



(11) **EP 1 923 658 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
15.06.2016 Patentblatt 2016/24

(51) Int Cl.:
F42B 35/00^(2006.01) F41F 3/055^(2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
25.01.2012 Patentblatt 2012/04

(21) Anmeldenummer: **07022253.4**

(22) Anmeldetag: **16.11.2007**

(54) **Verfahren zur Überprüfung der Interaktionsfähigkeit zwischen einem Luftfahrzeug und einem mit diesem koppelbaren bewaffneten, unbemannten Flugkörper**

Method for testing the interactive capability between an aircraft and an unmanned attachable armed missile

Procédé de vérification de la capacité d'interaction entre un aéronef et un corps volant non habité armé pouvant être couplé avec celui-ci

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL SE

(30) Priorität: **17.11.2006 DE 102006054340**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.05.2008 Patentblatt 2008/21

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

(72) Erfinder: **Grabmeier, Michael**
83022 Rosenheim (DE)

(74) Vertreter: **Krebs, Jörg et al**
Airbus Defence and Space GmbH
Patentabteilung
81663 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102004 042 990 US-A- 5 414 347
US-A- 5 624 264 US-A- 5 721 680

EP 1 923 658 B2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überprüfung der Interaktionsfähigkeit zwischen einem Luftfahrzeug und einem mit diesem koppelbaren bewaffneten, unbemannten Flugkörper gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Derartige bewaffnete Flugkörper sowie deren Schnittstellen zum Luftfahrzeug und auch die Waffensteuerungsfunktionen im Luftfahrzeug werden immer komplexer und "intelligenter". Dadurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer Fehlfunktion in einem der Funktionselemente der Einheit aus einem Luftfahrzeug und einem an diesem angekoppelten bewaffneten Flugkörper, woraus sich das Erfordernis ergibt, vor dem Start eines mit einem bewaffneten Flugkörper versehenen Luftfahrzeug die Funktionsfähigkeit des Systems bestehend aus Luftfahrzeug, bewaffnetem Flugkörper und der diese verbindenden Schnittstelle zuverlässig festzustellen. Dadurch können der Verlust des bewaffneten Flugkörpers durch Notabwurf, eine Nichterfüllung der zu fliegenden Mission und auch Kollateralschäden durch einen nicht oder nicht vollständig funktionierenden bewaffneten Flugkörper vermieden werden.

STAND DER TECHNIK

[0003] In der DE 10 2004 042 990 und der nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung 10 2006 041 140.4 sind Verfahren und Vorrichtungen beschrieben, die die Überprüfung von bewaffneten Flugkörpern im Rahmen der Produktion vor Auslieferung an einen Kunden oder vor dem operationellen Einsatz ermöglichen.

[0004] Die US 5,414,347 A offenbart ein Verfahren zum Überprüfen einer Waffenstations-Schnittstelle an einem Luftfahrzeug. Bei diesem Verfahren wird ausschließlich die Waffenstation des Luftfahrzeugs überprüft; eine systematische Überprüfung auch der Funktionsfähigkeit eines an dieser Waffenstation anzubringenden Flugkörpers sowie ein Funktionstest nach Anbringen des Flugkörpers an der Waffenstation als systematische konsekutive Vorgehensweise ist aus dieser Entgegenhaltung nicht bekannt.

[0005] Auch die nicht veröffentlichten DE 10 2005 058 546 und DE 10 2006 041 140, die US-A 5,614,896 und die EP 0 309133 offenbaren Vorrichtungen und Verfahren zum Testen einer Waffenstation eines Luftfahrzeugs.

[0006] Die US 5,721,680 A offenbart ein Verfahren zum Testen der Einsatzbereitschaft einer Rakete. Es wird dort erwähnt, dass es üblich sei, die Funktionsfähigkeit der Rakete während des Herstellungsprozesses, nach der Entnahme aus einem Depot und beim Anbringen am Abschussgerät zu testen, wobei die letztere Aussage offen lässt, ob dieser Test vor dem Anbringen am

Abschussgerät oder vor dem eigentlichen Abschuss stattfindet, wenn die Rakete bereits mit dem Abschussgerät verbunden ist. Eine systematische Überprüfung sowohl der Rakete als auch des Abschussgeräts sowohl separat vor der Montage der Rakete am Abschussgerät als auch ein darauf folgender gemeinsamer Test nach der Montage der Rakete am Abschussgerät ist aus dieser Entgegenhaltung nicht bekannt.

[0007] Diese bekannten Verfahren und Vorrichtungen stellen jeweils nur Insellösungen dar, die entweder eine Überprüfung des bewaffneten Flugkörpers oder eine Überprüfung der Waffenstation eines diesen Flugkörper tragenden Luftfahrzeugs offenbaren. Doch auch wenn diese bekannten Testverfahren am Luftfahrzeug beziehungsweise am Flugkörper durchgeführt werden und keine Fehlfunktion entdecken, kann es beim Zusammenwirken zwischen Luftfahrzeug und bewaffnetem Flugkörper zu unerwünschten Fehlfunktionen kommen.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein gattungsgemäßes Verfahren anzugeben, welches die Funktionszuverlässigkeit einer Einheit aus Luftfahrzeug und an diesem ankoppelbaren bewaffneten, unbemannten Flugkörper erhöhen und dadurch Funktionsausfälle und Kollateralschäden minimieren kann.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Verfahren des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0010] Dabei umfasst das Verfahren zur systematischen Überprüfung der Interaktionsfähigkeit zwischen einem Luftfahrzeug und einem mit diesem koppelbaren bewaffneten, unbemannten Flugkörper in einer zusammenhängenden Sequenz, wobei das Luftfahrzeug mit einer Waffenstation versehen ist, die mechanische und elektrische Kopplungsmittel aufweist, welche mit entsprechenden mechanischen und elektrischen Kopplungsmitteln des Flugkörpers verbindbar sind, folgende Schritte:

- a) Überprüfen der Funktionsfähigkeit des bewaffneten Flugkörpers mittels einer Waffen-Testvorrichtung;
- b) Überprüfen der Waffenstation des Luftfahrzeugs mit einer Waffenstations-Testvorrichtung vor oder nach Schritt a);
- c) Anbringen des bewaffneten Flugkörpers an der Waffenstation des Luftfahrzeugs unter mechanischer und elektrischer Kopplung des Flugkörpers mit dem Luftfahrzeug;
- d) Aktivierung des bewaffneten Flugkörpers durch das Luftfahrzeug bis zum Erreichen eines Bereitschaftsstatus' des bewaffneten Flugkörpers und
- e) Überprüfen der einzelnen Aktivierungsaktionen des Schritts d);

wobei dann, wenn zumindest eine der Überprüfungen nicht erfolgreich verlaufen ist, ein Fehlersignal ausgege-

ben wird.

[0011] Diese erfindungsgemäße Lösung liefert ein Verfahren, bei welchem der bewaffnete Flugkörper, das Luftfahrzeug und das Zusammenwirken zwischen dem Luftfahrzeug und dem bewaffneten Flugkörper, also die Schnittstelle zwischen diesen beiden, systematisch und in einer zusammenhängenden Sequenz überprüft werden. Dieser systemische Ansatz der Durchführung einer Überprüfung erlaubt es, unmittelbar vor dem Start des Luftfahrzeugs das Gesamtsystem aus Luftfahrzeug, bewaffnetem Flugkörper und Schnittstelle zu überprüfen. Hierdurch kann eine wesentlich zuverlässigere Aussage über die Funktionsfähigkeit des für den Einsatz vorgesehenen Gesamtsystems getroffen werden. Dabei ist es nicht nur wichtig, dass eine Überprüfung von Luftfahrzeug, bewaffnetem Flugkörper und Schnittstelle an sich erfolgt, sondern dass konkret eine für einen Einsatz vorgesehene Einheit aus Luftfahrzeug, bewaffnetem Flugkörper und Schnittstelle der erfindungsgemäßen Überprüfung unterzogen wird. Diese Überprüfung sollte möglichst zeitnah vor dem Start des Luftfahrzeugs erfolgen. Die Reihenfolge der Schritte a) und b) kann auch vertauscht erfolgen.

[0012] Besonders vorteilhaft ist es, wenn nach Durchführung des Verfahrensschrittes c) die folgenden Schritte zusätzlich durchgeführt werden:

- c1) Konfiguration des bewaffneten Flugkörpers für einen Kommunikations-Analyse-Test mit dem Luftfahrzeug durch Einbringen eines Identifikationsmittels in den bewaffneten Flugkörper;
- c2) Durchführen eines Kommunikations-Analyse-Tests zwischen dem bewaffneten Flugkörper und dem Luftfahrzeug;
- c3) Konfiguration des bewaffneten Flugkörpers für den Einsatzbetrieb, indem das Identifikationsmittel aus dem bewaffneten Flugkörper wieder entfernt wird.

[0013] Mittels des Identifikationsmittels kann der Status einzelner Betriebsmodus-Leitungen verändert werden, wodurch der Flugkörper die gewünschte Betriebsart sensieren kann. Ein einfaches Identifikationsmittel kann beispielsweise aus einem Kurzschluss-Stecker gebildet sein, der am Flugkörper angeschlossen wird.

[0014] In dem Fall, dass im Verfahrensschritt d) ein Fehlersignal generiert wird, werden nach Durchführung des Verfahrensschrittes d) vorzugsweise die folgenden zusätzlichen Schritte durchgeführt:

- d1) Konfiguration des bewaffneten Flugkörpers für einen Kommunikations-Analyse-Test mit dem Luftfahrzeug durch Einbringen eines Identifikationsmittels in den bewaffneten Flugkörper;
- d2) Durchführen eines Kommunikations-Analyse-Tests zwischen dem bewaffneten Flugkörper und dem Luftfahrzeug.

[0015] Besonders bevorzugt ist es, wenn im Verfahrensschritt a) zumindest die folgenden Funktionsprüfungen des bewaffneten Flugkörpers durchgeführt werden:

- a1) Überprüfung der Luftfahrzeugschnittstelle des bewaffneten Flugkörpers auf korrekte Funktionsweise;
- a2) Überprüfung der elektronischen Baugruppen des bewaffneten Flugkörpers auf Fehlerfreiheit;
- a3) Überprüfung der im bewaffneten Flugkörpervorgesehenen Aktuatoren auf Bewegungsfähigkeit;
- a4) Überprüfung der Sensoren des bewaffneten Flugkörpers sowie deren Funktionen auf korrekte Funktionsweise.

