

(19)



(11)

EP 2 080 981 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

22.07.2009 Patentblatt 2009/30

(51) Int Cl.:

F41G 7/34 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **08019799.9**(22) Anmeldetag: **13.11.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS(30) Priorität: **24.11.2007 DE 102007056661**(71) Anmelder: **LFK-Lenkflugkörpersysteme GmbH
86529 Schrobenhausen (DE)**(72) Erfinder: **Grabmeier, Michael
83022 Rosenheim (DE)**(74) Vertreter: **Hummel, Adam
EADS Deutschland GmbH
Patentabteilung
81663 München (DE)**(54) **Unbemannter Flugkörper**

(57) Ein unbemannter Flugkörper, insbesondere Marschflugkörper, mit einem eine Nutzlast aufnehmenden Rumpf (10); Steuerflächen (16), die mittels Steuerflächenantrieben bewegbar am Rumpf (10) angebracht sind; einer Antriebseinrichtung (14) für den Flugkörper (1) und einem Bordcomputer (20), der einen Missionsdatenspeicher (22) und einen Steuerungsrechner (24)

aufweist, welcher die Steuerflächenantriebe mit Steuersignalen beaufschlagt; zeichnet sich aus durch eine Satellitenkommunikationseinrichtung (26), die mit dem Bordcomputer (20) zum Datenaustausch elektrisch verbunden ist, und zumindest einer Satellitenkommunikationsantenne (32, 34, 36, 38; 42, 44, 46, 48) als Sende- und/oder Empfangsantenne für die Satellitenkommunikationseinrichtung (26).

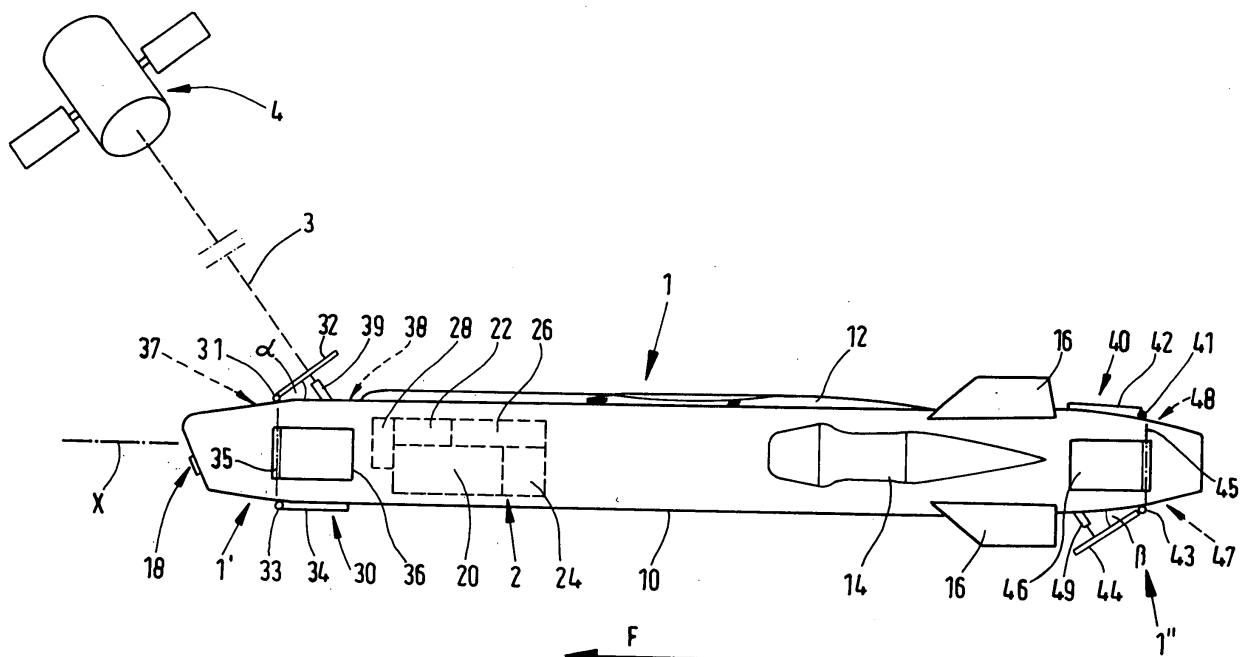


FIG. 1

EP 2 080 981 A2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen unbemannten Flugkörper nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Sie betrifft ferner ein Verfahren zur Datenkommunikation zwischen einem eine vorgegebene Mission fliegenden unbemannten Flugkörper und einer Missionskontrollstation. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Missionsplanung für einen unbemannten Flugkörper.

STAND DER TECHNIK

[0002] Eine Problematik beim Einsatz von unbemannten Flugkörpern besteht darin, dass zur Steuerung des unbemannten Flugkörpers eine Sichtlinienverbindung zum Flugkörper bestehen muss. Flugstrecken, die bezüglich der Missionskontrollstation für den unbemannten Flugkörper über den Horizont hinaus gehen, sind daher schwierig.

[0003] Es wurde bereits versucht, die Sichtlinienverbindung von der Missionskontrollstation zum Flugkörper durch Einsatz von fliegenden Relaisstationen zu verlängern. So ist es beispielsweise aus der US 5,186,414 A bekannt, eine Funk-Relaisstation an einem Heißluftballon oder, auf See, an einer Boje anzuordnen und hiermit die Sichtlinienverbindung von der Missionskontrollstation zum fliegenden Flugkörper über den Horizont hinaus zu verlängern. Derartige Relaisstationen sind jedoch nur dann einsetzbar, wenn sie außerhalb des Einflussbereichs feindlicher Streitkräfte sind, da sie ansonsten leicht außer Kraft gesetzt werden können. Auch sind Bojen oder Heißluftballons sehr wetterabhängig, so dass sie nur bei günstigen Witterungsbedingungen eingesetzt werden können.

[0004] Es ist daher üblich, einem unbemannten Flugkörper bereits vor dessen Start eine vorgegebene Flugroute und ein vorgegebenes Ziel als Missionsplan mitzugeben, der in einem Missionsdatenspeicher des unbemannten Flugkörpers gespeichert wird und dessen Daten dann einem autonomen Steuerungssystem des unbemannten Flugkörpers zu Verfügung stehen, damit dieser entlang der gespeicherten, im Missionsplan festgelegten vorgegebenen Wegstrecke zum vorgegebenen Ziel fliegt.

