



(10) **DE 10 2015 118 204 A1** 2017.04.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 118 204.1**  
(22) Anmeldetag: **26.10.2015**  
(43) Offenlegungstag: **27.04.2017**

(51) Int Cl.: **H04L 9/00 (2006.01)**  
**H04B 7/185 (2006.01)**  
**G08G 3/00 (2006.01)**  
**G08G 5/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,  
51147 Köln, DE**

(72) Erfinder:  
**Dammann, Armin, Dr., 86899 Landsberg, DE;  
Wang, Wei, Dr., 82205 Gilching, DE; Plass, Simon,  
Dr., 82229 Seefeld, DE**

(74) Vertreter:  
**Gramm, Lins & Partner Patent- und  
Rechtsanwälte PartGmbH, 30173 Hannover, DE**

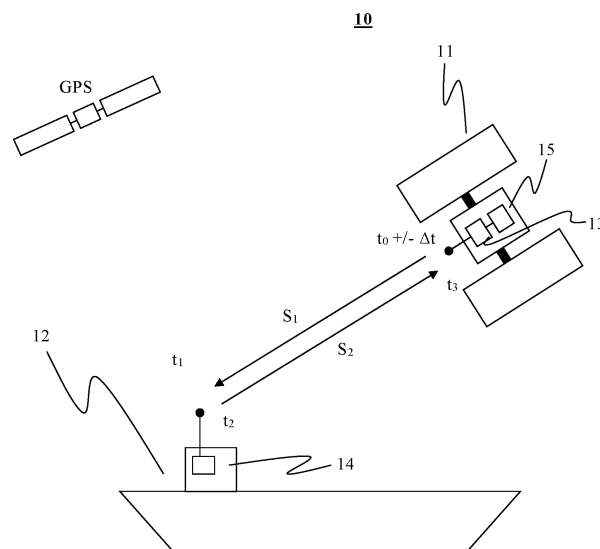
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**US 2008 / 0 086 267 A1**  
**US 2013 / 0 275 842 A1**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Integritätsüberprüfung bei der Datenkommunikation, Kommunikationsteilnehmer  
sowie Kommunikationssystem hierzu**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Integritätsüberprüfung bei der Datenkommunikation zwischen zwei Kommunikationsteilnehmern (11, 12), wobei ein Anforderungs-Funksignal ( $S_1$ ) generiert wird, bei dem ein Signalparameter bezüglich eines Referenzwertes variiert wird und basierend auf dem Anforderungs-Funksignal ( $S_1$ ) beim Empfang ein Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) generiert wird, das die aktuelle Ortsposition des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) enthält. Bei Empfang des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) kann basierend auf den Ortspositionen und den Signallaufzeiten die Integrität des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) überprüft werden.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Integritätsüberprüfung bei der Datenkommunikation zwischen einem ersten und einem zweiten Kommunikationsteilnehmer, die jeweils eine Funksignaleinheit zum Senden und Empfangen von Funksignalen aufweisen. Die Erfindung betrifft ebenso einen Kommunikationsteilnehmer hierzu, der eingerichtet ist, mittels einer Funksignaleinheit Funksignale zu senden und zu empfangen und darüber hinaus die Integrität eines anderen Kommunikationsteilnehmers zu überprüfen. Die Erfindung betrifft ebenso ein Kommunikationssystem mit mehreren Kommunikationsteilnehmern hierzu.

**[0002]** Mit der zunehmenden Globalisierung nimmt der globale Luft- und Schiffsverkehr einen immer größeren Stellenwert für die Unternehmen ein. Dabei besteht seitens der Inhaber der Transportfahrzeuge (Flugzeuge, Frachtschiffe, Passagierschiffe), seitens der Reeder oder der Stakeholder ein großes Interesse daran, zu nahezu jedem Zeitpunkt Informationen über den momentanen Aufenthaltsort des jeweiligen Transportfahrzeuges zu erlangen. Gerade im Bereich der „just in time“ Fertigung ist diese Information für den Warentransport essentiell.