[0016] Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn während der Überprüfung des bewaffneten Flugkörpers in den Schritten a1) bis a4) auftretende sporadische, nicht-fatale Fehler nach Art und Anzahl in einem Speicher des bewaffneten Flugkörpers gespeichert und nach Abschluss der gesamten Überprüfung über eine Wartungs-Schnittstelle des bewaffneten Flugkörpers ausgegeben werden.

[0017] Diese Fehlerspeicherung von nicht-fatalen Fehlern ermöglicht eine schnelle und genauere Fehleranalyse und damit eine schnellere Fehlerbehebung nach Durchführung der Überprüfung.

[0018] Vorzugsweise wird auch während der Überprüfung des Flugkörpers in den Schritten a1) bis a4) die zeitliche Dauer einzelner technischer Vorgänge im bewaffneten Flugkörper gemessen und in einem Speicher im Flugkörper gespeichert und nach Abschluss der gesamten Überprüfung über die Wartungs-Schnittstelle ausgegeben.

[0019] Dieses Erfassen der zeitlichen Dauer einzelner technischer Vorgänge ermöglicht eine Zustandsanalyse auch dann, wenn kein fataler Fehler aufgetreten ist. Aufgrund dieser ermittelten und gespeicherten Daten kann nach Durchführung der Überprüfung entschieden werden, ob das Gesamtsystem aus Luftfahrzeug und bewaffnetem Flugkörper dennoch einsatzfähig ist.

[0020] Weiterhin vorteilhaft ist es, wenn im Fall einer Fehlermeldung bei der Überprüfung des bewaffneten Flugkörpers das jener Baugruppe, die die Fehlermeldung verursacht hat, zugehörige vollständige Fehlerbild über die Wartungs-Schnittstelle ausgegeben wird.

[0021] Die hierdurch erhaltene Information ermöglicht es, jene Baugruppe, die die Fehlermeldung verursacht hat, schnellstmöglich zu identifizieren und zu reparieren.

[0022] Bevorzugterweise werden im Verfahrensschritt b) zumindest die folgenden Prüfungen durchgeführt:

- b1) Überprüfung der Adressleitungen des Datenbusses auf korrekte Codierung;
- b2) Test der Leitungen, mit denen das Luftfahrzeug den bewaffneten Flugkörper mit Energie versorgt, auf zumindest korrekte Spannung, Frequenz und Phase;

b3) Test der Zündleitungen, mit denen das Luftfahrzeug irreversible Funktionen des bewaffneten Flugkörpers auslöst, auf korrekten Status;
 b4) Test der Interlock-Leitung der Waffenstation des Luftfahrzeugs auf korrekten Status;
 b5) Test des Datenbusses der Waffenstation und der Waffensteuerung des Luftfahrzeugs auf korrekte Kommunikations-Übertragung und auf korrekte Kommunikations-Inhalte, indem das Waffenstations-Testgerät an die Waffenstation des Luftfahrzeugs angeschlossen ist und den bewaffneten Flugkörper simuliert.

[0023] Die Interlock-Leitung der Waffenstation des Luftfahrzeugs ist eine diskrete Leitung, die vom Luftfahrzeug in den Flugkörper und zurückgeführt ist und die aufgetrennt wird, wenn der Flugkörper vom Luftfahrzeug abgetrennt wird. Dadurch kann das Luftfahrzeug erkennen, ob der Flugkörper ordnungsgemäß vom Luftfahrzeug abgekoppelt worden ist, also auf ein "Release" des Flugkörpers stattfand, oder ob der Flugkörper nicht oder nicht vollständig abgekoppelt worden ist, sodass ein sogenannter "Hangfire" vorliegt. Die Interlock-Leitungen sind Teil des hier maßgeblichen Standards MIL-STD-1760 und sind dort als sicherheitskritisch eingestuft.

[0024] Eine besonders bevorzugte Durchführung eines Kommunikations-Analysetests zwischen dem bewaffneten Flugkörper und dem Luftfahrzeug zeichnet sich dadurch aus, dass im Verfahrensschritt c2) beziehungsweise im Verfahrensschritt d2) der bewaffnete Flugkörper während des Kommunikations-Analyse-Tests zwischen dem bewaffneten Flugkörper und dem Luftfahrzeug zumindest folgende Prüfungen durchführt:

- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf Übertragung mit korrekten Zyklen;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf korrekte Reihenfolge;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf korrekte Informationsübertragung;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf plausiblen Inhalt;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf korrekte Identität des Luftfahrzeugs;
- Überprüfung der Zündsteuer-Leitung auf deaktivierten Zustand;
- Überprüfung der Zündenergie-Leitung auf deaktivierten Zustand.

[0025] Vorzugsweise werden dabei im Falle eines Fehlers des Kommunikations-Analyse-Tests die den Fehler verursachenden Fehler-Sachverhalte über die Wartungs-Schnittstelle des bewaffneten Flugkörpers ausgegeben. Hierdurch werden dem Bedienpersonal Daten zur Hand gegeben, die eine schnelle Fehlersuche ermöglichen.

[0026] Wenn die während des Kommunikations-Analyse-Tests erkannten, sporadischen, non-fatalen Fehler

nach Art und Anzahl im bewaffneten Flugkörper gespeichert und nach Abschluss der Überprüfung mittels der Wartungs-Schnittstelle des bewaffneten Flugkörpers als Report ausgegeben werden, dann kann auch dies zur zuverlässigen Fehleranalyse und schnelleren Reparatur des betroffenen Bauteils vorteilhaft beitragen.

[0027] Vorteilhaft ist auch, wenn nach Abschluss des Kommunikations-Analyse-Tests über die Wartungs-Schnittstelle des bewaffneten Flugkörpers zumindest folgende Datenbus-Analyse-Information als Report ausgegeben wird:

- absolute Häufigkeit jeder Datenbus-Botschaft;
- Anzahl der als fehlerhaft erkannten Botschaften je Datenbus-Botschafts-Typ,
- errechneter Ist-Zyklus jeder Datenbus-Botschaft, wobei jeder Ist-Zyklus einem spezifizierten Soll-Zyklus gegenübergestellt wird.

[0028] Auch vorteilhaft ist es, wenn nach Abschluss des Kommunikations-Analyse-Tests mittels der Wartungs-Schnittstelle des bewaffneten Flugkörpers zumindest folgende Luftfahrzeug-Navigations-Daten als Report ausgegeben werden:

- aktueller Status des Navigations-Systems des Luftfahrzeugs;
- aktuelle Position, Geschwindigkeit und Eulerwinkel des Luftfahrzeugs;
- Genauigkeits-Maß für die Navigations-Daten des Luftfahrzeugs.

[0029] Dieser Report gestattet es, die Luftfahrzeug-Navigation auf Plausibilität und die korrekte Versorgung des bewaffneten Flugkörpers mit Navigationsdaten zu überprüfen.

[0030] Insbesondere vorteilhaft ist auch, wenn der Kommunikationsanalysetest eine mittels eines Identifikations-Mittels selektierbare Betriebsart der operationellen Software des bewaffneten Flugkörpers ist. Hierdurch wird der Kommunikations-Analyse-Test in den bewaffneten Flugkörper integriert und steht somit stets ohne zusätzliche Prüfeinrichtungen zur Verfügung.

[0031] Die Software des Flugkörpers kennt verschiedene Betriebsarten, nämlich den operationellen Betrieb für den Einsatz des Flugkörpers, einen speziellen Testbetrieb während der Fertigung des Flugkörpers und einen speziellen Testbetrieb während der Nutzung des Flugkörpers. Der Kommunikations-Analyse-Test ist eine Variante des speziellen Testbetriebs während der Nutzung. Er wird mittels eines beispielsweise als Kurzschluss-Stecker ausgebildeten Identifikationsmittels selektiert.

[0032] 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

[0033] Es zeigt:

- Fig. 1 einen schematischen Testaufbau für den Test des bewaffneten Flugkörpers gemäß Schritt a);
- Fig. 2 einen schematischen Testaufbau für den Test der Waffenstation des Luftfahrzeugs gemäß Schritt b);
- Fig. 3 einen schematischen Testaufbau für den Kommunikations-Analyse-Test;
- Fig. 4 ein Flussdiagramm zur schematischen Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrensablaufs;
- Fig. 5 eine detaillierte schematische Darstellung des Verfahrensablaufs in einer vorteilhaften Ausgestaltung; und
- Fig. 6 ein Beispiel eines Verfahrensablaufs mit einer Fehlermeldung.

DARSTELLUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0034] Fig. 1 zeigt schematisch den Testaufbau für den Test eines bewaffneten Flugkörpers 1 mittels einer externen Waffen-Testvorrichtung.

[0035] Der Flugkörper 1 weist einen Rumpf 10, Tragflächen 11, Ruderklappen 12, 13, zumindest ein Triebwerk, von dem in der Fig. 1 nur der rechte Lufteinströmkanal 14 dargestellt ist, und an seinem vorderen Ende einen Infrarot-Zielsuchkopf 15 auf. Im vorderen Rumpfbereich 16 ist im Inneren des Rumpfes eine Testeinheit (TL P) vorgesehen, die über eine hinter einer Rumpflappe befindliche Wartungsschnittstelle 16' mit der außerhalb des Flugkörpers 1 vorgesehenen Waffen-Testvorrichtung 100 verbindbar ist. Der Flugkörper ist im Inneren des Rumpfes mit einem oder mehreren Gefechtsköpfen (zum Beispiel Vorhohlladung oder Penetrator) versehen. An der Oberseite des Rumpfes sind zwei Aufhängevorrichtungen 17, 17' angebracht mit denen der Flugkörper 1 an einem Trägerluftfahrzeug, beispielsweise am dortigen Bombenpylon, angehängt werden kann. Eine weitere Schnittstelle 18 ist an der Oberseite des Flugkörpers 1 vorgesehen, über welche der Flugkörper im Einsatz mit dem ihn tragenden Luftfahrzeug verbunden ist (Umbilical-Schnittstelle) und die im vorliegenden Verfahren zum Datenaustausch mit der Waffen-Testvorrichtung 100 genutzt wird. Schließlich ist der Flugkörper 1 über eine Antennenleitung 60 mit einer externen Satellitennavigationsantenne 6 verbunden, die den flugkörpereigenen Bordrechner mit Satellitennavigationsdaten versorgt.