[0005] Häufig ist es jedoch wünschenswert, den Flugweg und auch das geplante Ziel des unbemannten Flugkörpers nach dessen Start auch dann noch beeinflussen und gegebenenfalls ändern zu können, wenn dieser außerhalb der Sichtverbindung zur Missionskontrollstation fliegt. Auch kann es erwünscht sein, Daten über den Flugzustand des unbemannten Flugkörpers oder auch Bild-
daten von einer im unbemannten Flugkörper vorgesehenen Kamera zu empfangen.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe beziehungsweise das technische Problem zugrunde, einen unbemannten Flugkörper so auszugestalten, dass er auch dann in der Lage ist, mit einer Missionskontrollstation zu kommunizieren, wenn er außerhalb der Sichtverbindung zur Missionskontrollstation fliegt.

[0007] Eine weitere Aufgabe ist es, ein Verfahren zur Datenkommunikation zwischen einem eine vorgegebene Mission fliegenden unbemannten Flugkörper und einer Missionskontrollstation zu schaffen, welches auch außerhalb einer Sichtlinienverbindung zwischen dem unbemannten Flugkörper und der Missionskontrollstation durchführbar ist.

[0008] Schließlich ist es eine dritte Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Missionsplanung für einen unbemannten Flugkörper anzugeben, welches eine Datenkommunikation zwischen der Missionskontrollstation und dem unbemannten Flugkörper auch dann gestattet, wenn sich dieser außerhalb der Sichtverbindung zur Missionskontrollstation befindet.

[0009] Die den Flugkörper betreffende erste Aufgabe wird gelöst durch einen unbemannten Flugkörper mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0010] Dieser unbemannte Flugkörper, bei dem es sich beispielsweise um einen Marschflugkörper handelt, weist einen eine Nutzlast aufnehmenden Rumpf, Steuerflächen, die mittels Steuerflächenantrieben bewegbar am Rumpf angebracht sind, eine Antriebseinrichtung für den Flugkörper und einen Bordcomputer auf, der einen Missionsdatenspeicher und einen Steuerungsrechner beinhaltet, welcher die Steuerflächenantriebe mit Steuersignalen beaufschlagt. Dieser erfindungsgemäße Flugkörper zeichnet sich aus durch eine Satellitenkommunikationseinrichtung, die mit dem Bordcomputer zum Datenaustausch elektrisch verbunden ist, und durch zumindest eine Satellitenkommunikationsantenne als Send- und/oder Empfangsantenne für die Satellitenkommunikationseinrichtung. Mittels der Satellitenkommunikationsantenne und der Satellitenkommunikationseinrichtung kann während des gesamten Flugs des Flugkörpers eine Kommunikationsverbindung zu einem entsprechenden Kommunikationssatelliten hergestellt werden, der wiederum in Kommunikationsverbindung zur Missionskontrollstation steht. So kann ein Datenaustausch zwischen der Missionskontrollstation und dem unbemannten Flugkörper über den Satelliten oder über mehrere Satelliten eines Satellitennetzwerks auch dann erfolgen, wenn der unbemannte Flugkörper für die Missionskontrollstation hinter dem Horizont verschwunden ist.

[0011] Vorzugsweise ist der Flugkörper mit Auftrieb erzeugenden Tragflächen am Rumpf versehen. Hierdurch wird die Reichweite des Flugkörpers erhöht.

[0012] Vorzugsweise ist die zumindest eine Satellitenkommunikationsantenne im in Flugrichtung vorderen Bereich des Flugkörpers angeordnet. Sie kann alternativ oder zusätzlich auch im in Flugrichtung hinteren Bereich

des Flugkörpers angeordnet sein. Durch die Anordnung im vorderen Bereich des Flugkörpers kann auf besonders günstige Weise im Steigflug des Flugkörpers eine Kommunikationsverbindung zu einem Satelliten hergestellt werden. Bei der Anordnung im hinteren Bereich des Flugkörpers lässt sich die Kommunikationsverbindung zum Satelliten besonders zuverlässig im Sinkflug des Flugkörpers herstellen. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform sind alternativ oder zusätzlich mehrere über den Umfang des Flugkörpers, vorzugsweise gleichmäßig, verteilte Satellitenkommunikationsantennen vorgesehen, die eine Gruppe von Satellitenkommunikationsantennen bilden. Diese Anordnung der Satellitenkommunikationsantennen entlang des Umfangs des Flugkörpers gewährleistet, unabhängig von der Fluglage des Flugkörpers um seine Rollachse, dass ständig eine Satellitenkommunikationsantenne in den Weltraum, hin zu einem Satelliten, weist. Dabei ist es von Vorteil, wenn eine erste Gruppe von Satellitenkommunikationsantennen im vorderen Bereich des Flugkörpers und eine zweite Gruppe von Satellitenkommunikationsantennen in einem hinteren Bereich des Flugkörpers vorgesehen ist. Diese Anordnung gestattet es, dass unabhängig von der Fluglage des Flugkörpers um seine Rollachse, Nickachse und Gierachse, stets eine optimale Kommunikationsverbindung zu einem Satelliten aufgebaut werden kann.

[0013] Es ist von Vorteil, wenn die Gruppe von Satellitenkommunikationsantennen vier Satellitenkommunikationsantennen aufweist, die in Umfangsrichtung jeweils um 90° voneinander beabstandet sind.

[0014] Wenn die jeweilige Satellitenkommunikationsantenne im Bereich der Außenhaut des Flugkörpers angeordnet ist und aus einer an der Außenhaut anliegenden oder unter der Außenhaut versenkten Ruheposition in eine Arbeitsposition verschwenkbar ist, bei welcher die Schwenkachse in einer Ebene rechtwinklig zur Flugkörperlängsachse liegt, dann werden die aerodynamischen Eigenschaften des unbemannten Flugkörpers durch die zusätzlich vorgesehene Satellitenkommunikationsantenne nur geringfügig beeinträchtigt. Bei dieser Ausführungsform kann die Satellitenkommunikationsantenne während der größten Zeit des Marschflugs in ihrer Ruheposition verbleiben und wird nur für den Zeitraum der Satellitenkommunikation in ihre Arbeitsposition ausgeschwenkt, in welcher sie dem Flugkörper einen größeren aerodynamischen Widerstand verleiht.

[0015] Vorzugsweise weist der Bordcomputer des Flugkörpers eine Antennensteuerungseinrichtung für die Satellitenkommunikationsantennen auf, mittels der die einzelnen Satellitenkommunikationsantennen ansteuerbar sind und mittels der der Schwenkwinkel der Satellitenkommunikationsantennen steuerbar ist. Auf diese Weise können eine oder mehrere der Satellitenkommunikationsantennen des unbemannten Flugkörpers computergesteuert und bedarfsgesteuert in eine optimale Position ausgeschwenkt werden, in welcher unter Berücksichtigung der Flugposition und Fluglage des Flugkörpers eine bestmögliche Kommunikationsverbindung

zum Satelliten errichtet werden kann.