**[0003]** Derzeit gibt es verschiedene Systeme, mit denen sich die Position eines Schiffes oder eines Flugzeuges während der Fahrt erfassen lässt. Im Bereich der Luftfahrt wird entweder die aktuelle Position via eines Daten-Satellitendienstes (z.B. Inmarsat, Iridium) individuell und nicht standardisiert versendet oder per ADS-B Transponder ausgesendet. Zwar ist das ADS-B Funkkommunikationssystem grundsätzlich ein terrestrisches Funksystem, d.h. es bedarf entsprechender Boden-Empfangsstationen, um die Signale erfassen zu können. Es ist allerdings bekannt, derartige ADS-B Funksignale mit Hilfe eines Satelliten zu empfangen und diese dann zur weiteren Datenerfassung an eine Zentrale zu übertragen. Ein flächendeckendes Satelliten-Erfassungssystem zum Erfassen von ADS-B Funksignalen gibt es derzeit allerdings noch nicht.

**[0004]** Bei beiden Arten der Positionsinformationsübertragung wird von einer hohen Informationssicherheit (Integrität) in der Luftfahrt ausgegangen, da die Systeme einer strikten Einbaukontrolle unterliegen und weiteren ständigen Kontrollen ausgesetzt sind.

**[0005]** In der Schifffahrt wird ein zu den ADS-B Transpondern ähnliches System verwendet, bei dem sogenannte AIS-Funksignale ausgesendet werden, die dann von anderen Schiffen und/oder anderen Bodenstationen empfangen werden können. Auch der Empfang von AIS-Funksignalen mittels eines Satelliten ist bekannt und derzeit in einem breiten Ausbau.

Durch das Ausrüsten von Satelliten mit Hilfe von AIS-Empfangsantennen wird es möglich, eine weltweite Erhebung von AIS-Positions-, Fahrtrichtungs-, Geschwindigkeits- und/oder Identifikationsdaten zu ermöglichen.

**[0006]** Leider sind der Einbau und der Betrieb eines AIS-Funksystems an Bord eines Schiffes nicht so stark kontrolliert und reglementiert, wie es bei den ADS-B Transpondersystemen in der Luftfahrt vorgeschrieben ist. Daher gibt es einfache Möglichkeiten, die ausgesendeten Positionsinformationen zu ändern oder zu verfälschen. Dies geschieht, um illegale Tätigkeiten zu vertuschen bzw. nicht nachverfolgen zu können.

**[0007]** Zwar ist noch das sogenannte LRIT-System bekannt, welches die aktuelle Position eines Schiffes via Satellit versendet. Jedoch ist dieses System nicht sehr zuverlässig im Betrieb und die Signale werden nur alle sechs Stunden versandt, was nicht ausreichend ist, um ein Schiff verlässlich verfolgen zu können.

**[0008]** Gerade in der Schifffahrt, aber auch in der Luftfahrt, besteht demnach ein großes Interesse daran, ein weltweit umspannendes Informationssystem zu schaffen, bei dem die Sender-Integrität überprüf- und überwachbar ist, um so eine Manipulation derartiger Informationsdienste verhindern zu können.

**[0009]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein verbessertes Verfahren zur Integritätskontrolle beim Datenaustausch zwischen Kommunikationsteilnehmern zu schaffen, mit dem die Integrität des Kommunikationsteilnehmers hinsichtlich seiner ausgesendeten Positionsinformationen überprüft werden kann. Demzufolge ist es auch Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten Kommunikationsteilnehmer für eine derartige Integritätsüberprüfung anzugeben sowie ein Kommunikationssystem hierzu.

**[0010]** Die Aufgabe wird mit dem Verfahren gemäß Anspruch 1, dem Kommunikationsteilnehmer gemäß Anspruch 9 sowie dem Kommunikationssystem gemäß Anspruch 13 erfindungsgemäß gelöst.

