Abspeichern von simulierten Fehlerdaten, die zu Test- oder Trainingszwecken mittels der Konfigurationseinrichtung 2 in den Speicher 142 einspeicherbar sind;
- ein Ereignisdatenspeicher 143 zum Speichern von während eines Trainings- oder Testflugs eines mit dem Flugkörper ausgestatteten Trägerflugzeugs auftretenden Navigationsereignissen (Event-Logging);
- einen Bildnavigationsspeicher 144 zum Speichern von bei einem Flug des Flugkörpers anfallenden Daten zur bildgestützten Navigation (IBN-Logging; IBN: Image Based Navigation).

[0025] Werden bei einem Trainingsbetrieb des Flugkörpers 1 entweder mittels eines in einem Trägerluftfahrzeug vorgesehenen Waffensteuerungscomputers, der mit dem Umbilical-Stecker 10 verbunden ist, oder mittels eines an dem TLP-Stecker 12 angeschlossen Service- und Testgeräts 3, das in Fig. 1 symbolisch dargestellt ist und das alternativ zur Konfigurationseinrichtung 2 an den TLP-Stecker 12 anschließbar ist, zu Übungszwecken Tests oder Bedienoperationen durchführt, so wird der Flugkörper dann, wenn im Fehlerkonfigurationsspeicher 142 simulierte Fehlerdaten gespeichert sind, so reagieren als seien die simulierten Fehler tatsächlich vorhanden, so dass die Bedienmannschaft ihre Fertigkeiten in Bezug auf das Erkennen und Beheben von simulierten Fehlern trainieren kann. Selbstverständlich kann die Konfigurationseinrichtung 2 auch im Service- und Testgerät 3 vorgesehen sein.

[0026] Der Trainings- und Testflugkörper 1 weist weiterhin einen Navigationsrechner 13 (NAVC) auf, der mit einem GPS-Empfänger 130 versehen ist, an welchen eine GPS-Antenne 131 angeschlossen ist. Der Navigationsrechner 13 ist weiterhin mit einem Radar-Höhenmesser 132 verbunden. Des Weiteren ist eine Batterie 133 zur Stromversorgung des GPS-Empfängers 130 im Navigationsrechner 13 vorgesehen. Die Batterie 133 steht

sowohl mit dem Navigationsrechner als auch mit der Test- und Programmierereinheit 11 in elektrischer Verbindung. Der Navigationsrechner 13 steht weiterhin über entsprechende Verbindungsleitungen direkt mit der Test- und Programmierereinheit 11 und dem Umbilical-Stecker 10 in elektrischer Verbindung. Außerdem ist der Navigationsrechner 13 an einen Datenbus 15 (IMBUS) angeschlossen. An diesen Datenbus 15 ist auch der zentrale Waffencomputer 14 angeschlossen.

[0027] Ein Suchkopf 16 ist in der Nase des Trainings- und Testflugkörpers 1 vorgesehen und weist einen Suchkopfsensor 160, der beispielsweise als stabilisierte Infrarotkamera ausgebildet ist, und eine Inertialmesseinheit 161 auf. Auch der Suchkopf 16 ist an den zentralen Datenbus 15 angeschlossen. Des Weiteren ist an den zentralen Datenbus 15 ein Bildverarbeitungscomputer 17 angeschlossen, der über eine Bilddaten-Busverbindung 170 mit dem Suchkopf 16 zur Datenübertragung verbunden ist. Der Bildverarbeitungscomputer 17 ist mit einer Grafikverarbeitungseinrichtung 171 versehen oder verbunden, die ihrerseits zur Übergabe eines Bildsignals, beispielsweise eines RGB-Signals, an eine Konvertereinrichtung 172 angeschlossen ist. Die Konvertereinrichtung 172 konvertiert das von der Grafikverarbeitungseinrichtung 171 erhaltene Bildsignal in ein Bildsignal eines speicherbaren Signalformats (beispielsweise FBAS), welches einer Bildaufzeichnungsvorrichtung 173, beispielsweise einem Flash-Videorekorder, zugeführt wird.