[0016] Die das Verfahren zur Datenkommunikation betreffende Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 7 gelöst. Bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren zur Datenkommunikation zwischen einem vorgegebene Mission fliegenden unbemannten Flugkörper und einer Missionskontrollstation baut eine mit einem Bordcomputer des Flugkörpers zum Signal- und Datenaustausch elektrisch verbundene Satellitenkommunikationseinrichtung zu einem vorgegebenen Zeitpunkt oder bei Erreichen eines vorgegebenen Flugwegpunktes oder ereignisgesteuert, selbständig eine Funkverbindung mit der Missionskontrollstation über einen Satelliten auf. Nach dem Aufbau der Funkverbindung erfolgt eine bidirektionale Datenübertragung zwischen der Satellitenkommunikationseinrichtung des Flugkörpers und der Missionskontrollstation über den Kommunikationssatelliten. Die Tatsache, dass der Aufbau der Funkverbindung vom Bordcomputer des Flugkörpers aus erfolgt, verringert deutlich das Risiko, dass Unbefugte eine Funkverbindung zum Flugkörper von außen herstellen können und damit möglicherweise die Herrschaft über den Flugkörper erringen können.

[0017] Vorteilhafterweise wird der Flugkörper vor Beginn des Aufbaus der Funkverbindung von einer Steuerungseinrichtung des Flugkörpers in eine Fluglage gebracht, in der zumindest eine der Satellitenkommunikationsantennen des Flugkörpers auf den Satelliten ausrichtbar ist, und anschließend wird diese Satellitenkommunikationsantenne auf den Satelliten ausgerichtet, wobei der Flugkörper während der Dauer des Bestehens der Funkverbindung bevorzugt in dieser Fluglage verbleibt. Diese Weiterbildung des Verfahrens ermöglicht es beispielsweise, den Flugkörper vor Beginn des Aufbaus der Funkverbindung durch ein so genanntes Pop-up-Manöver in einen vertikalen Steigflug zu versetzen, bei welchem eine oder mehrere der im vorderen Bereich des Flugkörpers gelegenen Satellitenkommunikationsantennen zuverlässig zum Satelliten ausgerichtet werden und so eine stabile Kommunikationsverbindung zum Satelliten aufgebaut werden kann. Dabei ist die Fluglage, in die der Flugkörper für die Dauer der Funkverbindung gebracht wird, vorzugsweise ein steiler Steigflug oder ein steiler Sinkflug. Dieser steile Steigflug oder steile Sinkflug ist vorteilhafterweise ein senkrechter Steigflug oder ein senkrechter Sturzflug.

[0018] Außerdem kann es von Vorteil sein, dass der Flugkörper vor Beginn des Aufbaus der Funkverbindung nicht nur in eine geeignete Fluglage gebracht wird, sondern auch aus dem bisherigen Flugweg ausschert und einen Flugweg wählt, der die Ausrichtung einer Sichtlinienverbindung zwischen zumindest einer der Satellitenkommunikationsantennen und einem Satelliten ermöglicht. Wenn beispielsweise der Flugkörper zu Tarnungszwecken einen Geländerverfolgungs-Tiefflug durchführt, kann es erforderlich und geboten sein, für die Dauer der Satellitenkommunikationsverbindung einen Flugweg mit größerer Höhe über Grund zu wählen, um eine Sichtlini-

enverbindung zwischen dem Flugkörper und einem Kommunikationssatelliten zu ermöglichen.

[0019] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird für die Kommunikation zwischen dem Flugkörper und der Missionskontrollstation nur jene Antenne benutzt, die bezüglich potentieller Störsignalquellen im Funkschatten des Flugkörpers liegt. Dies wird insbesondere dann umgesetzt, wenn vom Flugkörper Funk-Störsignale erfasst werden oder wenn mit dem Risiko des Auftreffens von Funk-Störsignalen auf den Flugkörper zu rechnen ist.

[0020] Vorzugsweise ist der Zeitpunkt zu dem die Funkverbindung aufgebaut wird, in einem Missionsplan vorgegeben, der in einem Missionsdatenspeicher des Bordcomputers des Flugkörpers gespeichert ist. Alternativ kann auch der Ort, an dem die Funkverbindung aufgebaut wird, im Missionsplan vorgegeben sein. Auf diese Weise kann bereits vor dem Start des Flugkörpers festgelegt werden, wo beziehungsweise wann sich der Flugkörper durch den Aufbau der Kommunikationsverbindung bei der Missionskontrollstation meldet. Dieser Zeitpunkt, zu dem die Funkverbindung aufgebaut wird beziehungsweise der Ort, an dem die Funkverbindung aufgebaut wird, liegt vorzugsweise vor dem Zeitpunkt beziehungsweise vor dem Ort, zu beziehungsweise an welchem eine ursprünglich eingeleitete Mission noch abgebrochen werden kann oder Missionsdaten, wie beispielsweise anzufliegende Ziele, noch wirksam geändert werden können.

[0021] Dazu kann die Funkverbindung zwischen dem Flugkörper und der Missionskontrollstation während einer Mission auch mehrmals aufgebaut werden.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich in vorteilhafter Weise auch dazu, dass die Missionskontrollstation während des Bestehens der Funkverbindung neue oder geänderte Missionsdaten an den Flugkörper überträgt, dass diese neuen oder geänderten Missionsdaten im Missionsdatenspeicher des Flugkörpers gespeichert werden und dass die Weiterführung der Mission vom Bordcomputer des Flugkörpers unter Verwendung dieser neuen oder geänderten Missionsdaten erfolgt. So können beispielsweise während der Flugdauer des unbemannten Flugkörpers gewonnene Aufklärungserkenntnisse noch in die bereits laufende Mission einfließen. Um zu verhindern, dass unbefugte Dritte während der Dauer der Funkverbindung unbefugt geänderte Missionsdaten an den Flugkörper übertragen, werden diese Daten nicht nur verschlüsselt übertragen, sondern es bedarf zusätzlich noch der Übertragung eines besonderen Zugriffscode, beispielsweise einer Transaktionsnummer (TAN), die von der Missionskontrollstation an den Flugkörper gesandt wird und mit einer vor Beginn der Mission im Bordrechner des Flugkörpers gespeicherten Transaktionsnummer verglichen wird, wobei eine Transaktionsnummer nur einmal verwendet werden kann.