**[0011]** Gemäß Anspruch 1 wird ein Verfahren zur Integritätsüberprüfung bei der Datenkommunikation zwischen einem ersten und mindestens einem zweiten Kommunikationsteilnehmer vorgeschlagen, wobei die Kommunikationsteilnehmer jeweils eine Funksignaleinheit aufweisen, die zum Senden und Empfangen von Funksignalen ausgebildet ist. Eine solche Funksignaleinheit kann dabei aus einer entsprechenden Antenne und damit verbundener Funksende- und -empfangselektronik bestehen bzw. solche Komponenten aufweisen.

**[0012]** Der erste Kommunikationsteilnehmer ist dabei derjenige Kommunikationsteilnehmer, der Positionsinformationen bzw. Positionsdaten des zweiten Kommunikationsteilnehmers empfangen soll, wobei die von dem zweiten Kommunikationsteilnehmer ausgesendeten Funksignale nicht nur Positionsdaten enthalten können, die Rückschlüsse auf die Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers geben, sondern auch andere Daten bzgl. des zweiten Kommunikationsteilnehmers.

**[0013]** Unabhängig von dem zugrunde liegenden Funksystem (bspw. ADS-B, AIS), bei dem der zweite Kommunikationsteilnehmer mittels seiner Funksignaleinheit ohne Aufforderung entsprechende Positionsdaten sendet, generiert die Funksignaleinheit des ersten Kommunikationsteilnehmers ein Anforderungs-Funksignal, das mit Hilfe der Funksignaleinheit an den zweiten Kommunikationsteilnehmer ausgesendet werden soll und das dazu dient, dass der zweite Kommunikationsteilnehmer seine Positionsdaten überträgt. Dabei wird das Anforderungs-Funksignal durch die Funksignaleinheit des ersten Kommunikationsteilnehmers derart generiert, dass der Wert mindestens eines Signalparameters des Anforderungs-Funksignals bzgl. eines Referenzwertes variiert wird, wobei dieser Signalparameter, dessen Wert variiert wird, bei einer zeitlichen Korrelation mehrerer Funksignale einen Rückschluss auf eine Ortsinformation des ersten Kommunikationsteilnehmers zulässt. Wie später noch erläutert wird, kann ein solcher Signalparameter, dessen Wert bzgl. eines Referenzwertes variiert wird, bspw. der Sendezeitpunkt oder die Sendesignalleistung sein.

**[0014]** Ein derart generiertes Anforderungs-Funksignal wird nun mittels der Funksignaleinheit des ersten Kommunikationsteilnehmers ausgesendet und auf den Empfang eines Antwort-Funksignals als Antwort auf das ausgesendete Anforderungs-Funksignal gewartet. Empfängt der zweite Kommunikationsteilnehmer das Anforderungs-Funksignal, so generiert er basierend darauf ein Antwort-Funksignal, das aktuelle Positionsdaten des zweiten Kommunikationsteilnehmers enthalten sollte. Dieses so generierte Antwort-Funksignal wird nun ausgesendet und dann von der Funksignaleinheit des zweiten Kommunikationsteilnehmers entsprechend als Antwort auf das Anforderungs-Funksignal empfangen.

**[0015]** Nach dem Empfang des Antwort-Funksignals durch die Funksignaleinheit des ersten Kommunikationsteilnehmers wird dieses empfangene Antwort-Funksignal zusammen mit seinen Signalparametern an eine Auswerteeinheit weitergeleitet, die dann zumindest die in den Antwort-Funksignalen enthaltenen Positionsdaten des zweiten Kommunikationsteilnehmers extrahiert. Anschließend werden die in dem Antwort-Funksignal enthaltenen Positionsdaten bzgl. der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers in

Abhängigkeit von dem Wert mindestens desjenigen Signalparameters des Antwort-Funksignals, der den zufällig variierten Signalparameter des zuvor ausgesendeten Anforderungs-Funksignals entspricht, verifiziert, indem überprüft wird, ob der oder die Signalparameter des Antwort-Funksignals bzgl. der in dem Antwort-Funksignal enthaltenen Positionsdaten des zweiten Kommunikationsteilnehmers plausibel sind oder nicht.