[0028] Der Trainings- und Testflugkörper 1 ist weiterhin mit einer Einrichtung 18 zum Schärfen und Zünden einer Wirkladung versehen, die sowohl mit dem zentralen Datenbus 15 als auch mit dem Umbilical-Stecker 10 zum Datenaustausch verbunden ist. Die Einrichtung 18 zum Schärfen und Zünden (SIU: Safety and Ignition Unit) dient bei einem scharfen Flugkörper dazu, eine beim vorliegenden Trainings- und Testflugkörper 1 nicht vorhandene Thermalbatterie zu aktivieren, über die der Trainingsflugkörper nach dem Abkoppeln vom Trägerflugzeug während der Mission mit elektrischer Energie versorgt wird. Beim erfindungsgemäßen Trainings- und Testflugkörper 1 ist diese Thermalbatterie nicht vorhanden und das bei einem operationellen Flugkörper die Einrichtung 18 zum Schärfen und Zünden mit der Thermalbatterie verbindende elektrische Kabel 180 wird beim erfindungsgemäßen Trainings- und Testflugkörper 1 durch ein zu einem Ventil zur Steuerung des Kühlmittelspeichers 162 für den Suchkopf 16 verlaufendes Kabel ersetzt, wie sie in der deutschen Patentanmeldung 10 2010 017 974.4 beschrieben ist.

[0029] Schließlich ist der Trainings- und Testflugkörper 1 in seinem mittleren Abschnitt noch mit einem Treibstofftank 19 versehen.

[0030] Der erfindungsgemäße Trainings- und Testflugkörper 1 wird vorzugsweise durch Umrüsten eines operationellen Flugkörpers erhalten, wobei die im operationellen Flugkörper vorhandenen Rudermaschinen zum Antrieb von Steuerflächen sowie ein zugeordneter Steuercomputer für die Rudermaschinen beim Trai-

nings- und Testflugkörper 1 nicht erforderlich sind, da dieser in der Variante der Fig. 1 und 2 nicht für den autonomen Freiflug vorgesehen ist, sondern stets im Verbund mit dem Trägerflugzeug fliegt. Des Weiteren werden die folgenden Veränderungen an einem operationellen Flugkörper durchgeführt, um eine Basis für den erfindungsgemäßen Trainings- und Testflugkörper 1 zu erhalten:

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- sämtliche pyrotechnischen Elemente des operationellen Flugkörpers werden entfernt oder deaktiviert;
- die im Flugkörper vorhandene autonome Stromversorgung (Thermalbatterie) wird ausgebaut und durch eine funktionslose Ersatzmasse ersetzt;
- Auslösemechanismen für eventuell vorhandene ausfahrbare Tragflächen werden entfernt oder deaktiviert;
- sämtliche Zünder und Wirksysteme des Flugkörpers werden durch Auftrennen entsprechender elektrischer Verbindungsleitungen deaktiviert, so dass ein Ausbau dieser Wirksysteme nicht erforderlich ist;
- schließlich wird der zentrale Waffencomputer 14 noch mit einer Trainings-Missionssoftware anstelle einer operationellen Missionssoftware bespielt.

[0031] Auf die vorbeschriebene Weise ist es möglich, einen operationellen Flugkörper mit minimalen Eingriffen so umzurüsten, dass er als Basis für einen erfindungsgemäßen Trainings- und Testflugkörper 1 geeignet ist.

[0032] Der dem zentralen Waffencomputer 14 zugeordnete Fehlerspeicher 141 ist bevorzugt als Flash-Speicher ausgestaltet, so dass auch bei Abschalten der Stromversorgung die gespeicherten Daten erhalten bleiben. In diesem Fehlerspeicher 141 werden real auftretende Fehler oder Defekte des Flugkörpers abgespeichert, um eine schnelle und zielführende Reparatur durchführen zu können.

[0033] In den ebenfalls dem zentralen Waffencomputer 14 zugeordneten Fehlerkonfigurationsspeicher 142 werden mittels der Konfigurationseinrichtung 2 simulierte Fehlerdaten eingespielt, zum Beispiel Daten über eine defekte Baugruppe, über einen Zeitpunkt des auftretenden Defekts und über einen Fehlerbildtyp, so dass zu Ausbildungszwecken ein Flugkörperdefekt im Tragflug simuliert werden kann.

[0034] Beim fliegenden Training ist es von Vorteil, an Bord des Trainingsflugkörpers den beispielsweise als Flash-Speicher ausgeführten Ereignisdatenspeicher 143 als Ereignis-Logger vorzusehen, der während der Durchführung des Tests auftretende Ereignisse mit Zeitstempel speichert, die auf einer Interaktion zwischen Trägerflugzeug und Flugkörper beruhen. Diese Ereignisaufzeichnung wird beispielsweise vom Einschalten des Trainingsflugkörpers bis zum simulierten Abgang des Trainingsflugkörpers beziehungsweise dem Ausschalten des Trainingsflugkörpers durchgeführt. Des Weiteren werden darin periodische Flugkörper-Flugzustandsdaten (z.B. Position, Geschwindigkeit, Eulerwinkel) abge-

speichert. Nach der Landung des Trägerflugzeugs werden die in diesem Ereignisspeicher abgelegten Daten beispielsweise mit einer Service- und Testeinrichtung wie sie in der DE 10 2008 054 264 A1 offenbart ist, ausgelesen und in Bezug auf den Missionsplan ausgewertet. Auf diese Weise können zusätzlich Informationen über die vom zuständigen Bedienpersonal an Bord des Trägerflugzeugs während des Trainings durchgeführten Aktionen gewonnen werden und die Leistung des Bedienpersonals kann überprüft und ausgewertet werden.