[0036] Die Waffen-Testvorrichtung 100 ist über ein

erstes Verbindungskabel 102, das sogenannte "Umbilical-Kabel", mit der Umbilical-Schnittstelle 18 des Flugkörpers 1 verbunden. Über diese Verbindung kann die Waffen-Testvorrichtung dann mit dem Flugkörper 1 auf die gleiche Weise (zum Beispiel über Milbus oder diskrete Leitungen gemäß MIL-STD 1760) wie mit einem Trägerluftfahrzeug kommunizieren und interagieren.

[0037] Des Weiteren ist die Waffen-Testvorrichtung 100 über ein zweites Verbindungskabel 104, das sogenannte "Wartungs-Kabel" mit der Wartungs-Schnittstelle 16' des Flugkörpers 1 verbunden.

[0038] Zur Stromversorgung ist die Waffen-Testvorrichtung 100 über ein Stromversorgungskabel 106 mit einer externen Stromversorgungseinrichtung 108 verbunden. Diese Stromversorgungseinrichtung kann die Waffen-Testvorrichtung 100 mit der in geeigneten Trägerluftfahrzeugen üblichen Stromversorgung von 3x115V 400Hz versorgen.

[0039] Mit diesem in Fig. 1 gezeigten Versuchsaufbau wird die Funktionsfähigkeit des bewaffneten Flugkörpers 1 mittels der Waffen-Testvorrichtung 100 in der weiter unten noch beschriebenen Weise durchgeführt.

[0040] Fig. 2 zeigt einen schematischen Testaufbau für den Test einer Waffenstation eines Luftfahrzeugs 2.

[0041] Eine Waffenstationseinrichtung 20 ist an der Unterseite 21 des Luftfahrzeugs 2 entweder am Rumpf oder an einer der Tragflächen des Luftfahrzeugs 2 vorgesehen. Im gezeigten Beispiel ist eine linke Waffenstation 20' und eine rechte Waffenstation 20" schematisch dargestellt, die unterhalb des Rumpfes des Luftfahrzeugs 2 angebracht sind.

[0042] Jede der Waffenstationen 20', 20" ist mit einem Waffenstations-Testgerät 200 beziehungsweise 210 über ein jeweils zugeordnetes Umbilical-Kabel 202 beziehungsweise 212 verbunden. Das jeweilige Umbilical-Kabel 202, 212 ist dazu an eine entsprechende (nicht gezeigte) Schnittstelle der zugeordneten Waffenstation 20', 20" angeschlossen und mit dieser elektrisch verbunden.

[0043] Die beiden Waffenstations-Testgeräte 200, 210 werden jeweils aus dem Luftfahrzeug 2 über ein Stromversorgungskabel 204, 214 mit einer Bordspannung versorgt; diese Bordspannung beträgt beispielsweise 28 V. Des Weiteren sind die beiden Waffenstations-Testgeräte 200, 210 über jeweils ein Datenkabel 206, 216 mit einem externen Computer 220, beispielsweise einem Notebook, zum Datenaustausch verbunden. Der Computer 220 kann mittels eines Stromversorgungskabels 222 mit einem herkömmlichen Stromnetz elektrisch verbunden sein.

[0044] Mit dem in Fig. 2 dargestellten Testaufbau erfolgt die Überprüfung der Waffenstation 20, 20' des Luftfahrzeugs 2 mittels des Waffenstations-Testgeräts 200, 210. Die Durchführung dieses Tests wird weiter unten noch detailliert beschrieben.

[0045] Fig. 3 zeigt einen schematischen Testaufbau für den Kommunikations-Analyse-Test zwischen dem Flugkörper 1 und dem Luftfahrzeug 2.

[0046] Der Flugkörper 1 ist mittels der Aufhängevorrichtungen 17, 17' an der Waffenstation 20' des Luftfahrzeugs 2 aufgehängt, wie in der Fig. 3 schematisch dargestellt ist. Die Umbilical-Schnittstelle 18 des Flugkörpers 1 ist über ein Luftfahrzeug-internes Umbilical-Kabel 22 mit der (nicht gezeigten) Bordelektronik des Luftfahrzeugs 2 verbunden, die einen Waffensteuerungscomputer aufweist.

[0047] Der Flugkörper 1 ist mit einem Identifikations-Mittel versehen, welches beispielsweise von einem geeigneten Kurzschluss-Stecker gebildet ist, der in eine entsprechende elektrische Buchse eingesetzt ist und mit dieser zusammen eine Steckverbindung bildet, bei welcher durch das Einstecken des Steckers in die Buchse zumindest eine Verbindung zwischen zwei Kontakten der Buchse hergestellt wird. Der das Identifikationsmittel bildende Kurzschluss-Stecker kann beispielsweise im Bereich der Wartungsschnittstelle 16' gelegen sein und somit auch durch Öffnen der diese verdeckenden Rumpfklappe zugänglich sein.

[0048] Des weiteren ist ein Visualisierungsmittel 300 mittels eines Wartungs-Kabels 302 an die Wartungsschnittstelle 16' des Flugkörpers 1 angeschlossen. Das Visualisierungsmittel kann beispielsweise von einem Monitor oder einem Computer gebildet sein.

[0049] Mittels des in Fig. 3 schematisch gezeigten Testaufbaus ist die Durchführung eines Kommunikations-Analyse-Tests zwischen dem Luftfahrzeug 2 und dem Flugkörper 1 möglich, wobei auf die Durchführung des Tests weiter unten detailliert eingegangen wird.

[0050] Fig. 4 zeigt ein Flussdiagramm zur schematischen Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrensablaufs.

[0051] Zunächst erfolgt mit dem in Fig. 1 gezeigten Testaufbau im Schritt 400 der Test des in den Figuren auch als Waffe bezeichneten bewaffneten Flugkörpers 1. Hierbei wird die Funktionsfähigkeit des bewaffneten Flugkörpers 1 mittels der Waffen-Testvorrichtung 100 überprüft, wie dies beispielsweise in der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung DE 102006041 140.4 beschrieben ist.

[0052] Tritt bei diesem Test ein sogenannte fataler Fehler auf, das heißt, ein Fehler, der den Einsatz des Flugkörpers unmöglich macht oder zumindest derart beeinträchtigt, dass ein Einsatzserfolg in Frage gestellt werden muss, so wird der Test als nicht bestanden abgebrochen und es wird ein "NOGO"-Signal über die Waffen-Testvorrichtung 100 ausgegeben. Der Test des Flugkörpers kann in mehreren Schritten erfolgen. Beispielsweise erfolgt zunächst für eine erste Komponente des Flugkörpers ein Einschalttest, in welchem die Komponente ihre Basisfunktionen selbständig testet, woraufhin in einem nächsten Schritt ein ausgelöster Selbsttest der Komponente folgt, welcher vom Bordrechner des Flugkörpers kommandiert wird und in welchem das komplette Testspektrum der isolierten Komponente aktiviert wird. In einem dritten Schritt erfolgt dann ein unter einer Simulation eines vorhandenen Trägerluftfahrzeugs und einer in den

Computer des Flugkörpers geladenen Missionssoftware durchgeführter kontinuierlicher Test der entsprechenden Komponente, wobei insbesondere die Funktionsfähigkeit von eventuell in der Komponente vorhandenen Sensoren, Detektoren oder Aktuatoren geprüft wird. Parallel dazu erfolgen Tests von Komponenten-Gruppen und von Funktionsketten.

[0053] Nach Ablauf dieser drei Tests erfolgt eine Entscheidung, ob bei einem der Tests ein fataler Fehler aufgetreten ist, das heißt ein Fehler, der den Flugkörper nichteinsatzfähig macht. Ist dies der Fall, so wird ein "NOGO"-Signal zusammen mit einem vollständigen Fehlerbild dieser soeben getesteten Komponente, die zum "NOGO" geführt hat, übertragen. Das Ergebnis der Tests wird über die Waffen-Testvorrichtung 100 ausgegeben. Dieses komplette Fehlerbild beinhaltet im wesentlichen ein vollständiges Protokoll der einzelnen durchgeführten Tests mit ihren jeweiligen Ergebnissen sowie die Fehlerursache der als defekt gemeldeten Komponente einschließlich aller relevanten Informationen aus einer eventuell defekten Komponente sowie aus der Umgebung dieser defekten Komponente. Diese "NOGO"-Überprüfung kann auch in allen drei Schritten kontinuierlich erfolgen.

[0054] Des weiteren werden an die Waffen-Testvorrichtung 100 während des Test aufgetauchte, sporadische, nicht-fatale Fehler, die aufgezeichnet worden sind, ausgegeben, sodass sich eine das Testergebnis auswertende Person anhand dieser sporadischen, nicht-fatalen Fehlerdaten ein Bild über den Zustand des Flugkörpers 1 machen kann, auch wenn diese Fehler nicht zu der "NOGO"-Entscheidung beigetragen haben. Die den Test auswertende Person kann daraus Schlüsse über den Zustand des Flugkörpers ziehen, sodass aufgrund dieser Daten bestimmte Wartungs- oder Reparaturarbeiten am Flugkörper vorgenommen werden können. Weiterhin werden während des Testdurchlaufs technische Zeiten einzelner im Flugkörper 1 oder in dessen Steuerrechner ablaufende Prozesse gemessen, protokolliert und an die externe Waffen-Testvorrichtung 100 ausgegeben. Auch aus diesen technischen Zeiten kann eine das Testergebnis analysierende Person Schlüsse über den Zustand des Flugkörpers ziehen und so rechtzeitig Wartungsarbeiten anordnen.

[0055] Ist nach diesem Test des bewaffneten Flugkörpers im Schritt 402 festgestellt worden, ob der Test erfolgreich verlaufen ist, so erfolgt nachfolgend im Schritt 404 der Test der Waffenstation des Luftfahrzeugs.