**[0016]** Aufgrund der Tatsache, dass das Anforderungs-Funksignal die relative Position des ersten Kommunikationsteilnehmers in Bezug auf den zweiten Kommunikationsteilnehmer durch Variieren der Werte einiger Signalparameter, die hierauf Rückschlüsse geben könnten, verschleiert, kann der zweite Kommunikationsteilnehmer keine Verfälschungen seiner Positionsdaten und des Antwort-Funksignals vornehmen, da er die Positionsdaten nicht so verfälschen kann, dass das Antwort-Funksignal hierauf keine Rückschlüsse mehr zulässt. Denn werden verfälschte Positionsdaten innerhalb des Antwort-Funksignals integriert, so müssen diese Positionsdaten zu der relativen Entfernung zwischen erstem und zweitem Kommunikationsteilnehmer passen, was sich anhand der Signalparameter des empfangenen Antwort-Funksignals ableiten lässt. Kann ein potentieller Angreifer anhand des Anforderungs-Funksignals die relative Position zwischen erstem und zweitem Kommunikationsteilnehmer nicht ermitteln, so können entweder korrekte Positionsdaten übermittelt werden oder verfälschte Positionsdaten, wobei sich dann anhand der Verifikation der enthaltenen Positionsdaten mit den Signalparametern des Antwort-Funksignals die Manipulation aufdecken lässt.

**[0017]** Somit wird es möglich, die Integrität des zweiten Kommunikationsteilnehmers zu überwachen und zu kontrollieren, ohne dass mit den aus dem Stand der Technik bekannten Verifikations- und Authentifizierungsverfahren, wie sie bspw. in der digitalen Datenkommunikation bekannt sind, gearbeitet werden muss.

**[0018]** Weist das Antwort-Funksignal bspw. eine Signallaufzeit auf, die eine Entfernung zwischen dem ersten und dem zweiten Kommunikationsteilnehmer nahelegt, die sich deutlich von der Entfernung unterscheidet, die durch die Positionsdaten des Antwort-Funksignals festgelegt wird, so ist von einer Manipulation der Positionsdaten auszugehen. Wird darüber hinaus bei dem Anforderungs-Funksignal der Sendezeitpunkt bzgl. eines Referenzzeitpunktes geeignet variiert, so hat der zweite Kommunikationsteilnehmer keine Möglichkeit, den Sendezeitpunkt hieran anzupassen und zu manipulieren, um die Verfälschung zu verschleiern.

**[0019]** In einer vorteilhaften Ausführungsform wird zuvor ein Funksignal von dem zweiten Kommunikationsteilnehmer an den ersten Kommunikationsteilnehmer gesendet, wobei das Funksignal Positionsdaten bzgl. der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers enthält, wobei nach dem Empfang dieses Funksignals des zweiten Kommunikationsteilnehmers die erfindungsgemäßen Schritte zur Überprüfung der Integrität des zweiten Kommunikationsteilnehmers durchgeführt werden. Dies ist bspw. dann besonders vorteilhaft, wenn das erfindungsgemäße Verfahren zur Überprüfung der Integrität des zweiten Kommunikationsteilnehmers in ein standardisiertes Broadcastverfahren eingebettet wird, wo grundsätzlich der zweite Kommunikationsteilnehmer eingerichtet ist, in bestimmten Zeiträumen ein Funksignal mit seinen Positionsdaten auszusenden. Wird ein solches, im Broadcastverfahren ausgesendetes Funksignal (bspw. AIS oder ADS-B) von dem ersten Kommunikationsteilnehmer empfangen, so können die in dem Broadcast-Funksignal enthaltenen Positionsdaten bzgl. der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers durch das erfindungsgemäße Verfahren überprüft werden, indem der zweite Kommunikationsteilnehmer erneut aufgefordert wird, mit Hilfe eines Funksignals seine Positionsdaten auszusenden. Hierfür sendet der erste Kommunikationsteilnehmer, wie zuvor beschrieben, ein Anforderungs-Funksignal und erhält dann ein Antwort-Funksignal, das einen ähnlichen oder identischen Aufbau hat, wie das zuvor im Broadcastverfahren ausgesendete Funksignal.