[0035] Während des Flugtrainings wird die Marsch- und Angriffsphase des Flugkörpers simuliert, indem das Trägerflugzeug mit dem angekoppelten Flugkörper den von den Navigationssystemen des Flugkörpers unter Benutzung der Missionsplandaten ermittelten Flugpfad abfliegt.

[0036] Während dieser simulierten Marsch- und Angriffsphase wird im Speicher 144 für die bildbasierte Navigation (IBN-Speicher) Folgendes aufgezeichnet:

- Position, Geschwindigkeit und Eulerwinkel des Trägerflugzeugs,
- Position, Geschwindigkeit und Eulerwinkel der navigierten Flugkörperposition,
- die horizontale und vertikale Abweichung vom vorgeplanten Flugpfad,
- Zählerwerte für GPS-Navigations-Fixe, für Navigations-Fixe einer bodengestützten Navigation (TRN-Navigation) und Zählerwerte für bildbasierte Navigations-Fixe (IBN-Navigation),
- Zeitstempel für die kommandierte Kühlung des Infrarot-Suchkopfsensors,
- Zeitstempel und Identifikator für die kommandierte IBN-Landmarke,
- Zeitstempel und Identifikator für die benutzte IBN-Landmarke,
- Zeitstempel, wann die Verarbeitung der bildgestützten Navigation (IBN-Processing) einer aktuellen Landmarke beendet wurde,
- Zeitstempel, wann die Zielverfolgungseinrichtung das Ziel erkannt hat.

[0037] Während der Verarbeitung der bildgestützten Navigation werden auch die übereinstimmenden Referenzlinien und/oder Referenzpunkte, die benötigte Integrationszeit des Infrarot-Suchkopfsensors 160 und eventuell aufgetretene Verarbeitungsfehlercodes erfasst. Nach Abschluss der Verarbeitung zur bildgestützten Navigation werden außerdem die Anzahl der Linien und/oder Punkte der zur Navigation verwendeten Referenz-Landmarke sowie die Zählerwerte der absolut vom Bildverarbeitungscomputer 17 gelieferten Datensätze zur bildgestützten Navigation sowie Qualitätskriterien der durchgeführten Bildverarbeitung gespeichert.

[0038] Diese während des simulierten Freiflugs aufgezeichneten Daten ermöglichen nach dem durchgeführten Flug eine Auswertung in einer Missionsplanungsstation, wobei aus der Auswertung hervorgeht, wie gut der

Flugkörper in der Lage war, die Landmarken des Missionsplans zu verarbeiten und wie gut die bodengestützte Navigation im horizontalen und vertikalen Kanal jeweils funktioniert hat, woraus sich wiederum Erkenntnisse über die Qualität und Eignung der im Missionsplan enthaltenen Geländehöhendatenbank ergeben.

[0039] Folgende Ursachen für eine möglicherweise unzureichende Leistung der bildgestützten Navigation können aus diesen gesammelten Daten abgeleitet werden:

- zu große Abweichungen des realen Flugpfades vom vorgeplanten Flugweg des Missionsplans,
- ungenügende Genauigkeit der zum Bildverarbeitungscomputer 17 gelieferten Flugkörper-Navigationsdaten,
- eine zu geringe Anzahl der aus einer erfassten Bildszene extrahierten Linien und/oder Punkten,
- zu wenige Linien und/oder Punkte der erfassten Bildszene wurden Linien und/oder Punkten der Referenzlandmarke zugeordnet,
- ein Übermaß an Linien in der Referenz-Landmarke.

[0040] Zur besseren Erkennung von geometrischen und geographischen Fehlern einer Referenz-Landmarke und zum besseren Erkennen einer möglicherweise vollständig fehlenden Eignung einer aufgenommenen Bildszene für eine Linien-/Kantenextraktion ist der Trainings- und Testflugkörper 1 mit einer speziellen Grafikkarte als Grafikverarbeitungseinrichtung 171 ausgestattet, die die folgenden Elemente in unterschiedlichen Farben darstellt und in das vom Suchkopf aufgenommene Video einblendet:

- die aus der Bildszene extrahierten Linien/Punkte,
- die Linien und Punkte der gerade verarbeiteten Referenz-Landmarke des Missionsplans,
- die Linien und/oder Punkte aus der Bildszene, welcher Linien und/oder Punkte der Referenz-Landmarke zugeordnet werden konnten.