[0056] Bei diesem Test werden von einer ersten Bedienerperson, die im Cockpit den Platz des Waffensystemoffiziers einnimmt, die entsprechenden Befehle durchgeführt, die zum Auslösen und Abwerfen des bewaffneten Flugkörpers 1 vom Luftfahrzeug 2 erforderlich sind. Eine zweite, am Boden befindliche Bedienerperson beobachtet auf dem Bildschirm des Computers 220 die entsprechenden Signale an den zugeordneten Waffenstationen 20', 20", welche als Antwort auf die von der ersten Bedienerperson durchgeführten Betätigungen hervorgeru-

fen werden. Die erste Person im Cockpit beobachtet wiederum die entsprechenden Cockpitanzeigen und überprüft, ob diese Anzeigen in der für den Betriebsfall korrekten Art und Weise funktionieren.

[0057] Tritt während dieses Tests der Waffenstation des Luftfahrzeugs ein fataler Fehler auf, so führt dies ebenfalls zu einer "NOGO"-Entscheidung. Wird in diesem Entscheidungsschritt 406 jedoch festgestellt, dass kein Fehler aufgetreten ist, so wird im Schritt 408 der Flugkörper 1 an die zugeordnete Waffenstation 20', 20" des Luftfahrzeugs 2 angebaut und mechanisch sowie elektrisch mit dem Luftfahrzeug 2 verbunden.

[0058] Anschließend erfolgt im Schritt 410 ein operationeller Hochlauf des bewaffneten Flugkörpers 1 an der Waffenstation 20' beziehungsweise 20" des Luftfahrzeugs 2. Dabei werden die einzelnen Komponenten des bewaffneten Flugkörpers 1 vom Luftfahrzeug 2 aus aktiviert und bestimmte automatische Prüfungen werden durchgeführt.

[0059] Während dieses Hochlaufs des bewaffneten Flugkörpers 1 am Luftfahrzeug 2, der bis zum Erreichen eines Bereitschaftsstatus' des bewaffneten Flugkörpers dauert, werden die einzelnen Aktivierungsaktionen mittels des Visualisierungsmittels 300 auf das Auftreten von fatalen Fehlern hin beobachtet. Tritt in diesem Beobachtungs- und Prüfschritt 412 ein fataler Fehler zu Tage, so führt dies zu einer "NOGO"-Entscheidung. Erfolgt der Test jedoch problemlos und fehlerfrei, so wird im Schritt 412 eine "GO"-Entscheidung getroffen, mit welcher die Einheit aus bewaffnetem Flugkörper 1 und Luftfahrzeug 2 für den Einsatz freigegeben wird.

[0060] Fig. 5 zeigt eine Weiterbildung des vorstehend im Zusammenhang mit der Fig. 4 beschriebenen Verfahrens, wobei die Schritte 500 bis 508 den entsprechenden um den Wert 100 niedrigeren Schritten 400 bis 408 entsprechen.

[0061] Nachdem in Schritt 508 durchgeführten Anbau des bewaffneten Flugkörpers 1 an das Luftfahrzeug 2 und dem Herstellen der mechanischen und elektrischen Verbindungen zwischen dem Luftfahrzeug 2 und dem bewaffneten Flugkörper 1 wird im Schritt 510 durch Einbringen des Identifikationsmittels in den bewaffneten Flugkörper 1 der bewaffnete Flugkörper 1 für einen Kommunikations-Analyse-Test mit dem Luftfahrzeug konfiguriert.

[0062] Anschließend wird im Schritt 512 ein Kommunikations-Analyse-Test zwischen dem bewaffneten Flugkörper 1 und dem Luftfahrzeug 2 durchgeführt. Bei diesem Kommunikations-Analyse-Test wird überprüft, ob die im operationellen Einsatz der Einheit aus Luftfahrzeug 2 und bewaffnetem Flugkörper 1 genutzten Informationskanäle funktionsfähig sind und ob die über diese Kanäle erfolgende Kommunikation korrekt abläuft.

[0063] Wird bei diesem Kommunikations-Analyse-Test ein Fehler entdeckt, so wird im Schritt 514 entschieden, zum Schritt 515 zu verzweigen, in welchem ein Fehlerbild und ein Bericht der Fehleranalyse über das Visualisierungsmittel 300 ausgegeben werden.

[0064] Wird im Schritt 514 hingegen festgestellt, dass im Kommunikations-Analyse-Test des Schritts 512 kein Fehler aufgetreten ist, so wird im Schritt 516 der bewaffnete Flugkörper 1 für den operationellen Betrieb konfiguriert, indem das Identifikationsmittel aus dem bewaffneten Flugkörper 1 wieder entfernt wird.

[0065] Anschließend erfolgen in den Schritten 518 und 520, die den Schritten 410 und 412 des Beispiels aus Fig. 4 entsprechen, der operationelle Hochlauf des bewaffneten Flugkörpers an der Waffenstation des Luftfahrzeugs und die entsprechende Entscheidung, ob bei diesem Hochlauf Fehler aufgetreten sind oder nicht.

[0066] Fig. 6 zeigt ein Flussdiagramm einer weiteren Abwandlung des Verfahrens gemäß Fig. 4, wobei die Verfahrensschritte 600 bis 612 den um den Wert 200 reduzierten Verfahrensschritten 400 bis 412 des Beispiels aus Fig. 4 entsprechen.

[0067] Wird im Entscheidungsschritt 612 festgestellt, dass während des operationellen Hochlaufs des bewaffneten Flugkörpers 1 an der Waffenstation 20', 20" des Luftfahrzeugs 2 ein Fehler aufgetreten ist, so wird der Test nicht - wie im Beispiel der Fig. 4 - mit einer "NOGO"-Entscheidung abgeschlossen, sondern es wird im Schritt 613 der bewaffnete Flugkörper 1 für einen Kommunikations-Analyse-Test konfiguriert, indem das Identifikationsmittel in den bewaffneten Flugkörper 1 eingebracht wird. Es folgt dann im Schritt 615 ein Kommunikations-Analyse-Test zwischen dem bewaffneten Flugkörper 1 und dem Luftfahrzeug 2, der dem Kommunikations-Analyse-Test 512 des Verfahrensbeispiels aus Fig. 5 entspricht.

[0068] Wird im darauffolgenden Entscheidungsschritt 617 entschieden, dass der Kommunikations-Analyse-Test im Schritt 615 fehlerfrei durchgeführt worden ist, so wird im Schritt 618 ein Bericht über die im Schritt 615 durchgeführte Kommunikations-Analyse über das Visualisierungsmittel 300 ausgegeben.

[0069] Wird hingegen im Schritt 617 entschieden, dass beim Kommunikations-Analyse-Test des Schritts 615 ein Fehler aufgetreten ist, so wird im Schritt 619 der Bericht über die Kommunikations-Analyse zusammen mit einem Fehlerbild des aufgetretenen Fehlers über das Visualisierungsmittel 300 ausgegeben.

[0070] Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzzumfang nicht einschränken.

Bezugszeichenliste

[0071] Es bezeichnen:

- | | |
|----|------------------------------|
| 1 | Flugkörper |
| 2 | Luftfahrzeug |
| 6 | Satellitennavigationsantenne |
| 10 | Rumpf |
| 11 | Tragflächen |
| 12 | Ruderklappen |

13 Ruderklappen
 14 rechter Lufteinströmkanal
 15 Infrarot-Zielsuchkopf
 16 vorderer Rumpfbereich
 16' Wartungsschnittstelle
 17 Aufhängevorrichtung
 17' Aufhängevorrichtung
 18 Umbilical-Schnittstelle
 20 Waffenstationseinrichtung
 20' linke Waffenstation
 20" rechte Waffenstation
 21 Unterseite des Luftfahrzeugs
 22 Umbilical-Kabel
 60 Antennenleitung
 100 Waffentestvorrichtung
 102 Verbindungskabel
 104 Verbindungskabel
 106 Stromversorgungskabel
 108 Stromversorgungseinrichtung
 200 Waffenstations-Testgerät
 202 Umbilical-Kabel
 204 Stromversorgungskabel
 206 Datenkabel
 210 Waffenstations-Testgerät
 212 Umbilical-Kabel
 214 Stromversorgungskabel
 216 Datenkabel
 220 externer Computer
 222 Stromversorgungskabel
 300 Visualisierungsmittel
 302 Wartungskabel

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

durch das Luftfahrzeug bis zum Erreichen eines Bereitschaftsstatus' des bewaffneten Flugkörpers und

e) Überprüfen der einzelnen Aktivierungsaktionen des Schritts d); wobei dann, wenn zumindest eine der Überprüfungen nicht erfolgreich verlaufen ist, ein Fehlersignal ausgegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Durchführung des Verfahrensschritts c) die folgenden Schritte zusätzlich durchgeführt werden:

c1) Konfiguration des bewaffneten Flugkörpers für einen Kommunikations-Analyse-Test mit dem Luftfahrzeug durch Einbringen eines Identifikationsmittels in den bewaffneten Flugkörper;
 c2) Durchführen eines Kommunikations-Analyse-Tests zwischen dem bewaffneten Flugkörper und dem Luftfahrzeug;
 c3) Konfiguration des bewaffneten Flugkörpers für den Einsatzbetrieb, indem das Identifikationsmittel aus dem bewaffneten Flugkörper wieder entfernt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Fall, dass im Verfahrensschritt d) ein Fehlersignal generiert wird, nach Durchführung des Verfahrensschritts d) die folgenden zusätzlichen Schritte durchgeführt werden:

d1) Konfiguration des bewaffneten Flugkörpers für einen Kommunikations-Analyse-Test mit dem Luftfahrzeug durch Einbringen eines Identifikations-Mittels in den bewaffneten Flugkörper;
 d2) Durchführen eines Kommunikations-Analyse-Tests zwischen dem bewaffneten Flugkörper und dem Luftfahrzeug.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Verfahrensschritt a) zumindest folgende Funktionsprüfungen des bewaffneten Flugkörpers durchgeführt werden:

a1) Überprüfung der Luftfahrzeugschnittstelle des bewaffneten Flugkörpers auf korrekte Funktionsweise;
 a2) Überprüfung der elektronischen Baugruppen des bewaffneten Flugkörpers auf Fehlerfreiheit;
 a3) Überprüfung der im bewaffneten Flugkörper vorgesehenen Aktuatoren auf Bewegungsfähigkeit;
 a4) Überprüfung der Sensoren des bewaffneten