**[0020]** In einer vorteilhaften Ausführungsform ist der mindestens eine variierte Signalparameter des Anforderungs-Funksignals der Sendezeitpunkt. Die Funksignaleinheit des ersten Kommunikationsteilnehmers generiert nun ein Anforderungs-Funksignal, indem zunächst der aktuelle Zeitpunkt als Referenzwert bestimmt wird und dann der Sendezeitpunkt des Anforderungs-Funksignals durch zufälliges Variieren dieses Referenzwertes ermittelt wird. Mit anderen Worten, basierend auf der aktuellen Zeit bzw. des aktuellen Zeitpunktes, der sich bspw. anhand eines GNSS (z.B. GPS) bestimmen lässt, wird dieser aktuelle Zeitpunkt zufällig variiert, d.h. der in dem Anforderungs-Funksignal enthaltene Sendezeitpunkt wird relativ zu dem aktuellen Zeitpunkt zufällig gewählt. Hierdurch wird es dem zweiten Kommunikationsteilnehmer unmöglich gemacht, anhand des Sendezeitpunktes die Signallaufzeit zu bestimmten und somit die Entfernung bzw. Ortsposition zu bestimmen, auf dessen Basis dann eine Manipulation der Positionsdaten verschleiert werden kann.

**[0021]** Wird nun nach Aussenden des Anforderungs-Funksignals ein entsprechendes Antwort-Funksignal durch die Funksignaleinheit des ersten Kommunikationsteilnehmers empfangen, so kann die Integrität des zweiten Kommunikationsteilnehmers überprüft

werden, indem in Abhängigkeit von dem Empfangszeitpunkt des Antwort-Funksignals und dem Sendezeitpunkt des Anforderungs-Funksignals oder dem Sendezeitpunkt des Antwort-Funksignals die Signallaufzeit berechnet und anhand der Signallaufzeit die Entfernung des zweiten Kommunikationsteilnehmers relativ zu dem ersten Kommunikationsteilnehmer berechnet wird. In Abhängigkeit von den aktuellen Positionsdaten bzgl. der Position des ersten Kommunikationsteilnehmers, den in dem Antwort-Funksignal enthaltenen Positionsdaten bzgl. der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers und der berechneten relativen Entfernung zwischen dem ersten und dem zweiten Kommunikationsteilnehmer können dann die in dem Antwort-Funksignal enthaltenen Positionsdaten verifiziert werden, indem überprüft wird, ob die Entfernung zwischen den beiden Kommunikationsteilnehmern hinsichtlich ihrer aktuellen Positionsdaten und der berechneten Entfernung basierend auf der Signallaufzeit in etwa übereinstimmen.

**[0022]** Empfängt der zweite Kommunikationsteilnehmer das Anforderungs-Funksignal, so generiert er das Antwort-Funksignal, wobei der Sendezeitpunkt hierbei durch den aktuellen Zeitpunkt oder einen hiervon verfälschten Zeitpunkt, sofern es sich um eine Manipulation handelt, ermittelt wird.

**[0023]** In einer zusätzlichen oder alternativen Ausführungsform hierzu ist der mindestens eine variierte Signalparameter des Anforderungs-Funksignals die Sendesignalleistung. Dabei wird durch den ersten Kommunikationsteilnehmer die Sendesignalleistung durch zufälliges Variieren einer Sendesignal-Referenzleistung ermittelt, sodass die tatsächliche Sendesignalleistung des Anforderungs-Funksignals nicht einer bekannten Sendesignal-Referenzleistung entspricht, sondern hiervon abweichend zufällig gewählt ist. Die zufällig variierte Sendesignalleistung muss allerdings dergestalt sein, dass das Anforderungs-Funksignal noch geeignet ist, durch den zweiten Kommunikationsteilnehmer empfangen zu werden.