[0041] Eine Aufzeichnung des Suchkopf-Videos inklusive der vorgenannten Einblendungen in unterschiedlichen Farben wird mittels des Videorekorders 173, beispielsweise eines Flash-Videorekorders, aufgezeichnet. Diese Videodaten können nach erfolgtem Trainingsflug ausgewertet werden, wobei dann auch geographische und/oder geometrische Fehler, beispielsweise von Referenzlandmarken, identifiziert werden können.

[0042] In einer in Fig. 2 gezeigten Variante ist in den ansonsten wie im Beispiel der Fig. 1 aufgebauten Trainings- und Testflugkörper 1' ein Datenaufzeichnungsgerät 150, beispielsweise ein Flash-Datenrekorder, eingebaut, mit welchem die über den Waffensystem-Datenbus 15 transportierten Telemetriedaten aufgezeichnet werden. Das Datenaufzeichnungsgerät 150 ist dazu über ein Telemetriemodul 151 (TM-MK4) an dem Datenbus 15 angeschlossen und so zur Datenübertragung von auf

dem Datenbus 15 verfügbaren Daten zum Datenaufzeichnungsgerät 150 wirksam verbunden. Diese Aufzeichnung ermöglicht nach durchgeführter Trainingsmission eine Feinauswertung der simulierten Mission.

[0043] In der in Fig. 3 dargestellten weiteren alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Trainings- und Testflugkörpers 1" ist gegenüber der Variante aus Fig. 2 anstelle des Datenaufzeichnungsgeräts 150 ein Transmitter 250 vorgesehen, der zur Datenübertragung mit dem Telemetriemodul 251 verbunden ist, welches seinerseits an den Datenbus 15 angeschlossen ist. Der Transmitter 250 ist mit einer Sendeantenne 250' zur Signalübertragung verbunden.

[0044] Des Weiteren ist an das Telemetriemodul 251 ein Radartransponder 252 angeschlossen, der seinerseits zur Signalübertragung mit einer zweiten Sendeantenne 252' verbunden ist.

[0045] Weiterhin ist ein Flight Test Termination System (FTTS) 254 vorgesehen, welches zur Signalübertragung einerseits mit dem Telemetriemodul 251 verbunden ist und welches andererseits zur Signalübertragung mit einer dritten Antenne 254' wirksam verbunden ist. Eine FTTS-Batterie 256 versorgt das Flight Test Termination System 254 und das Telemetriemodul 251 bei einem vom Trägerflugzeug losgelösten Freiflug mit elektrischer Energie.

[0046] Des Weiteren ist in der Variante nach Fig. 3 anstelle der Bildaufzeichnungsvorrichtung 173 ein Videotransmitter 273 vorgesehen, der mit der Konvertereinrichtung 172 zur Bildsignalübertragung verbunden ist und der ebenfalls zur Bildsignalübertragung mit einer vierten Antenne 273' verbunden ist, um über diese das Videosignal zu senden.

[0047] Der in Fig. 3 dargestellte Trainings- und Testflugkörper 1" ist vorzugsweise mit den für einen Freiflug erforderlichen Komponenten eines operationellen Flugkörpers ausgestattet, um den Missionsplan auch nach einer Abkopplung vom Trägerflugzeug autonom abfliegen zu können (TOM telemetry operational missile). Dazu sind insbesondere die Rudersteuerung (FCU fin control unit) und die Ruderbetätigungsorgane (FD fin drive) vorhanden, die in Figur 3 symbolisch als Einheit gezeigt und mit dem Bezugszeichen 20 bezeichnet sind.

[0048] Mit der in Fig. 3 gezeigten und vorstehend beschriebenen dritten Variante des Trainings- und Testflugkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, auch den letzten Abschnitt eines Missionsplans, die Annäherung an das Ziel und der Flug in das Ziel, durchzuführen und die dabei gewonnenen Daten per Telemetrie an eine Bodenstation zu senden, wo sie dann für die Auswertung und die Validierung des Missionsplans zur Verfügung stehen. Dieser letzte Missionsabschnitt, also der Flug ins Ziel, ist verständlicherweise nicht durchführbar, wenn der Flugkörper an das Trägerflugzeug gekoppelt bleibt und das Trägerflugzeug mit den Navigationsdaten des Flugkörpers den Missionsplan abfliegt, wie es in Verbindung mit den Beispielen der Fig. 1 und 2 beschrieben worden ist.