Patentansprüche

1. Verfahren zur systematischen Überprüfung der Interaktionsfähigkeit zwischen einem Luftfahrzeug und einem mit diesem koppelbaren bewaffneten, unbemannten Flugkörper in einer zusammenhängenden Sequenz, wobei das Luftfahrzeug mit einer Waffenstation versehen ist, die mechanische und elektrische Kopplungsmittel aufweist, welche mit entsprechenden mechanischen und elektrischen Kopplungsmitteln des Flugkörpers verbindbar sind, **gekennzeichnet durch** die unmittelbar vor dem Start des Luftfahrzeugs durchgeführten Schritte,

a) Überprüfen der Funktionsfähigkeit des bewaffneten Flugkörpers mittels einer Waffentestvorrichtung;
 b) Überprüfen der Waffenstation des Luftfahrzeugs mit einer Waffenstations-Testvorrichtung vor oder nach Schritt a);
 c) Anbringen des bewaffneten Flugkörpers an der Waffenstation des Luftfahrzeugs unter mechanischer und elektrischer Kopplung des Flugkörpers mit dem Luftfahrzeug;
 d) Aktivierung des bewaffneten Flugkörpers

Flugkörpers sowie deren Funktionen auf korrekte Funktionsweise.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** während der Überprüfung des bewaffneten Flugkörpers in den Schritten a1) bis a4) auftretende sporadische, nicht-fatale Fehler nach Art und Anzahl in einem Speicher des bewaffneten Flugkörpers gespeichert und nach Abschluss der gesamten Überprüfung über eine Wartungs-Schnittstelle des bewaffneten Flugkörpers ausgegeben werden.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** während der Überprüfung des Flugkörpers in den Schritten a1) bis a4) die zeitliche Dauer einzelner technischer Vorgänge im bewaffneten Flugkörper gemessen und in einem Speicher im Flugkörper gespeichert und nach Abschluss der gesamten Überprüfung über die Wartungs-Schnittstelle ausgegeben werden.

7. Verfahren nach Anspruch 4, 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** im Fall einer Fehlermeldung bei der Überprüfung des bewaffneten Flugkörpers das jener Baugruppe, die die Fehlermeldung verursacht hat, zugehörige vollständige Fehlerbild über die Wartungs-Schnittstelle ausgegeben wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Verfahrensschritt b) zumindest die folgenden Prüfungen durchgeführt werden:

- b1) Überprüfung der Adressleitungen des Datenbusses auf korrekte Codierung;
- b2) Test der Leitungen, mit denen das Luftfahrzeug den bewaffneten Flugkörper mit Energie versorgt, auf zumindest korrekte Spannung, Frequenz und Phase;
- b3) Test der Zündleitungen, mit denen das Luftfahrzeug irreversible Funktionen des bewaffneten Flugkörpers auslöst, auf korrekten Status;
- b4) Test der Interlock-Leitung der Waffenstation des Luftfahrzeugs auf korrekten Status;
- b5) Test des Datenbusses der Waffenstation und der Waffensteuerung des Luftfahrzeugs auf korrekte Kommunikations-Übertragung und auf korrekte Kommunikations-Inhalte, indem das Waffenstations-Testgerät an die Waffenstation des Luftfahrzeugs angeschlossen ist und den bewaffneten Flugkörper simuliert.

9. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

dass der bewaffnete Flugkörper im Verfahrensschritt c2) während des Kommunikations-Analyse-Tests zwischen dem bewaffneten Flugkörper und dem Luftfahrzeug zumindest folgende Prüfungen durchführt:

- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf Übertragung mit korrekten Zyklen;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf korrekte Reihenfolge;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf korrekte Informationsübertragung;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf plausiblen Inhalt;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf korrekte Identität des Luftfahrzeugs;
- Überprüfung der Zündsteuer-Leitung auf deaktivierten Zustand;
- Überprüfung der Zündenergie-Leitung auf deaktivierten Zustand.

10. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,

dass im Verfahrensschritt d2) der bewaffnete Flugkörper während des Kommunikations-Analyse-Tests zwischen dem bewaffneten Flugkörper und dem Luftfahrzeug zumindest folgende Prüfungen durchführt:

- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf Übertragung mit korrekten Zyklen;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf korrekte Reihenfolge;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf korrekte Informationsübertragung;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf plausiblen Inhalt;
- Überprüfung der Datenbus-Botschaften auf korrekte Identität des Luftfahrzeugs;
- Überprüfung der Zündsteuer-Leitung auf deaktivierten Zustand;
- Überprüfung der Zündenergie-Leitung auf deaktivierten Zustand.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,

dass im Falle eines Fehlers des Kommunikations-Analyse-Tests die den Fehler verursachenden Fehler-Sachverhalte über die Wartungs-Schnittstelle des bewaffneten Flugkörpers ausgegeben werden.

12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,

dass die während des Kommunikations-Analyse-Tests erkannten sporadischen, non-fatalen Fehler nach Art und Anzahl im bewaffneten Flugkörper ge-

speichert und nach Abschluss der Überprüfung mittels der Wartungs-Schnittstelle des bewaffneten Flugkörpers als Report ausgegeben werden.

13. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass nach Abschluss des Kommunikations-Analyse-Tests über die Wartungs-Schnittstelle des bewaffneten Flugkörpers zumindest folgende Datenbus-Analyse-Information als Report ausgegeben wird: 10

- absolute Häufigkeit jeder Datenbus-Botschaft;
- Anzahl der als fehlerhaft erkannten Botschaften je Datenbus-Botschafts-Typ, 15
- errechneter Ist-Zyklus jeder Datenbus-Botschaft, wobei jeder Ist-Zyklus einem spezifizierten Soll-Zyklus gegenübergestellt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, 20
dadurch gekennzeichnet,
dass nach Abschluss des Kommunikations-Analyse-Tests mittels der Wartungs-Schnittstelle des bewaffneten Flugkörpers zumindest folgende Luftfahrzeug-Navigations-Daten als Report ausgegeben werden: 25

- aktueller Status des Navigations-Systems des Luftfahrzeugs;
- aktuelle Position, Geschwindigkeit und Eulerwinkel des Luftfahrzeugs; 30
- Genauigkeits-Maß für die Navigations-Daten des Luftfahrzeugs.

15. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, 35
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kommunikations-Analyse-Test eine mittels eines Identifikations-Mittels selektierbare Betriebsart der operationellen Software des bewaffneten Flugkörpers ist. 40

Claims

1. Method of systematic testing of the interaction capability between an aircraft and an armed, unmanned airborne vehicle that can be coupled to it, in a coherent sequence, wherein the aircraft is provided with a weapon station, which comprises mechanical and electrical coupling means, which can be connected to corresponding mechanical and electrical coupling means of the airborne vehicle, **characterized by** the steps carried out directly prior to the aircraft starting up, 45
- a) Check the serviceability of the armed airborne vehicle by means of a weapon test device;
 - b) Check the weapon station of the aircraft using 50

a weapon station test device before or after step a);
 c) Attach the armed airborne vehicle to the weapon station of the aircraft by mechanical and electrical coupling of the airborne vehicle to the aircraft;
 d) Activate the armed airborne vehicle from the aircraft until the armed airborne vehicle reaches the ready status
 e) Check the individual activation actions of step d);

wherein a fault signal is output if at least one of the tests is unsuccessful.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** after carrying out step c) of the method, the following steps are additionally carried out:

- c1) Configure the armed airborne vehicle for a communications analysis test with the aircraft by introducing identification means into the armed airborne vehicle;
- c2) Carry out a communications analysis test between the armed airborne vehicle and the aircraft;
- c3) Configure the armed airborne vehicle for operational use, wherein the identification means is removed from the armed airborne vehicle.

3. Method according to Claim 1, **characterized in that** in the event that an error signal is generated in step d) of the method, the following additional steps are carried out after carrying out step d) of the method:

- d1) Configure the armed airborne vehicle for a communications analysis test with the aircraft by introducing an identification means into the armed airborne vehicle;
- d2) Carry out a communications analysis test between the armed airborne vehicle and the aircraft.

4. Method according to Claim 1, **characterized in that** in step a) of the method, at least the following functional tests of the armed airborne vehicle are carried out:

- a1) Check the aircraft interface of the armed airborne vehicle for correct operation;
- a2) Check the electronic assemblies in the armed airborne vehicle for serviceability;
- a3) Check the actuators provided in the armed airborne vehicle for movement capability;

- a4) Check the sensors of the armed airborne vehicle and their functions for correct operation.
5. Method according to Claim 4,
characterized
- **in that** during the testing of the armed airborne vehicle in steps a1) to a4), sporadic, non-fatal faults that occur are stored according to type and number in a memory of the armed airborne vehicle and are output via a maintenance interface of the armed airborne vehicle following completion of the entire testing.
6. Method according to Claim 4 or 5,
characterized
- **in that** during the testing of the armed airborne vehicle in steps a1) to a4) the time duration of the individual technical processes in the armed airborne vehicle is measured and stored in a memory in the armed airborne vehicle and is output via the maintenance interface following completion of the entire testing.
7. Method according to Claim 4, 5 or 6,
characterized
- **in that** in the event of a fault message during the testing of the armed airborne vehicle, the complete fault map associated with that assembly which has caused the fault message is output via the maintenance interface.
8. Method according to Claim 1,
characterized
in that in step b) of the method, at least the following tests are carried out:
- b1) Check the address lines of the data bus for correct coding;
- b2) Test the lines with which the aircraft supplies the armed airborne vehicle with power, at least for correct voltage, frequency and phase;
- b3) Test the initiation lines with which the aircraft triggers irreversible functions of the armed airborne vehicle for correct status;
- b4) Test the interlock line of the weapon station of the aircraft for correct status;
- b5) Test the data bus of the weapon station and the weapon control system of the aircraft for correct communications transmission and for correct communications contents, wherein the weapons station test device is connected to the weapon station of the aircraft and simulates the armed airborne vehicle.
9. Method according to Claim 2,

characterized

in that the armed airborne vehicle carries out at least the following steps in step c2) of the method, between the armed airborne vehicle and the aircraft, during the communications analysis test:

- Check the data bus messages for transmission with correct cycles;
- Check the data bus messages for correct sequence;
- Check the data bus messages for correct information transmission;
- Check the data bus messages for plausible content;
- Check the data bus messages for correct identity of the aircraft;
- Check the initiation control line for the deactivated state;
- Check the initiation power line for the deactivated state.