**[0024]** Anschließend wird das Anforderungs-Funksignal mit der variierten Sendesignalleistung ausgesendet und daraufhin dann als Antwort das Antwort-Funksignal des zweiten Kommunikationsteilnehmers empfangen. Anschließend wird durch die Auswertereinheit des ersten Kommunikationsteilnehmers die Integrität des zweiten Kommunikationsteilnehmers überprüft, indem in Abhängigkeit von einer Empfangssignalleistung des Antwort-Funksignals beim Empfang des Antwort-Funksignals durch die Funksignaleinheit des ersten Kommunikationsteilnehmers und einer Sendesignalleistung des Antwort-Funksignals beim Aussenden des Antwort-Funksignals durch die Funksignaleinheit des zweiten Kommunikationsteilnehmers die Entfernung des zweiten Kommunikationsteilnehmers relativ zu dem ersten

Kommunikationsteilnehmer berechnet. Hierbei ist es bspw. denkbar, dass die Sendesignalleistung des Antwort-Funksignals beim Aussenden des Antwort-Funksignals dem ersten Kommunikationsteilnehmer bekannt ist, da es sich um einen standardisierten Referenzwert handelt, der für jeden zweiten Kommunikationsteilnehmer identisch ist. Denkbar ist auch, dass die durch die Funksignaleinheit des zweiten Kommunikationsteilnehmers verwendete Sendesignalleistung in dem Antwort-Funksignal codiert enthalten ist, sodass die Sendesignalleistung des Antwort-Funksignals durch die Auswerteeinheit des ersten Kommunikationsteilnehmers aus dem Antwort-Funksignal extrahiert werden kann.

**[0025]** Aufgrund der Dämpfung des Funksignals während des Übertragens von dem zweiten Kommunikationsteilnehmer zu dem ersten Kommunikationsteilnehmer wird die tatsächliche Signalleistung reduziert, sodass sich die Empfangssignalleistung von der Sendesignalleistung in der Regel unterscheidet. Basierend auf diesem Unterschied kann dann die relative Entfernung zwischen dem ersten und dem zweiten Kommunikationsteilnehmer abgeschätzt werden, wobei diese Abschätzung ausreichend ist um festzustellen, ob die Positionsdaten, die in dem Antwort-Funksignal bzgl. der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers enthalten sind, bzgl. der Entfernung zwischen dem ersten und zweiten Kommunikationsteilnehmer plausibel ist oder nicht.

**[0026]** Der zweite Kommunikationsteilnehmer generiert ein Antwort-Funksignal mit einer Sendesignalleistung, die einer Sendesignal-Referenzleistung entspricht oder hiervon verfälscht ist, was durch das vorliegende Verfahren ermittelt werden kann.

**[0027]** Vorteilhafter Weise ist der erste Kommunikationsteilnehmer ein Satellit und der zweite Kommunikationsteilnehmer ein Boden- oder Luftfahrzeug, sodass die Boden- oder Luftfahrzeuge entsprechend ihre Positionsdaten aussenden und der Satellit eingerichtet ist, die Integrität der Positionsdaten mit Hilfe des vorliegenden erfindungsgemäßen Verfahrens zu überprüfen.

**[0028]** Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Funksignale ADS-B Funksignale oder AIS-Funksignale sind.

**[0029]** Die Erfindung wird anhand der beigefügten Figur beispielhaft näher erläutert.

**[0030]** Es zeigt:

**[0031]** Fig. 1 schematische Darstellung eines AIS-Funkkommunikationssystems.

**[0032]** Fig. 1 zeigt ein AIS-Funksystem, das nach der vorliegenden Erfindung arbeitet. Hierbei ist das

AIS-Funksystem nur beispielhaft genannt, wobei das erfindungsgemäße Verfahren auf sämtliche Funkssysteme, insbesondere jene, die im Broadcastverfahren arbeiten, angewendet werden kann.