[0023] Vorteilhaft ist auch, wenn die Satellitenkommunikationseinrichtung des Flugkörpers während des Bestehens der Funkverbindung Zustandsinformationen

des Flugkörpers an die Missionskontrollstation überträgt. Dadurch wird der Flugleitung in der Missionskontrollstation die Möglichkeit eingeräumt, festzustellen, ob der Flugkörper einwandfrei funktioniert und ob sich der Flugkörper auf der vorgegebenen Route befindet.

[0024] Besonders von Vorteil ist es auch, wenn die Satellitenkommunikationseinrichtung des Flugkörpers während des Bestehens der Funkverbindung, vorzugsweise bei einem Geländeüberflug oder im Anflug auf ein Ziel, Bilddaten einer im Flugkörper vorgesehenen Kamera, vorzugsweise als Live-Video, an die Missionskontrollstation überträgt. Auf diese Weise kann von der Missionskontrollstation nicht nur das Flugverhalten des unbemannten Flugkörpers überprüft werden, sondern es können auch Erkenntnisse über das überflogene Gebiet beziehungsweise das angeflogene Ziel im Bild gewonnen werden. Günstigenfalls kann von der Missionskontrollstation aus auch durch Aktivierung von Steuerungseinrichtungen des unbemannten Flugkörpers Einfluss auf die Flugbahn des Flugkörpers genommen werden, wenn die übertragenen Bilder eine derartige Routenänderung geboten erscheinen lassen.

[0025] Die das Verfahren zur Missionsplanung betreffende Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 15 gelöst. Bei diesem Verfahren werden Zielkoordinaten und Flugwegdaten festgelegt und in einem Missionsdatenspeicher des Flugkörpers abgespeichert, wobei zusätzlich Wegstreckenbereiche festgelegt werden, in denen Datenkommunikation zwischen dem Flugkörper und einer Missionskontrollstation erfolgt. Weiterhin werden Fluglagen des Flugkörpers definiert, die der Flugkörper auf den Wegstreckenbereichen der geplanten Datenkommunikation einnimmt, so dass zwischen dem Flugkörper und zumindest einem Kommunikations-satelliten eine Sichtlinienverbindung besteht. Zusätzlich zur Definition von Fluglagen des Flugkörpers zum Aufbau der geplanten Datenkommunikation kann auch eine für den Zeitraum der Datenkommunikation erforderliche Änderung der Wegstrecke während der Missionsplanung in den Missionsdatenspeicher des Flugkörpers eingegeben werden. Alternativ zur Festlegung von Wegstreckenbereichen können bei der Missionsplanung auch Zeitfenster definiert werden, zu denen die Datenkommunikation zwischen dem Flugkörper und der Missionskontrollstation erfolgt.

[0026] 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

[0027] Es zeigt:

Fig. 1 einen unbemannten Flugkörper gemäß der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 2 ein schematisches Beispiel eines Flugwegs, wie er mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Missionsplanung geplant werden kann, um das erfindungsgemäße Verfahren zur Datenkommunikation durchzuführen.

DARSTELLUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0028] Fig. 1 zeigt einen unbemannten Flugkörper 1 in schematischer Darstellung. Der Flugkörper 1 umfasst einen eine Nutzlast aufnehmenden Rumpf 10, auf dem Rumpf 10 angebrachte Tragflächen 12, zwei seitlich am Rumpf 10 vorgesehene Antriebseinrichtungen, von denen nur die linke Antriebseinrichtung 14 gezeigt ist, sowie Steuerflächen 16, die mittels nicht gezeigter Steuerflächenantriebe in bekannter Weise bewegbar am Rumpf 10 angebracht sind.

[0029] Der Flugkörper 1 ist weiterhin mit einer Avionik 2 versehen, die ebenfalls nur schematisch dargestellt ist und sich im Inneren des Rumpfs 10 befindet. Die Avionik 2 enthält einen Bordcomputer 20, der neben wirksamen Verbindungen zu herkömmlichen Navigationseinrichtungen auch einen Missionsdatenspeicher 22 sowie einen Steuerungsrechner 24 aufweist. Der Steuerungsrechner 24 wird vom Missionsdatenspeicher 22 mit Daten eines vorgegebenen Flugwegs versorgt und erhält weiterhin Navigationsdaten aus in herkömmlicher Weise vorgesehenen Navigationseinrichtungen, wie einem Satellitennavigationssystem und/oder einem Trägheitsnavigationssystem. Aufgrund dieser Daten erzeugt der Steuerungsrechner 24 Steuersignale, die an die Steuerflächenantriebe geleitet werden, woraufhin diese die Steuerflächen 16 zur Steuerung des Flugkörpers 1 verstellen.

[0030] Weiterhin ist in der Avionik 2 eine Satellitenkommunikationseinrichtung 26 vorgesehen, die mit dem Bordcomputer 20 zum Datenaustausch elektrisch verbunden ist. In dem in Flugrichtung F vorderen Bereich 1' des Flugkörpers 1 ist eine erste Gruppe 30 von Satellitenkommunikationsantennen 32, 34, 36, 38 am Außenumfang des Rumpfs 10 des Flugkörpers 1 vorgesehen. Die Satellitenkommunikationsantennen 32, 34, 36 und die auf der rechten Seite des Flugkörpers 1 vorgesehene, nicht sichtbare Satellitenkommunikationsantenne 38 sind in Umfangsrichtung bezüglich des Rumpfs 10 jeweils um 90° voneinander beabstandet, sodass eine erste Satellitenkommunikationsantenne 32 auf der Oberseite des Rumpfs 10 vorgesehen ist, eine zweite Satellitenkommunikationsantenne 34 auf der Unterseite des Rumpfs und jeweils eine Satellitenkommunikationsantenne 36, 38 auf der linken beziehungsweise rechten Seite des Rumpfs. Die einzelnen Satellitenkommunikationsantennen 32, 34, 36, 38 sind jeweils um eine zur Vorderseite des Flugkörpers 1 hin gelegene Schwenkachse 31, 33, 35, 37 vom Rumpf 10 weg in eine Arbeitsposition verschwenkbar. In Fig. 1 ist beispielhaft die in eine Arbeitsposition geschwenkte obere vordere Satellitenkommunikationsantenne 32 gezeigt. Die Verschwenkung der

einzelnen Satellitenkommunikationsantennen 32, 34, 36, 38 erfolgt mittels eines jeweiligen Stellantriebs, von denen in Fig. 1 nur der Stellantrieb 39 der oberen Satellitenkommunikationsantenne 32 dargestellt ist.