[0049] Die Bildaufzeichnungsvorrichtung für die vom Videotransmitter 273 ausgegebenen Bilddaten und die Aufzeichnungsvorrichtung für die vom Transmitter 250 ausgegebenen Datenbus-Telemetriedaten sind bei der Variante der Fig. 3 in der Bodenstation vorgesehen. Die in der Fig.3 gezeigte Variante des Trainings- und Testflugkörpers findet Anwendung bei scharfen Übungsschießen auf militärischen Schiessbahnen, die besondere Sicherheitseinrichtungen im Flugkörper erfordern. Daneben ermöglicht diese Variante der Wartungsmannschaft, den Einbau von Sicherheitseinrichtungen in operationelle Serienflugkörper zu üben.

Bezugszeichenliste

[0050] Es bezeichnen:

1	Trainings- und Testflugkörper
1'	Trainings- und Testflugkörper
20	1" Trainings- und Testflugkörper
2	Konfigurationseinrichtung
3	Service- und Testgerät
10	Umbilical-Stecker
11	Test- und Programmierereinheit
25	12 TLP-Stecker
13	Navigationsrechner
14	Waffencomputer
15	Datenbus (IMBUS)
16	Suchkopf
30	17 Bildverarbeitungscomputer
18	Einrichtung zum Schärfen und Zünden
19	Treibstofftank
20	Einheit aus Rudersteuerung und Ruderbetätigungsorganen
35	130 GPS-Empfänger
131	G PS-Antenne
132	Radar-Höhenmesser
133	Batterie
140	Missiondatenspeicher
40	141 Fehlerspeicher
142	Fehlerkonfigurationsspeicher
143	Ereignisdatenspeicher
144	Bildnavigationsspeicher
150	Datenaufzeichnungsgerät
45	151 Telemetriemodul
160	Suchkopfsensor
161	Inertialmesseinheit
162	Kühlmittelspeicher
170	Bilddaten-Busverbindung
50	171 Grafikverarbeitungseinrichtung
172	Konvertereinrichtung
173	Bildaufzeichnungsvorrichtung / Konverter
180	elektrisches Kabel
250	Transmitter
55	250' Sendeantenne
251	Telemetriemodul
252	Radartransponder
252'	zweite Sendeantenne

254	Flight Test Termination System (FTTS)	
254'	dritte Antenne	
256	FTTS-Batterie	
273	Videotransmitter	
273'	vierte Antenne	5

Patentansprüche

1. Unbemannter Trainings- und Testflugkörper mit 10
- einem eine Nutzlast aufnehmenden Rumpf;
 - Steuerflächen, die mittels Steuerflächenantrieben bewegbar am Rumpf angebracht, aber im Tragflug verriegelt sind; 15
 - einem Bordcomputer (14), der einen Missionsdatenspeicher (140) aufweist;
 - einem Navigationsrechner (13), welcher Steuersignale zur Beaufschlagung der Steuerflächenantriebe erzeugt; 20
 - einem Suchkopf (16) und
 - einem Bildverarbeitungscomputer (17), der mit dem Suchkopf (16) und dem Navigationsrechner (13) zum Datenaustausch verbunden ist; 25

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** Daten eines vom Navigationsrechner (13) des unbemannten Trainings- und Testflugkörpers unter Benutzung der im Missionsdatenspeicher (140) gespeicherten Missionsplandaten ermittelten Flugpfades an das Trägerflugzeug übergeben werden, damit dessen Steuerung während eines Trainings- oder Testflugs mit den vom Trainings- und Testflugkörper ermittelten Navigationsdaten navigiert; 30
 - **dass** zumindest eine Vorrichtung (143, 144) zum Erfassen und Speichern von während des Trainings- oder Testflugs des mit dem Flugkörper ausgestatteten Trägerflugzeugs auftretenden Navigationsereignissen vorgesehen ist. 35
2. Unbemannter Trainings- und Testflugkörper nach Anspruch 1, 40
- dadurch gekennzeichnet,** 45
- dass** die Vorrichtung (144) zum Erfassen und Speichern so ausgebildet ist, dass sie Daten erfasst und speichert, die das vom Suchkopf (16) erfasste Bild und dessen Abgleich mit den im Missionsdatenspeicher (140) gespeicherten Landmarken-Bilddaten betreffen. 50
3. Unbemannter Trainings- und Testflugkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 55
- dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** der Bildverarbeitungscomputer (17) mit einer Grafikverarbeitungseinrichtung (171) ver-

bunden ist, die so ausgebildet ist, dass sie Linien und/oder Punkten, die vom Bildverarbeitungscomputer (17) aus einem vom Suchkopf (16) aufgenommenen Bild extrahiert worden sind, eine erste Farbe zuordnet und dass sie Linien und/oder Punkten einer parallel dazu vom Bildverarbeitungscomputer (17) verarbeiteten und im Missionsdatenspeicher (140) gespeicherten Referenz-Landmarke eine zweite Farbe zuordnet, und

- **dass** der Bildverarbeitungscomputer (17) so ausgebildet ist, dass das vom Suchkopf (16) erfasste Bild oder Bewegtbild mit darin eingeblendeten Linien und/oder Punkten in den beiden Farben in einem Speicher einer Bildaufzeichnungsvorrichtung (173) gespeichert wird.