**[0033]** Das AIS-Funkkommunikationssystem **10** der Fig. 1 weist einen ersten Kommunikationsteilnehmer **11** auf, der als Satellit ausgebildet ist und bspw. im LEO (Low Earth Orbit) positioniert ist. Der Satellit **11** kann aber auch bis zum GEO (Geostationary Orbit) positioniert sein. Das AIS-Funkkommunikationssystem **10** der Fig. 1 weist des Weiteren einen zweiten Kommunikationsteilnehmer **12**, das ein Schiff auf hoher See darstellt.

**[0034]** Der erste Kommunikationsteilnehmer **11** weist eine AIS-Funksignaleinheit **13** auf, die zum Senden und Empfangen von AIS-Funksignalen ausgebildet ist. Korrespondierend dazu weist der zweite Kommunikationsteilnehmer **12** ebenfalls eine Funksignaleinheit **14** auf, die, genau wie die Funksignaleinheit **13** des ersten Kommunikationsteilnehmers **11**, zum Senden und Empfangen von AIS-Funksignalen ausgebildet ist.

**[0035]** Die Funksignaleinheit **13** des ersten Kommunikationsteilnehmers **11** ist nun so ausgebildet, dass sie ein sogenanntes Anforderungs-Funksignal  $S_1$  aussendet, das von der Funksignaleinheit **14** des zweiten Kommunikationsteilnehmers **12** empfangen wird. Das Anforderungs-Funksignal  $S_1$  des ersten Kommunikationsteilnehmers dient dabei dazu, den zweiten Kommunikationsteilnehmer **12** dazu zu veranlassen, ein entsprechendes AIS-Funksignal auszusenden, mit dem Rückschlüsse auf die Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers **12** gezogen werden können. Derartige AIS-Funksignale enthalten insbesondere die GPS genaue Position des Schiffes.

**[0036]** Um Rückschlüsse auf die Position des ersten Kommunikationsteilnehmers **11** durch den zweiten Kommunikationsteilnehmer **12** zu verhindern, wird der Zeitstempel des Sendens des Anforderungs-Funksignals  $S_1$  variiert, sodass der zweite Kommunikationsteilnehmer **12** nicht mehr anhand der Signallaufzeit auf die Entfernung zu dem ersten Kommunikationsteilnehmer **11** schließen kann. Hierzu wird als Sendezeitpunkt die aktuelle Zeit  $t_0$  ermittelt, bspw. mit Hilfe eines GPS und dann um einen zufällig gewählten Wert  $\Delta t$  variiert. Der Sendezeitpunkt ergibt sich somit aus  $t_0 \pm \Delta t$ . Ein derartig zufällig variiertes Sendezeitpunkt als ein Signalparameter des Anforderungs-Funksignals  $S_1$  lässt dabei keine Rückschlüsse auf die Position des ersten Kommunikationsteilnehmers **11** zu. Die aktuelle Zeit  $t_0$  ist dabei der Referenzwert.

**[0037]** Nachdem das Anforderungs-Funksignal  $S_1$  von dem zweiten Kommunikationsteilnehmer **12**

empfangen wurde, generiert die Funksignaleinheit **14** des zweiten Kommunikationsteilnehmers **12** ein entsprechendes Antwort-Funksignal  $S_2$ , das an den ersten Kommunikationsteilnehmer **11** zurückgesendet wird. Als Sendezeitpunkt wird hier der Zeitpunkt  $t_2$  verwendet. Der Empfangszeitpunkt an dem ersten Kommunikationsteilnehmer ist der Zeitpunkt  $t_3$ .

**[0038]** Das Antwort-Funksignal  $S_2$  kann bspw. ein Standard AIS-Funksignal sein, das neben anderen relevanten Schiffsparametern zumindest die aktuelle Ortsposition des Schiffes **12** enthält.