[0031] Die obere vordere Satellitenkommunikations-

antenne 32 ist um einen Schwenkwinkel  so weit vom Rumpf 10 des Flugkörpers 1 weg geschwenkt, dass sie eine Sichtlinienverbindung zu einem im Orbit befindlichen Kommunikationssatelliten 4 zum Zweck der Datenübertragung herstellt, bei der die Sichtlinie 3 im rechten Winkel zur Antennenoberfläche steht oder bei einer konkaven Antennenoberfläche mit deren Brennpunkttachse zusammenfällt.

[0032] Auch im hinteren Bereich 1'' des Rumpfs 10 sind in gleicher Weise 4 hintere Satellitenkommunikationsantennen 42, 44, 46, 48 vorgesehen, die eine zweite, hintere Gruppe 40 von Satellitenkommunikationsantennen bilden. Die Schwenkachsen 41, 43, 45, 47 dieser hinteren Satellitenkommunikationsantennen 42, 44, 46, 48 sind an der zum Heck des Flugkörpers 1 weisenden Seite der jeweiligen Satellitenkommunikationsantenne gelegen, so dass die einzelnen Antennen mittels eines jeweiligen Stellantriebs, von denen hier nur der Stellantrieb 49 der unteren Antenne 44 gezeigt ist, vom Rumpf

um einen Schwenkwinkel  weg schwenkbar sind.

[0033] Die Satellitenkommunikationsantennen 32, 34, 36, 38; 42, 44, 46, 48 sind in Fig. 1 so dargestellt, dass sie in ihrer nicht ausgeschwenkten Ruhestellung an der Außenhaut des Rumpfs 10 des Flugkörpers 1 anliegen. Dies ist jedoch nur eine schematische Darstellung. In der Praxis werden die Satellitenkommunikationsantennen in ihrer Ruhestellung entweder in einer jeweils zugehörigen Ausnehmung des Rumpfs 10 liegen oder unter der Außenhaut des Rumpfs 10 angeordnet sein und gemeinsam mit einer entsprechenden, zugeordneten Rumpfklappe nach außen in die Arbeitsposition ausschwenken.

[0034] Die Schwenkachsen 31, 33, 35, 37; 41, 43, 45, 47 sind so ausgerichtet, dass die jeweilige Achse in einer Ebene rechtwinklig zur Flugkörper-Längsachse X liegt.

[0035] Zur Steuerung der Satellitenkommunikationsantennen 32, 34, 36, 38; 42, 44, 46, 48 ist der Bordcomputer 20 mit einer Antennen-Steuerungseinrichtung 28 versehen, von der entsprechende Steuerbefehle an den einer jeweiligen Satellitenkommunikationsantenne zugeordneten Stellantrieb 39, 49 geleitet werden.

[0036] Fig. 2 zeigt schematisch den Flugweg 100 eines unbemannten Flugkörpers auf dem Weg von einem (nicht gezeigten) Startort zu einem von mehreren Zielen 102, 104, 106, 108. Vor dem Start des Flugkörpers wird ein Verfahren zur Missionsplanung durchgeführt, bei welchem die Koordinaten der Ziele 102, 104, 106, 108 sowie die Streckendaten des Flugwegs 100 festgelegt werden. Diese festgelegten Daten werden vor dem Start des Flugkörpers im Missionsdatenspeicher des Flugkörpers abgespeichert. Des weiteren werden geographische Geländedaten eines Korridors 110 beiderseits des

Flugwegs 100 sowie der Umgebung 112 der Ziele 102, 104, 106, 108 gespeichert. Mit diesen vorgegebenen Daten und der bordeigenen Navigationsmittel ist der Flugkörper in der Lage, auf seinem Flugweg zwischen Startort und Zielort autonom zu navigieren.

[0037] Während der Missionsplanung werden außerdem Wegstreckenbereiche festgelegt, in denen eine Datenkommunikation zwischen dem fliegenden Flugkörper und der Missionskontrollstation erfolgt. Beim Erreichen dieser Wegstreckenbereiche wird der Flugkörper eine Fluglage einnehmen, die bereits bei der Missionsplanung festgelegt wird und die ihn in die Lage versetzt, eine Sichtlinienverbindung zu einem Kommunikationssatelliten aufzubauen, damit eine Datenkommunikation zwischen dem Flugkörper und der Missionskontrollstation über den Kommunikationssatelliten stattfinden kann. Der Beginn eines derartigen Wegstreckenbereichs wird als Kontrollpunkt 114 bereits während der Missionsplanung festgelegt und im Missionsdatenspeicher gespeichert. Dieser Kontrollpunkt 114 sollte vor einem Zielentscheidungspunkt 116 liegen, an welchem sich der vom Startort bis dahin verlaufende Reiseflugweg 101 in die Zielflugwege oder Zieltrajektorien 103, 105, 107, 109 zu den jeweiligen Zielen 102, 104, 106, 108 trennt.

[0038] Auf diese Weise wird erreicht, dass bei der am Kontrollpunkt 114 beginnenden Datenkommunikation noch eine Änderung der geplanten Flugroute zu einem bereits im Missionsplan vorgesehenen Ausweichziel 104, 106 oder 108 anstatt zu einem ursprünglich im Bordcomputer des Flugkörpers gespeicherten Ziel 102 vorgenommen werden kann.

[0039] Des weiteren kann während der Missionsplanung noch auf der jeweiligen Zieltrajektorie 103, 105, 107, 109 ein Zielannäherungspunkt 113, 115, 117, 119 definiert werden, zu welchem der Flugkörper nochmals eine Datenkommunikation zur Missionskontrollstation aufbaut und Bilder des Zielflugs an die Missionskontrollstation überträgt, die von einer Kamera 18 im Bug des Flugkörpers 1 aufgenommen werden.