10. Method according to Claim 3,
characterized
in that in step d2) of the method the armed airborne vehicle carries out at least the following tests during the communications analysis test between the armed airborne vehicle and the aircraft:

- Check the data bus messages for transmission with correct cycles;
- Check the data bus messages for correct sequence;
- Check the data bus messages for correct information transmission;
- Check the data bus messages for plausible content;
- Check the data bus messages for correct identity of the aircraft;
- Check the initiation control line for the deactivated state;
- Check the initiation power line for the deactivated state.

11. Method according to Claim 9 or 10,
characterized
in that in the event of a fault in the communications analysis tests, the fault situations causing the fault are output via the maintenance interface of the armed airborne vehicle.

12. Method according to Claim 9 or 10,
characterized
in that the sporadic, non-fatal faults detected during the communications analysis tests are stored according to type and number in the armed airborne vehicle and are output as a report via the maintenance interface of the armed airborne vehicle following completion of the checks.

13. Method according to Claim 9 or 10,
characterized
in that, following completion of the communications analysis tests, at least the following data bus analysis information is output as a report via the maintenance interface of the armed airborne vehicle:
- The absolute frequency of occurrence of each data bus message;
 - The number of the messages of each data bus message type detected as faulty,
 - The calculated actual cycle of each data bus message, wherein each actual cycle is compared with a specified nominal cycle.
14. Method according to Claim 9 or 10,
characterized
in that following completion of the communications analysis tests, at least the following aircraft navigation data is output as a report via the maintenance interface of the armed airborne vehicle:
- The current status of the navigation system of the aircraft;
 - The current position, speed and Euler angle of the aircraft;
 - A measure of the accuracy of the navigation data of the aircraft.
15. Method according to Claim 9 or 10,
characterized
in that the communications analysis test is an operating mode of the operational software of the armed airborne vehicle that is selectable by an identification means.

Revendications

1. Procédé de contrôle systématique de l'aptitude à l'interaction entre un aéronef et un engin volant armé non habité qui peut être accouplé à celui-ci dans une séquence cohérente, l'aéronef étant muni d'une station d'armement qui présente des moyens d'accouplement mécaniques et électriques, lesquels peuvent être reliés avec des moyens d'accouplement mécaniques et électriques correspondants de l'engin volant,
caractérisé par les étapes suivantes, effectuées directement avant le démarrage de l'aéronef :
- a) contrôle de l'aptitude fonctionnelle de l'engin volant armé au moyen d'un dispositif de test d'arme ;
 - b) contrôle de la station d'armement de l'aéronef avec un dispositif de test de station d'armement avant ou après l'étape a) ;
 - c) installation de l'engin volant armé sur la sta-

tion d'armement de l'aéronef par accouplement mécanique et électrique de l'engin volant avec l'aéronef ;
d) activation de l'engin volant armé par l'aéronef jusqu'à atteindre un état de disponibilité de l'engin volant armé et
e) contrôle des actions d'activation individuelles de l'étape d) ;

un signal d'erreur étant délivré quand au moins l'un des contrôles a échoué.

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce
que les étapes suivantes sont exécutées en plus après avoir exécuté l'étape c) du procédé :

c1) configuration de l'engin volant armé pour un test d'analyse de communication avec l'aéronef par introduction d'un moyen d'identification dans l'engin volant armé ;
c2) exécution d'un test d'analyse de communication entre l'engin volant armé et l'aéronef ;
c3) configuration de l'engin volant armé pour le mode intervention en retirant de nouveau le moyen d'identification de l'engin volant armé.

3. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce
que dans le cas où un signal d'erreur est généré à l'étape d) du procédé, les étapes supplémentaires suivantes sont exécutées après avoir exécuté l'étape d) du procédé :

d1) configuration de l'engin volant armé pour un test d'analyse de communication avec l'aéronef par introduction d'un moyen d'identification dans l'engin volant armé ;
d2) exécution d'un test d'analyse de communication entre l'engin volant armé et l'aéronef.

4. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce
qu'au moins les contrôles fonctionnels suivants de l'engin volant armé sont exécutés dans l'étape a) du procédé :

a1) contrôle du bon fonctionnement de l'interface d'aéronef de l'engin volant armé ;
a2) contrôle de l'absence de défaut sur les sous-ensembles électroniques de l'engin volant armé ;
a3) contrôle de la mobilité des actionneurs prévus dans l'engin volant armé ;
a4) contrôle du bon fonctionnement des capteurs de l'engin volant armé et de leurs fonctions.

5. Procédé selon la revendication 4,
caractérisé en ce
que pendant le contrôle de l'engin volant armé aux étapes a1) à a4), les défauts sporadiques non fatals qui se produisent sont enregistrés en fonction de leur nature et de leur nombre dans une mémoire de l'engin volant armé et, après avoir terminé l'intégralité du contrôle, sont délivrés par le biais d'une interface de maintenance de l'engin volant armé.

6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce**
que pendant le contrôle de l'engin volant aux étapes a1) à a4), la durée dans le temps de chacune des opérations techniques dans l'engin volant armé est mesurée et enregistrée dans une mémoire dans l'engin volant puis délivrée par le biais de l'interface de maintenance après avoir terminé l'intégralité du contrôle.

7. Procédé selon la revendication 4, 5 ou 6 **caractérisé en ce**
que dans le cas d'un message d'erreur lors du contrôle de l'engin volant armé, l'image du défaut complète associée à chaque sous-ensemble qui a provoqué le message d'erreur est délivrée par le biais de l'interface de maintenance.

8. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce
qu'au moins les contrôles suivants sont exécutés à l'étape b) du procédé :

- b1) contrôle du codage correct des lignes d'adresse du bus de données ;
- b2) test des lignes avec lesquelles l'aéronef alimente l'engin volant armé en énergie pour vérifier au moins si la tension, la fréquence et la phase sont correctes ;
- b3) test de l'état correct des lignes de mise à feu avec lesquelles l'aéronef déclenche des fonctions irréversibles de l'engin volant armé ;
- b4) test de l'état correct de la ligne de verrouillage mutuel de la station d'armement de l'aéronef ;
- b5) test du bus de données de la station d'armement et de la commande d'armement de l'aéronef pour vérifier si la transmission de communication est correcte et si le contenu des communications est correct en raccordant le testeur de station d'armement à la station d'armement de l'aéronef et en simulant l'engin volant armé.

9. Procédé selon la revendication 2,
caractérisé en ce
qu'à l'étape c2) du procédé, pendant le test d'analyse de communication entre l'engin volant armé et l'aéronef, l'engin volant armé exécute au moins les

contrôles suivants :

- contrôle de la transmission avec des cycles corrects des messages du bus de données ;
- contrôle de la séquence correcte des messages du bus de données ;
- contrôle de la transmission correcte d'informations par les messages du bus de données ;
- contrôle de la plausibilité du contenu des messages du bus de données ;
- contrôle de l'identité correcte de l'aéronef dans les messages du bus de données ;
- contrôle de l'état désactivé de la ligne de commande de mise à feu ;
- contrôle de l'état désactivé de la ligne d'énergie de mise à feu.

10. Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce
qu'à l'étape d2) du procédé, pendant le test d'analyse de communication entre l'engin volant armé et l'aéronef, l'engin volant armé exécute au moins les contrôles suivants :

- contrôle de la transmission avec des cycles corrects des messages du bus de données ;
- contrôle de la séquence correcte des messages du bus de données ;
- contrôle de la transmission correcte d'informations par les messages du bus de données ;
- contrôle de la plausibilité du contenu des messages du bus de données ;
- contrôle de l'identité correcte de l'aéronef dans les messages du bus de données ;
- contrôle de l'état désactivé de la ligne de commande de mise à feu ;
- contrôle de l'état désactivé de la ligne d'énergie de mise à feu.

11. Procédé selon la revendication 9 ou 10,
caractérisé en ce
que dans le cas d'un défaut lors du test d'analyse de communication, les faits erratiques qui ont provoqué le défaut sont délivrés par le biais de l'interface de maintenance de l'engin volant armé.

12. Procédé selon la revendication 9 ou 10,
caractérisé en ce
que les défauts sporadiques non fatals détectés pendant le test d'analyse de communication sont enregistrés dans l'engin volant armé en fonction de leur nature et de leur nombre et sont délivrés sous la forme d'un rapport au moyen de l'interface de maintenance de l'engin volant armé après avoir terminé le contrôle.

13. Procédé selon la revendication 9 ou 10,
caractérisé en ce

qu'au moins les informations d'analyse de bus de données suivantes sont délivrées sous la forme d'un rapport par le biais de l'interface de maintenance de l'engin volant armé après avoir terminé le test d'analyse de communication :

5

- fréquence absolue de chaque message du bus de données ;
- nombre de messages reconnus erronés par type de message de bus de données ;
- cycle réel calculé de chaque message de bus de données, chaque cycle réel étant confronté à un cycle de consigne spécifié.

10

14. Procédé selon la revendication 9 ou 10,

15

caractérisé en ce

qu'au moins les données de navigation de l'aéronef suivantes sont délivrées sous la forme d'un rapport au moyen de l'interface de maintenance de l'engin volant armé après avoir terminé le test d'analyse de communication :

20

- état actuel du système de navigation de l'aéronef ;
- position, vitesse et angle d'Euler actuels de l'aéronef ;
- indice de précision pour les données de navigation de l'aéronef.

25

15. Procédé selon la revendication 9 ou 10,

30

caractérisé en ce

que le test d'analyse de communication est un mode de fonctionnement du logiciel opérationnel de l'engin volant armé qui peut être sélectionné à l'aide d'un moyen d'identification.