4. Unbemannter Trainings- und Testflugkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** eine Ereignisspeicherungsvorrichtung (143) vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass sie Befehlsdaten erfasst und speichert, die während des Trainings- oder Testflugs vom Trägerflugzeug an den Flugkörper kommandiert werden. 25

5. Unbemannter Trainings- und Testflugkörper nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Ereignisspeicherungsvorrichtung (143) so ausgebildet ist, dass sie Flugzustandsdaten des Flugkörpers während des Trainings- oder Testflugs erfasst und speichert. 30

6. Unbemannter Trainings- und Testflugkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** eine Telemetriedatenspeichereinrichtung (150) vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass sie auf einem flugkörperinternen Datenbus (15) übertragene Telemetriedaten aufzeichnet. 40

7. Verfahren zum Überprüfen der in einem Missionsdatenspeicher eines unbemannten Trainings- und Testflugkörpers gemäß einem der vorgenannten Ansprüche gespeicherten Missionsplandaten in einem Trainings- oder Testflug eines mit dem unbemannten Trainings- und Testflugkörper ausgestatteten Trägerflugzeugs, 45

- wobei die Steuerung des Trägerflugzeugs mit den vom Trainingsflugkörper ermittelten Navigationsdaten navigiert,

- wobei eine Aufzeichnung der Navigationsereignisse erfolgt und

- wobei die aufgezeichneten Navigationsereignisse anschließend ausgewertet werden und daraus Rückschlüsse auf die Güte des Missi-