[0040] Kurz vor Erreichen des Kontrollpunkts 114 oder eines der Zielannäherungspunkte 113, 115, 117, 119 wird der Flugkörper von seiner Steuerungseinrichtung in eine Fluglage gebracht, in der zumindest eine der Satellitenkommunikationsantennen 32, 34, 36, 38; 42, 44, 46, 48 auf den Kommunikationssatelliten 4 ausrichtbar ist. Dazu kann es beispielsweise erforderlich sein, den Flugkörper aus einem Geländetiefflug in eine höhere Flugbahn über Grund zu steuern, in welcher eine Sichtlinienverbindung zum Kommunikationssatelliten 4 besteht. Der Flugkörper 1 kann auch in einen steilen Steigflug oder in einen steilen Sinkflug gebracht werden, um eine Sichtlinienverbindung von zumindest einer der Satellitenkommunikationsantennen zum Kommunikationssatelliten zu erhalten. Dabei wird während des steilen Steigflugs zumindest eine der Satellitenkommunikationsantennen 32, 34, 36, 38 im vorderen Bereich des Rumpfes 10 verwendet, während im steilen Sinkflug, insbesondere beim Sturzflug auf das Ziel, zumindest eine der Satel-

litenskommunikationsantennen 42, 44, 46, 48 des hinteren Bereichs des Rumpfes 10 Verwendung findet.

[0041] Ist zumindest eine der Satellitenkommunikationsantennen auf den Satelliten ausgerichtet, so wird ausgehend vom Flugkörper 1 die Kommunikationsverbindung über den Kommunikationssatelliten 4 zur Missionskontrollstation aufgebaut; die Satellitenkommunikationseinrichtung 26 des Flugkörpers 1 ist somit der ruhende Teil beim Aufbau der Kommunikationsverbindung. Während des Bestehens der Kommunikationsverbindung erfolgt der Datenaustausch zwischen dem Bordcomputer 20 des Flugkörpers 1 und der Missionskontrollstation, der vorzugsweise bidirektional durchgeführt wird. Im Zielflug erfolgt gegebenenfalls die Bilddatenübertragung vom Flugkörper 1 zur Missionskontrollstation bis zum Erreichen des Ziels.

[0042] Ist die nach dem Erreichen des Kontrollpunkts 114 begonnene Datenübertragung während des Reiseflugs beendet, so kehrt der Flugkörper 1 wieder auf den ursprünglich geplanten Flugweg, also beispielsweise einen Geländefolge-Tiefflug, zurück und setzt seinen Reiseflug fort.

[0043] Sowohl durch dieses Verfahren zur Datenkommunikation als auch durch das geschilderte Verfahren zur Missionsplanung ist es möglich, mit einem sich auf dem Reiseflug oder bereits im Zielflug befindlichen unbemannten Flugkörper zu kommunizieren, auch wenn dieser außerhalb der direkten Sichtlinienverbindung zur Missionskontrollstation unterwegs ist, so dass auch während des Reiseflugs und sogar noch kurz vor Erreichen des Ziels ein Informationsaustausch zwischen dem Flugkörper und der Missionskontrollstation erfolgen kann.

[0044] Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzzumfang nicht einschränken.

Bezugszeichenliste

Es bezeichnen:

[0045]

1	Unbemannter Flugkörper
1'	vorderer Bereich des Flugkörpers
1"	hinterer Bereich des Flugkörpers
2	Avionik
3	Sichtlinienverbindung
4	Kommunikationssatellit
10	Rumpf
12	Tragfläche
14	Antriebseinrichtung
16	Steuerfläche
18	Kamera
20	Bordcomputer
22	Missionsdatenspeicher
24	Steuerungsrechner
26	Satellitenkommunikationseinrichtung

28 Antennen-Steuerungseinrichtung
 30 erste Gruppe
 31 Schwenkachse
 32 Satellitenkommunikationsantenne
 33 Schwenkachse
 34 Satellitenkommunikationsantenne
 35 Schwenkachse
 36 Satellitenkommunikationsantenne
 37 Schwenkachse
 38 Satellitenkommunikationsantenne
 39 Stellantrieb
 40 zweite Gruppe
 42 Satellitenkommunikationsantenne
 44 Satellitenkommunikationsantenne
 46 Satellitenkommunikationsantenne
 48 Satellitenkommunikationsantenne
 49 Stellantrieb
 100 Flugweg
 101 Reiseflugweg
 102 Ziel
 103 Zieltrajektorie
 104 Ziel
 105 Zieltrajektorie
 106 Ziel
 107 Zieltrajektorie
 108 Ziel
 109 Zieltrajektorie
 110 Geländedatenkorridor
 112 Zielumgebung
 113 Zielannäherungspunkt
 114 Kontrollpunkt
 115 Zielannäherungspunkt
 116 Zielentscheidungspunkt
 117 Zielannäherungspunkt
 119 Zielannäherungspunkt
 F Flugrichtung
 X Flugkörper-Längsachse

Patentansprüche

1. Unbemannter Flugkörper, insbesondere Marschflugkörper, mit

- einem eine Nutzlast aufnehmenden Rumpf (10);
 - Steuerflächen (16), die mittels Steuerflächenantrieben bewegbar am Rumpf (10) angebracht sind;
 - einer Antriebseinrichtung (14) für den Flugkörper (1) und
 - einem Bordcomputer (20), der einen Missionsdatenspeicher (22) und einen Steuerungsrechner (24) aufweist, welcher die Steuerflächenantriebe mit Steuersignalen beaufschlagt;
- gekennzeichnet durch,**
- eine Satellitenkommunikationseinrichtung (26), die mit dem Bordcomputer (20) zum Da-

tenaustausch elektrisch verbunden ist, und
 - zumindest einer Satellitenkommunikationsantenne (32, 34, 36, 38; 42, 44, 46, 48) als Sende- und/oder Empfangsantenne für die Satellitenkommunikationseinrichtung (26).

2. Unbemannter Flugkörper nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass Auftrieb erzeugende Tragflächen (12) am Rumpf (10) vorgesehen sind.

3. Unbemannter Flugkörper nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die zumindest eine Satellitenkommunikationsantenne (32, 34, 36, 38) im in Flugrichtung (F) vorderen Bereich (1') des Flugkörpers (1) angeordnet ist und/oder

- **dass** die zumindest eine Satellitenkommunikationsantenne (42, 44, 46, 48) im in Flugrichtung (F) hinteren Bereich (1'') des Flugkörpers (1) angeordnet ist und/oder

- **dass** mehrere über den Umfang des Flugkörpers (1), vorzugsweise gleichmäßig, verteilte Satellitenkommunikationsantennen (32, 34, 36, 38; 42, 44, 46, 48) vorgesehen sind, die eine Gruppe (30; 40) von Satellitenkommunikationsantennen bilden, wobei vorzugsweise eine erste Gruppe (30) von Satellitenkommunikationsantennen (32, 34, 36, 38) in einem vorderen Bereich (1') des Flugkörpers (1) und eine zweite Gruppe (40) von Satellitenkommunikationsantennen (42, 44, 46, 48) in einem hinteren Bereich (1'') des Flugkörpers (1) vorgesehen ist.