35

40

45

50

55

Fig. 1

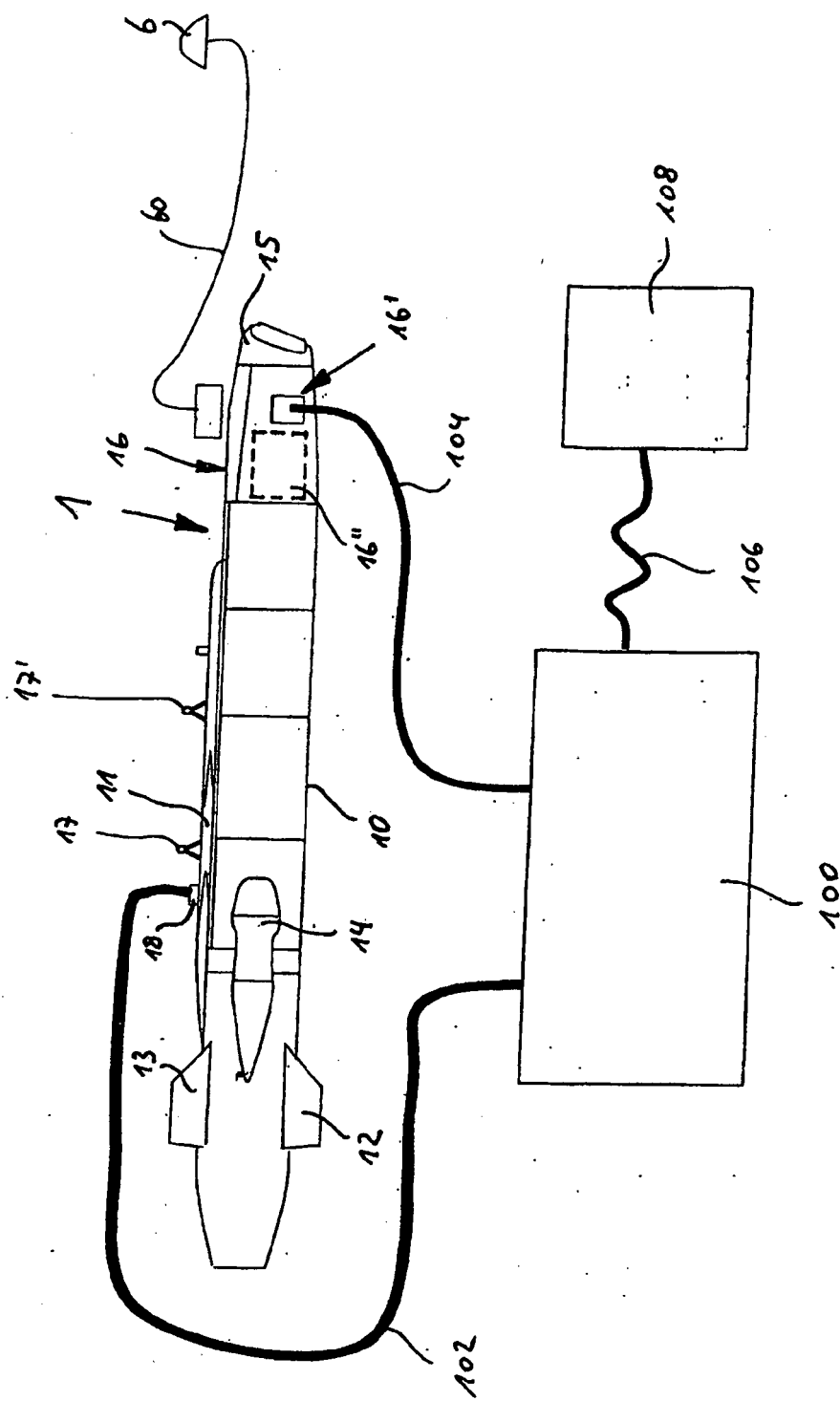


Fig. 2

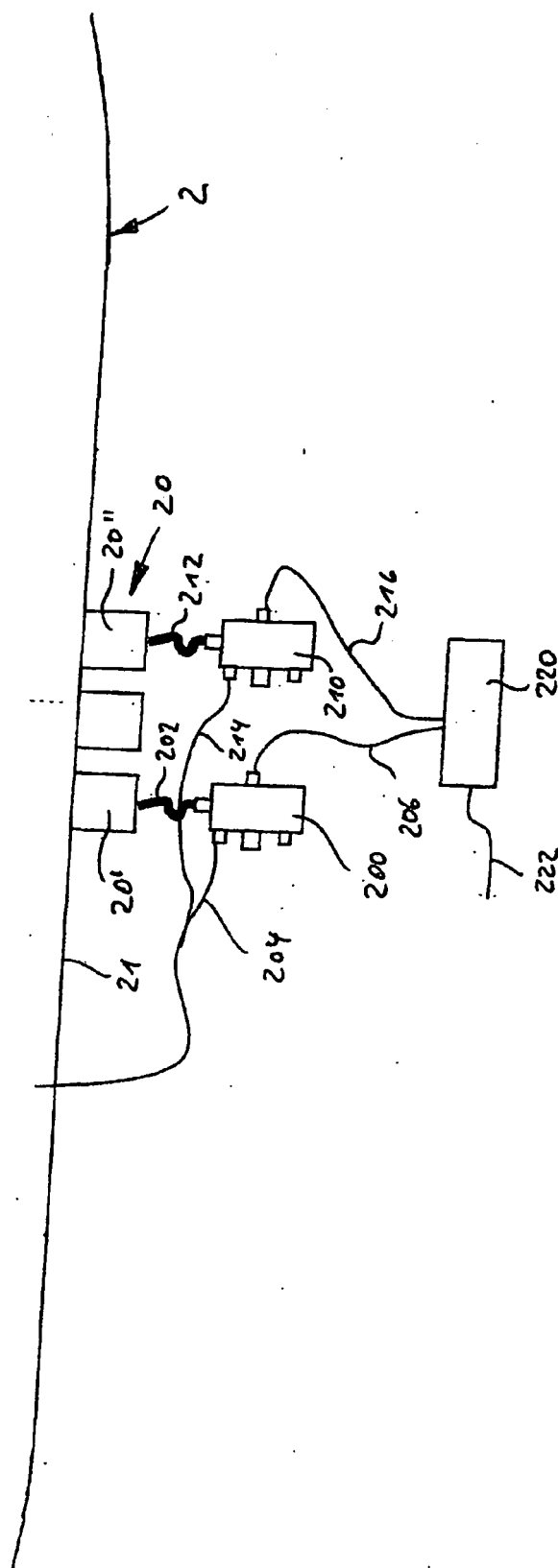


Fig. 3

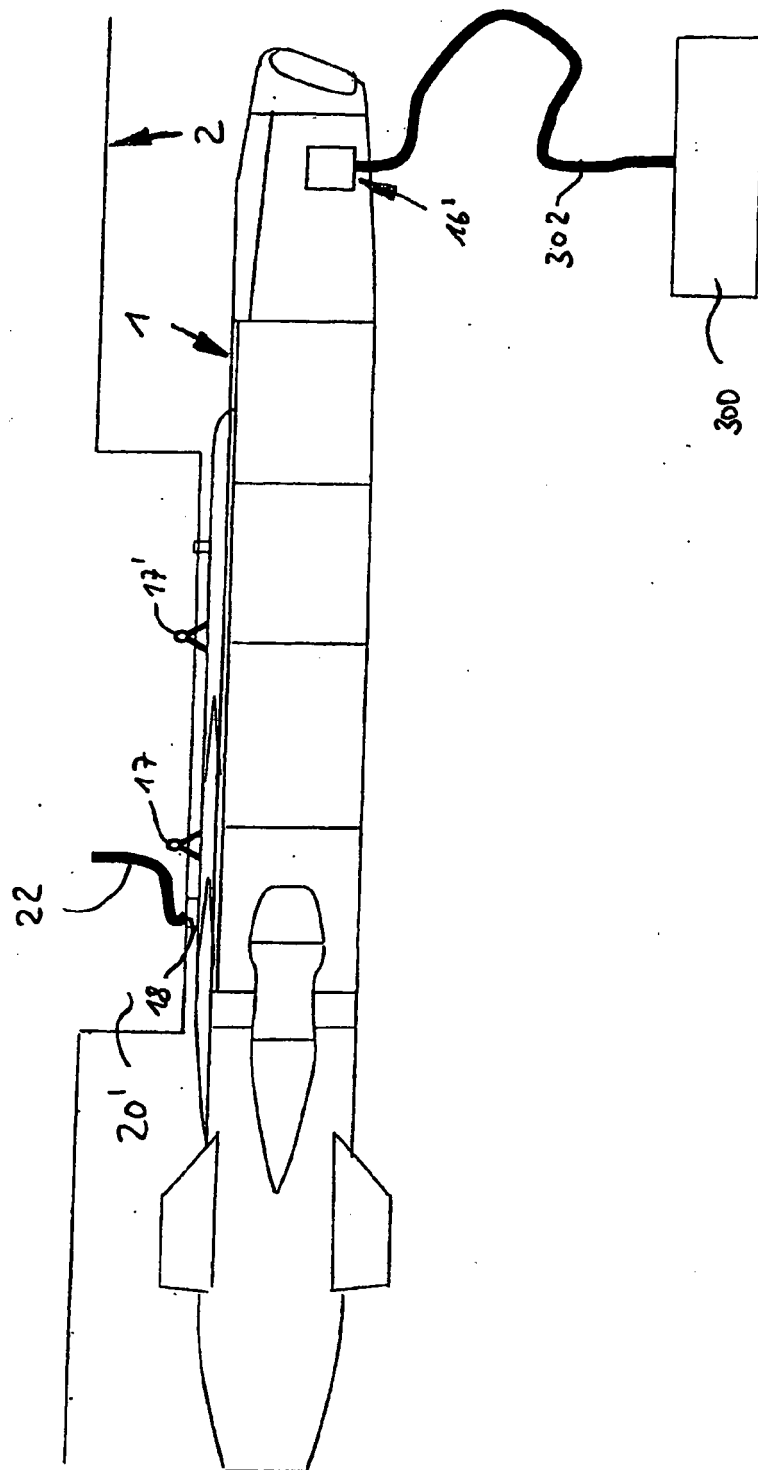


Fig. 4

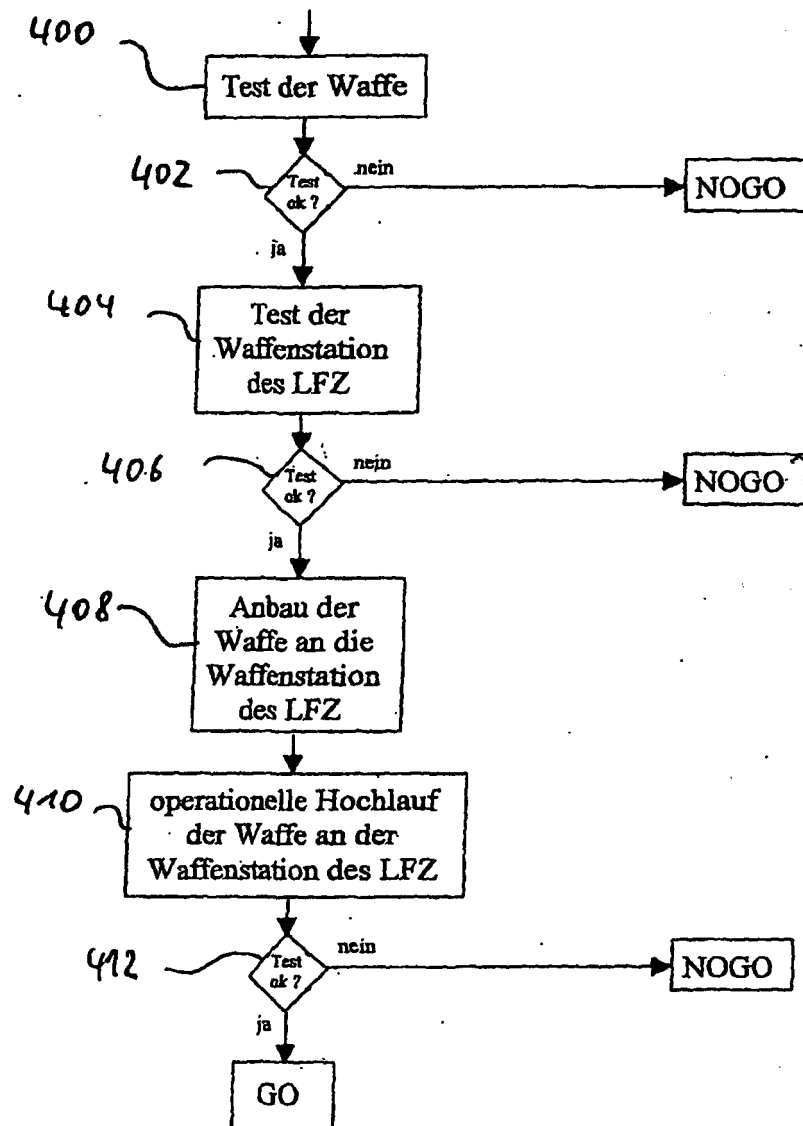


Fig. 5

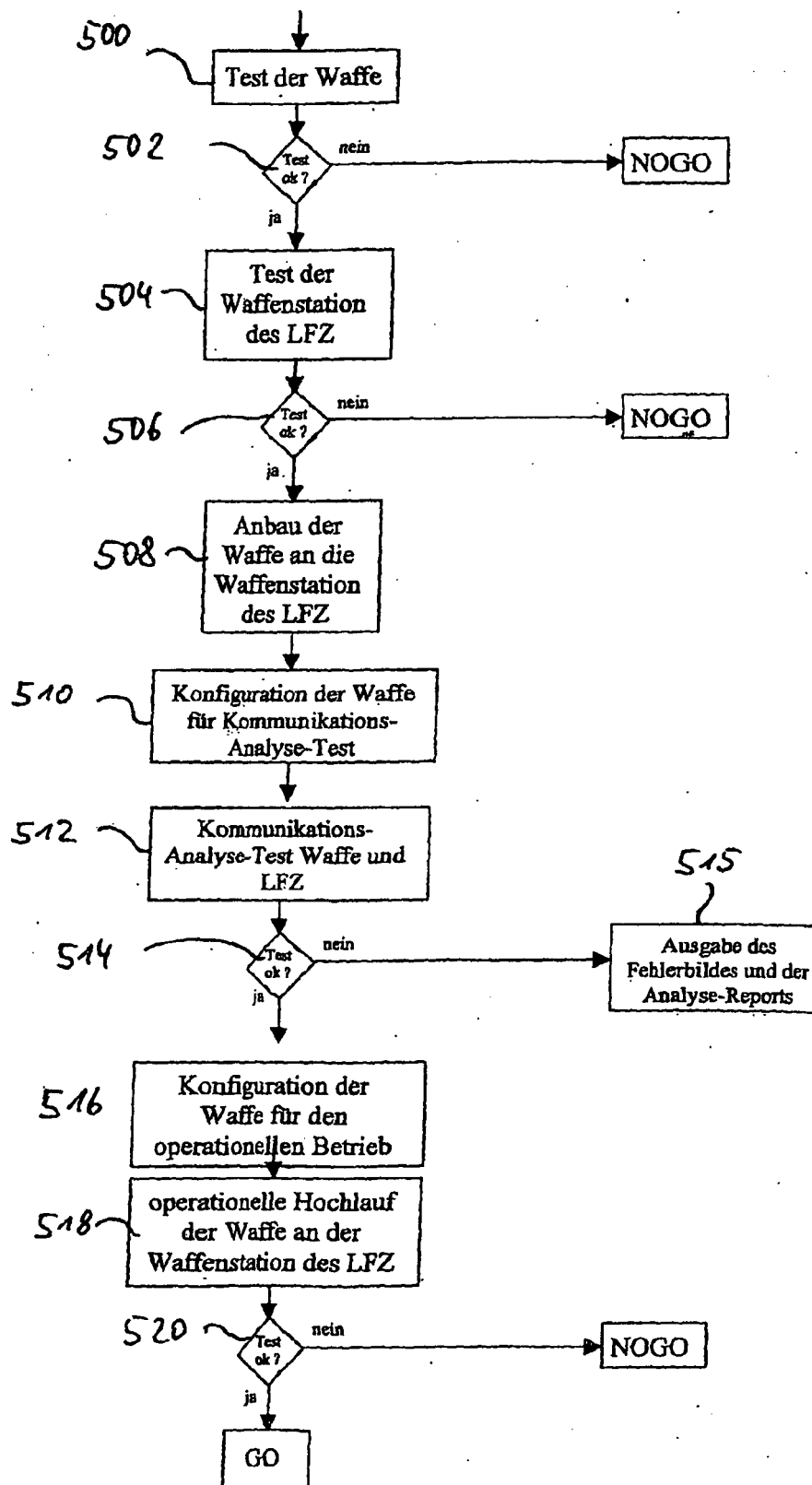