onsplans getroffen werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

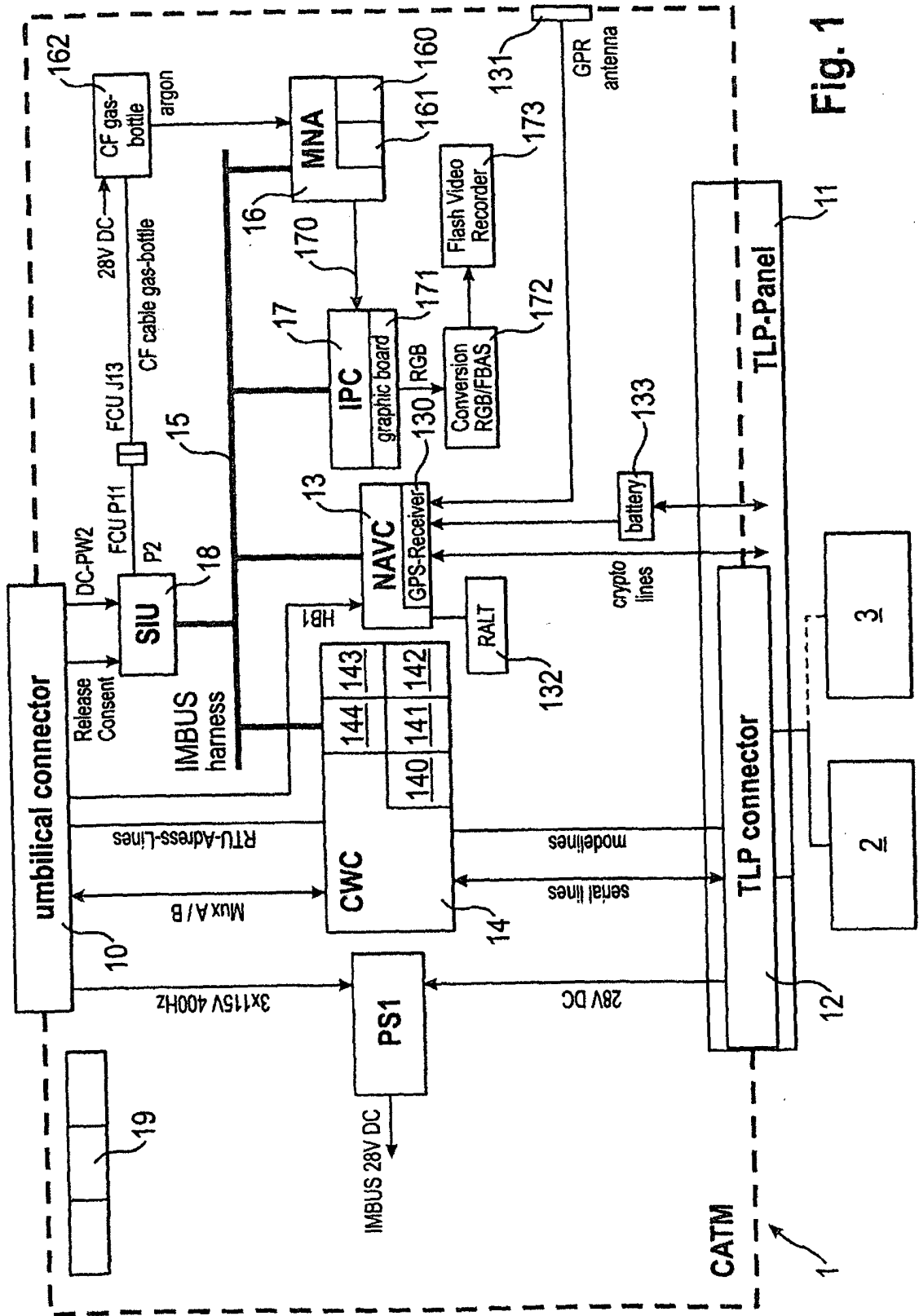


Fig. 1

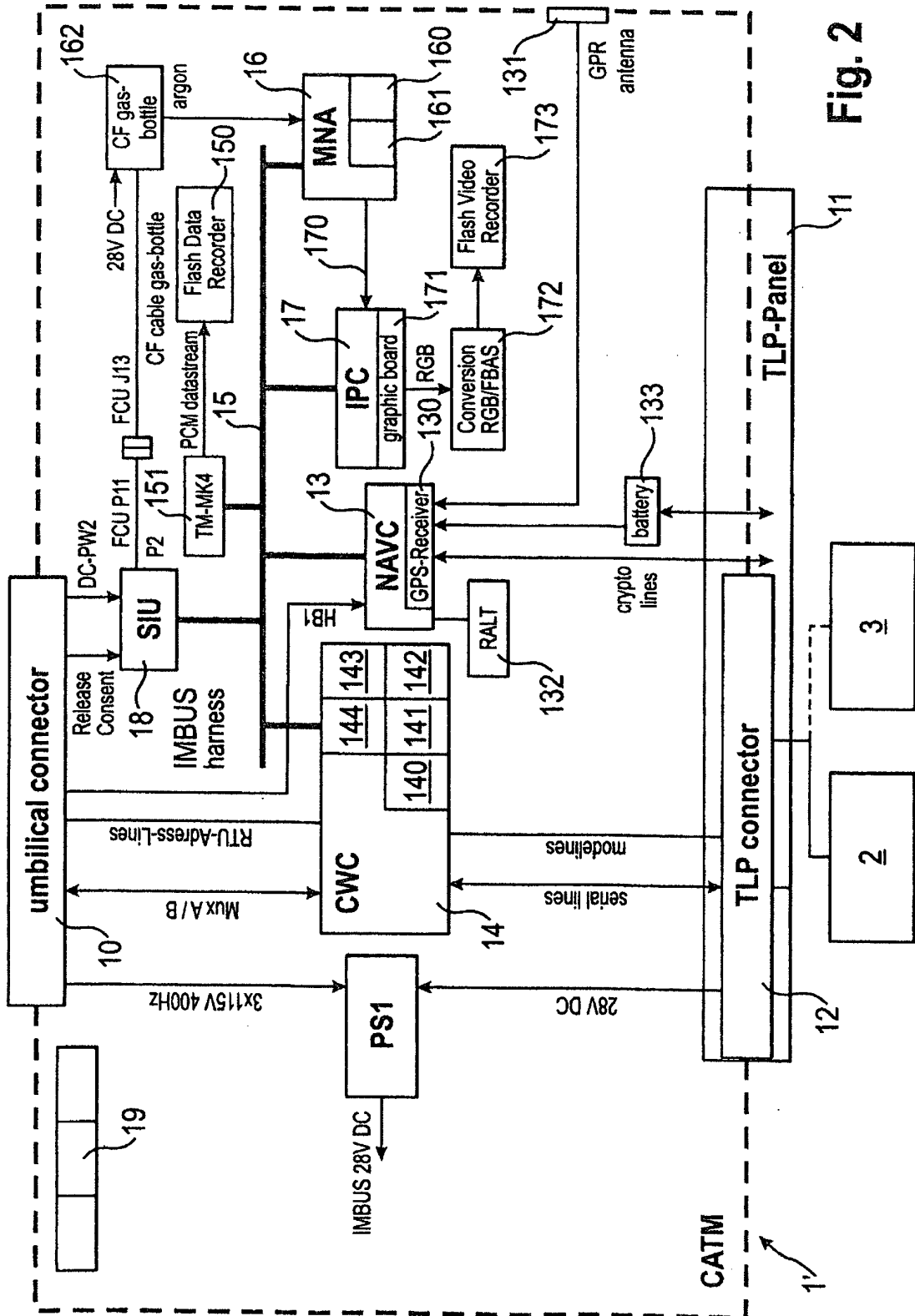


Fig. 2

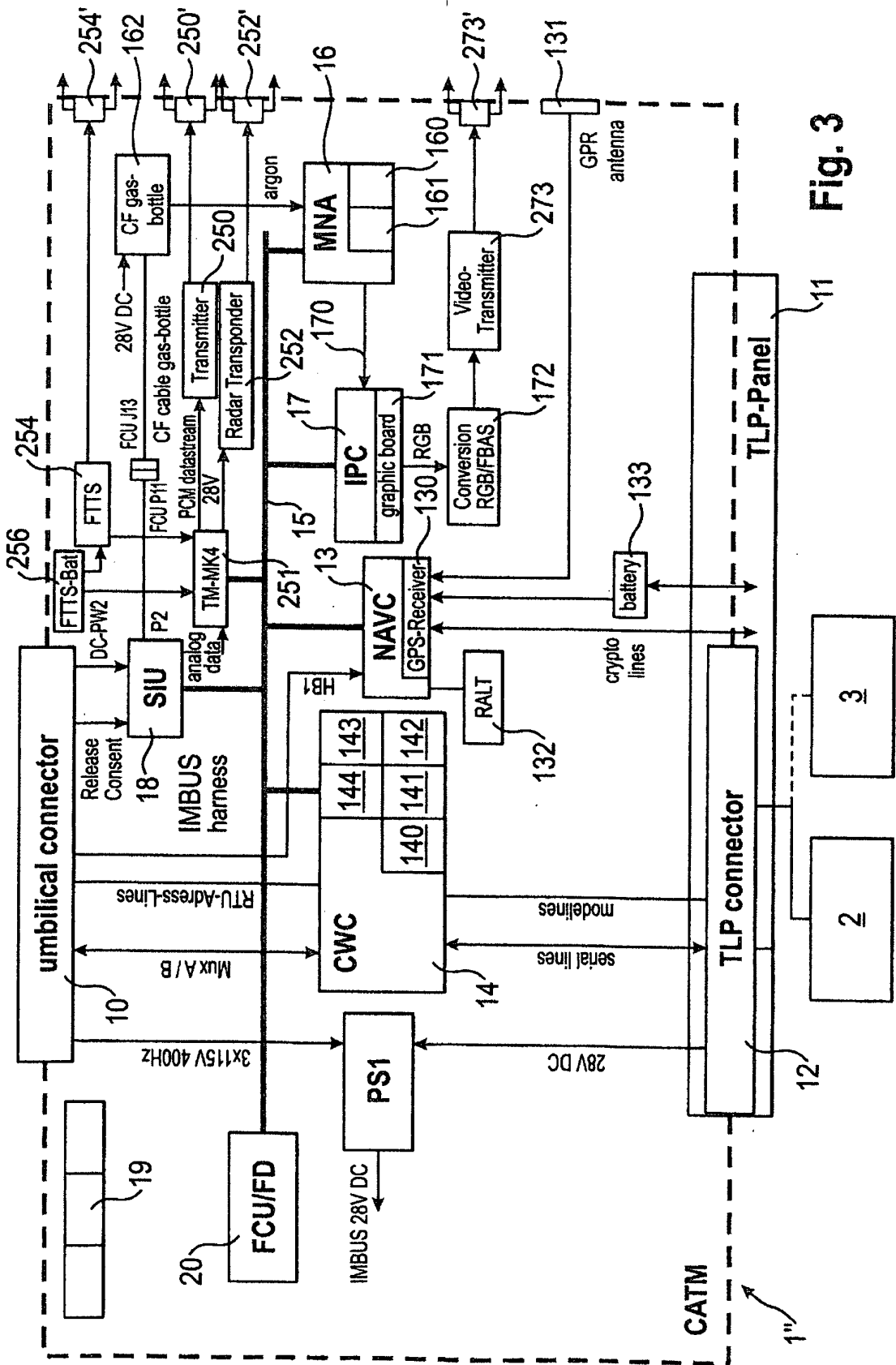


Fig. 3

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 102008054264 A1 **[0005] [0034]**
- DE 102009040304 A1 **[0006]**
- DE 102007018187 A1 **[0007]**
- DE 102011114225 **[0008]**
- DE 102009022007 B4 **[0009]**
- DE 102010017974 **[0028]**