4. Unbemannter Flugkörper nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gruppe (30; 40) von Satellitenkommunikationsantennen vier Satellitenkommunikationsantennen (32, 34, 36, 38; 42, 44, 46, 48) aufweist, die in Umfangsrichtung jeweils um 90° voneinander beabstandet sind.

5. Unbemannter Flugkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die jeweilige Satellitenkommunikationsantenne (32, 34, 36, 38; 42, 44, 46, 48) im Bereich der Außenhaut des Flugkörpers (1) angeordnet ist und aus einer an der Außenhaut anliegenden oder unter der Außenhaut versenkten Ruheposition in eine Arbeitsposition verschwenkbar ist, wobei die Schwenkachse (31, 33, 35, 37; 41, 43, 45, 47) in einer Ebene rechtwinklig zur Flugkörper-Längsachse (X) gelegen ist.

6. Unbemannter Flugkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bordcomputer

(20) eine Antennensteuerungseinrichtung (28) für die Satellitenkommunikationsantennen (32, 34, 36, 38; 42, 44, 46, 48) aufweist, mittels der die einzelnen Satellitenkommunikationsantennen (32, 34, 36, 38; 42, 44, 46, 48) ansteuerbar sind und mittels der der

Schwenkwinkel α (β) einer jeweiligen der Satellitenkommunikationsantennen (32, 34, 36, 38; 42, 44, 46, 48) steuerbar ist.

7. Verfahren zur Datenkommunikation zwischen einem eine vorgegebene Mission fliegenden unbemannten Flugkörper, insbesondere Marschflugkörper, und einer Missionskontrollstation,

- wobei eine mit einem Bordcomputer des Flugkörpers zum Signal- und Datenaustausch elektrisch verbundene Satellitenkommunikationseinrichtung selbständig eine Funkverbindung mit der Missionskontrollstation über einen Satelliten aufbaut; und
- wobei nach dem Aufbau der Funkverbindung eine bidirektionale Datenübertragung zwischen der Satellitenkommunikationseinrichtung des Flugkörpers und der Missionskontrollstation erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**,

- **dass** der Flugkörper vor Beginn des Aufbaus der Funkverbindung von einer Steuerungseinrichtung des Flugkörpers in eine Fluglage gebracht wird, in der zumindest eine der Satellitenkommunikationsantennen des Flugkörpers auf den Satelliten ausrichtbar ist; und
- **dass** die Satellitenkommunikationsantenne auf den Satelliten ausgerichtet wird, wobei der Flugkörper während der Dauer der Funkverbindung in dieser Fluglage verbleibt,
- wobei vorzugsweise die Fluglage, in die der Flugkörper für die Dauer der Funkverbindung gebracht wird, ein steiler, vorzugsweise senkrechter, Steigflug oder ein steiler Sinkflug, vorzugsweise ein senkrechter Sinkflug, ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** insbesondere beim Auftreffen von Funk-Störsignalen auf den Flugkörper nur jene Antenne für die Kommunikation mit der Missionskontrollstation über den Satelliten benutzt wird, die bezüglich einer potentiellen Störquelle im Funkschatten des Flugkörpers liegt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Zeitpunkt, zu dem die Funkverbindung auf-

gebaut wird, oder der Ort, an dem die Funkverbindung aufgebaut wird, in einem Missionsplan vorgegeben ist, der in einem Missionsdatenspeicher des Bordcomputers des Flugkörpers gespeichert ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Funkverbindung zwischen dem Flugkörper und der Missionskontrollstation während einer Mission mehrmals aufgebaut wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,

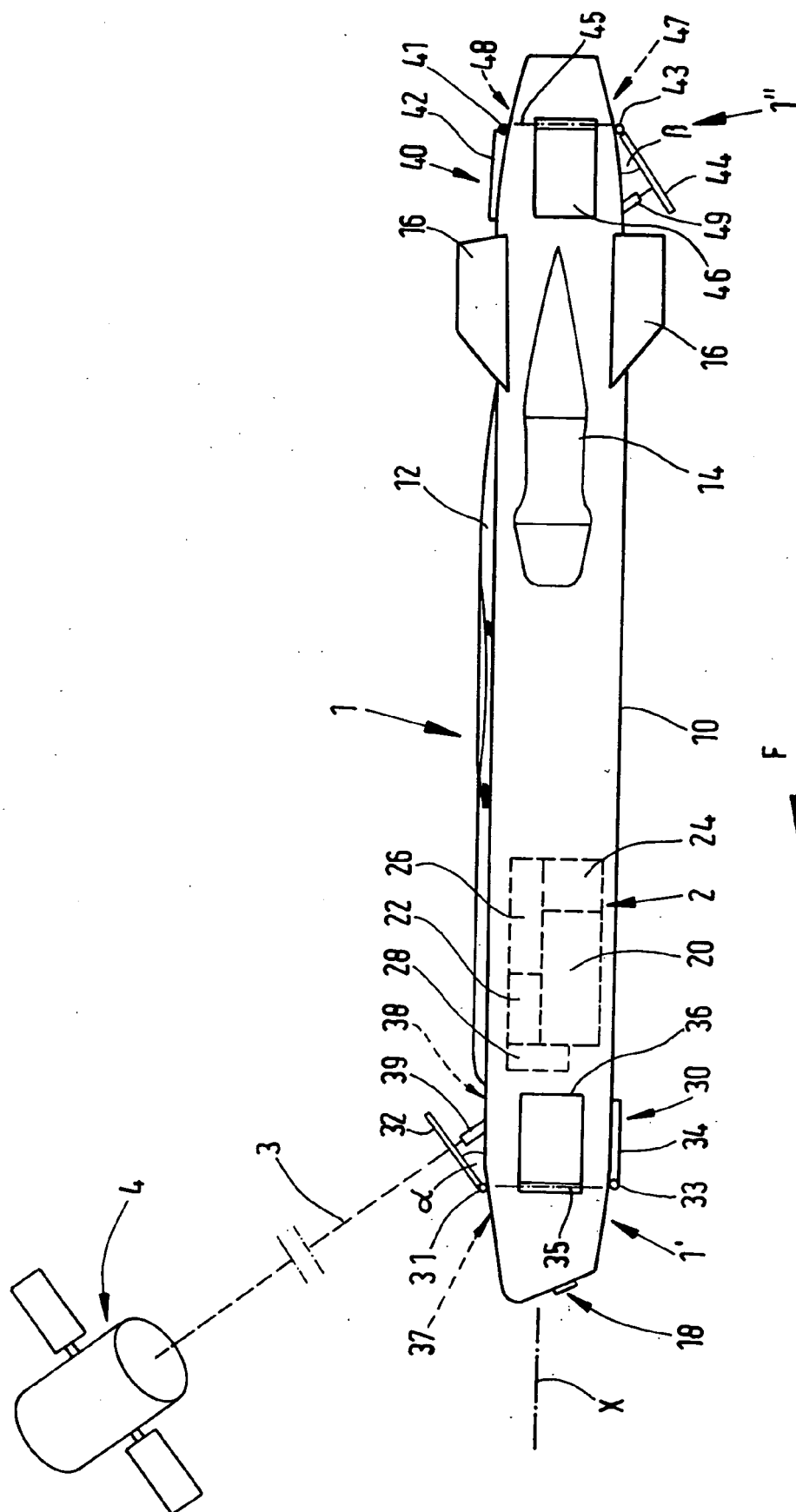
- **dass** die Missionskontrollstation während des Bestehens der Funkverbindung neue oder geänderte Missionsdaten an den Flugkörper überträgt,
- **dass** diese neuen oder geänderten Missionsdaten im Missionsdatenspeicher des Flugkörpers gespeichert werden und
- **dass** die Weiterführung der Mission vom Bordcomputer des Flugkörpers unter Verwendung dieser neuen oder geänderten Missionsdaten erfolgt.