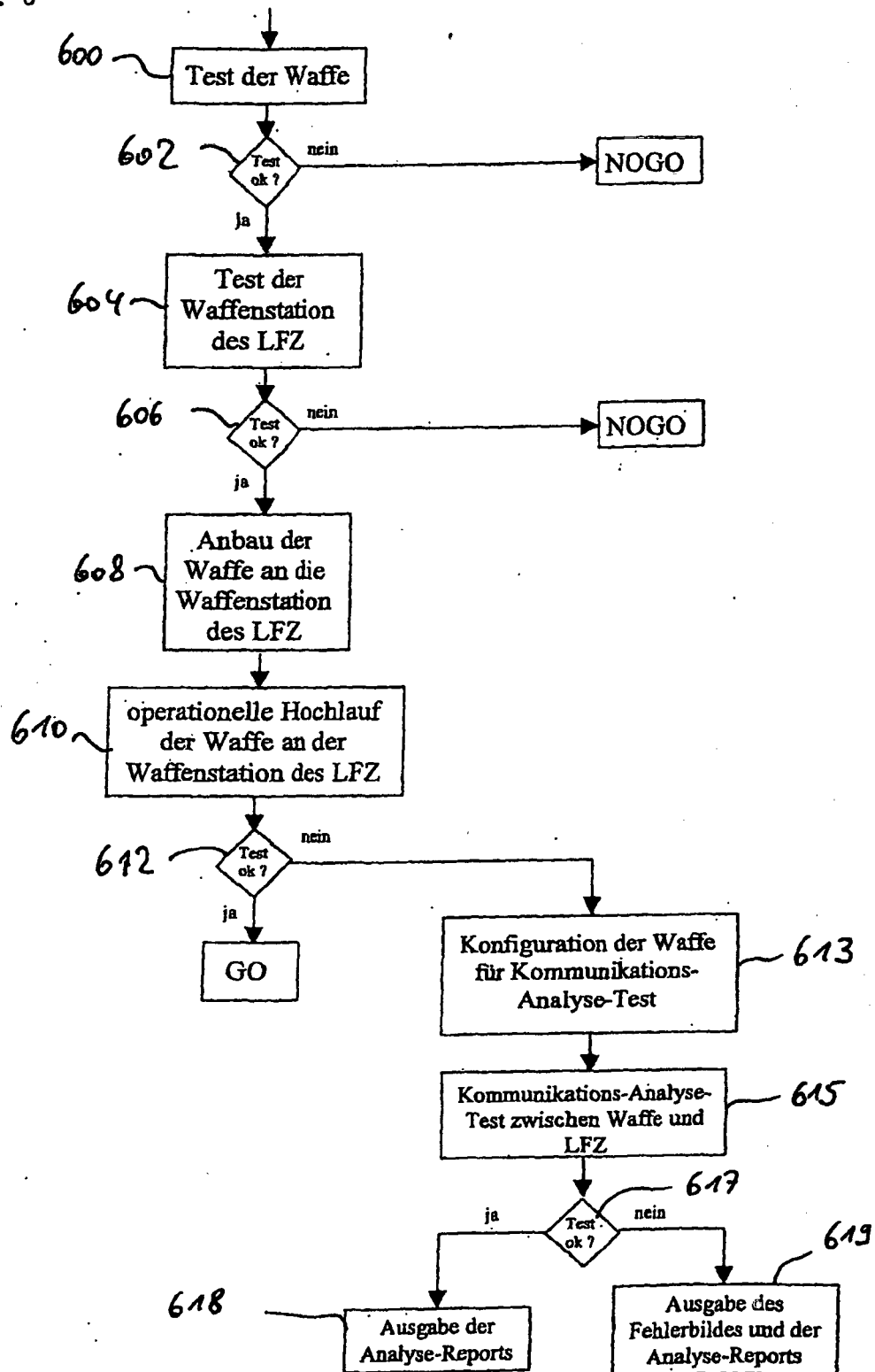


Fig. 6



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 102004042990 [0003]
- DE 102006041140 [0003] [0005] [0051]
- US 5414347 A [0004]
- DE 102005058546 [0005]
- US 5614896 A [0005]
- EP 0309133 A [0005]
- US 5721680 A [0006]