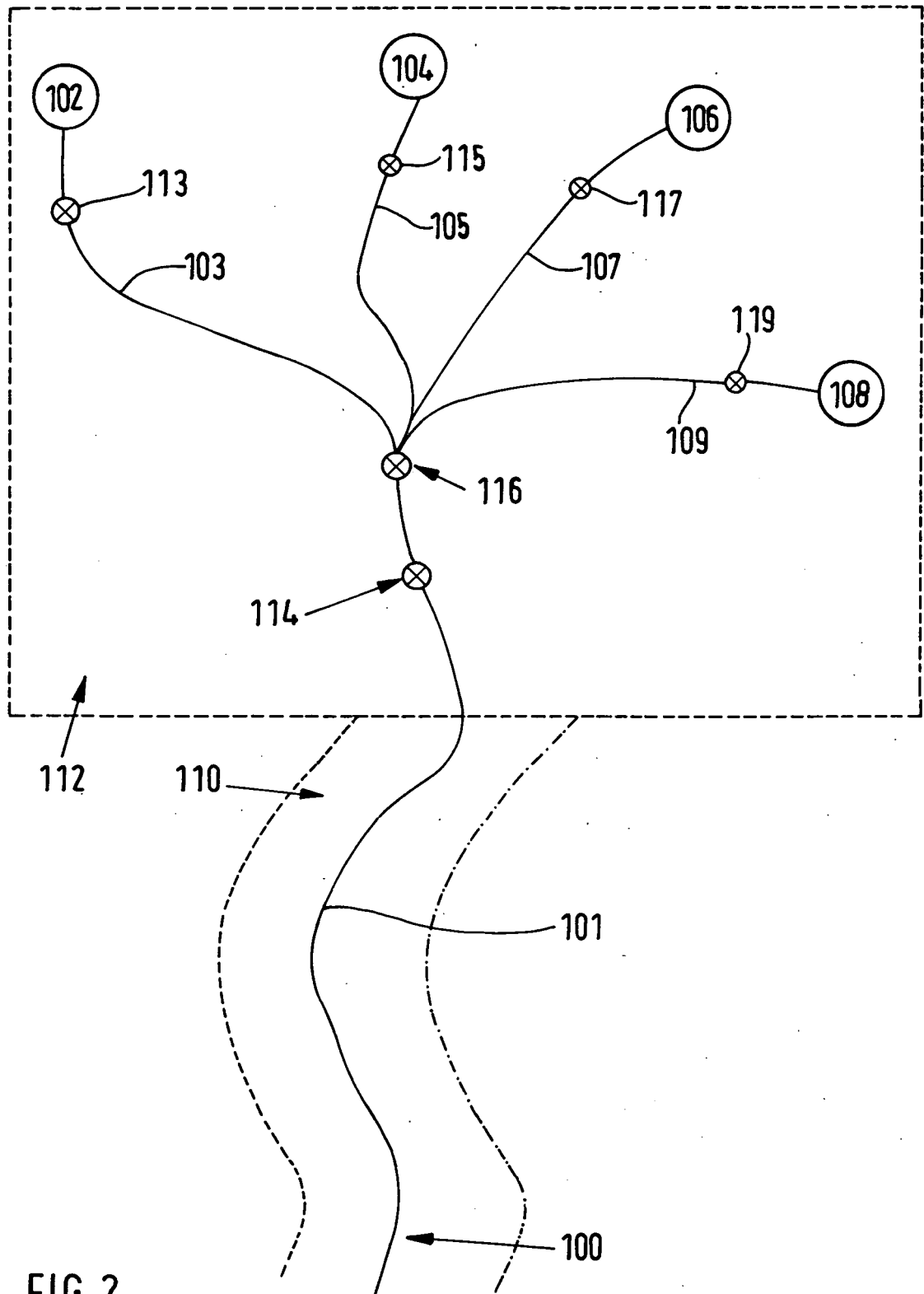
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Satellitenkommunikationseinrichtung des Flugkörpers während des Bestehens der Funkverbindung Zustandsinformation des Flugkörpers an die Missionskontrollstation überträgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Satellitenkommunikationseinrichtung des Flugkörpers während des Bestehens der Funkverbindung, vorzugsweise bei einem Geländeüberflug oder im Anflug auf ein Ziel, Bilddaten einer im Flugkörper vorgesehenen Kamera, vorzugsweise als Live-Video, an die Missionskontrollstation überträgt.

15. Verfahren zur Missionsplanung für einen unbemannten Flugkörper, insbesondere gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei welchem Zielkoordinaten und Flugwegdaten festgelegt und in einem Missionsdatenspeicher des Flugkörpers abgespeichert werden, **gekennzeichnet durch die weiteren Schritte**,

- Festlegen von Wegstreckenbereichen, in denen Datenkommunikation zwischen dem Flugkörper und einer Missionskontrollstation erfolgt;
- Definieren von Fluglagen des Flugkörpers für die Wegstreckenbereiche der geplanten Datenkommunikation so dass zwischen dem Flugkörper und zumindest einem Kommunikationssatelliten eine Sichtlinienverbindung besteht.





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

- US 5186414 A [0003]