**[0039]** Nun lässt sich anhand der Signallaufzeit des Antwort-Funksignals  $S_2$ , die sich aus der Differenz  $t_3 - t_2$  ergibt, feststellen, ob die sich aus der Signallaufzeit ableitende Entfernung des ersten Kommunikationsteilnehmers **11** relativ zu dem zweiten Kommunikationsteilnehmer **12** plausibel mit der in dem Antwort-Funksignal  $S_1$  enthaltenen Ortsposition deckt.

**[0040]** Angenommen, der Sendezeitpunkt  $t_2$  des Antwort-Funksignals  $S_2$  ist die aktuelle GPS-Zeit und wurde somit nicht verfälscht, so ergibt sich eine Signallaufzeit  $t_3 - t_2$ , aus der sich dann die Entfernung zwischen den beiden Kommunikationsteilnehmern **11** und **12** ableiten lässt. Basierend auf der aktuellen Position des ersten Kommunikationsteilnehmers **11**, die sich bspw. ebenfalls mit Hilfe eines GPS oder einem anderen GNSS ermitteln lässt, und der Ortsposition, die in dem Antwort-Funksignal  $S_2$  enthalten ist, lässt sich ebenfalls die Entfernung zwischen dem ersten und dem zweiten Kommunikationsteilnehmer **11** und **12** ermitteln, wobei diese so ermittelte relative Entfernung der beiden Kommunikationsteilnehmer rein auf den ermittelten Ortspositionen basiert. Mit Hilfe eines Plausibilitätschecks kann nun überprüft werden, ob die Entfernung basierend auf der Signallaufzeit und die Entfernung basierend auf den Ortspositionen in etwa übereinstimmen (abzüglich etwaiger Toleranzen), wodurch sichergestellt werden kann, ob der zweite Kommunikationsteilnehmer **12** tatsächlich auch die richtige Ortsposition in dem Antwort-Funksignal  $S_2$  verwendet.

**[0041]** Angenommen, der zweite Kommunikationsteilnehmer **12** möchte seine Position verschleiern und eine gefälschte Positionsangabe in dem Antwort-Funksignal verwenden, so müsste er basierend auf der Signallaufzeit von  $S_1$  des Anforderungs-Funksignals zunächst in etwa die Entfernung zu dem Satelliten **11** ermitteln, um somit zum einen eine gefälschte Positionsangabe zu verwenden und zum anderen den Sendezeitpunkt  $S_2$  daran anpassen, sodass beim Satellit **11** nach Empfang des Antwort-Funksignals  $S_2$  die Plausibilität der Daten nicht auffällig ist. Denn würde man den Sendezeitpunkt  $t_2$  so anpassen, dass sich die aus der Signallaufzeit  $t_3 - t_2$  ergebende Entfernung mit der gefälschten Positionsangabe in dem Antwort-Funksignal  $S_2$  deckt, so wür-

de der erste Kommunikationsteilnehmer **11** die Fälschung nicht mitbekommen.

**[0042]** Durch das Verschleiern des Sendezeitpunkts  $t_0 \pm \Delta t$  des Anforderungs-Funksignals lässt sich hingegen jedoch die Signallaufzeit des Anforderungs-Funksignals  $S_1$  verschleiern, sodass der zweite Kommunikationsteilnehmer **12** nicht die Möglichkeit hat, durch Anpassen seines Sendezeitpunkts  $t_2$  die gefälschte Positionsangabe zu verschleiern.

**[0043]** Dieses Verfahren, das in **Fig. 1** beispielhaft gezeigt ist, lässt sich darüber hinaus auch auf andere Signalparameter anwenden, die bei einer zeitlichen Korrelation bei einer Mehrzahl von Funksignalen einen Rückschluss auf eine Ortsinformation des ersten Kommunikationsteilnehmers zulassen. Ein solcher Signalparameter kann bspw. auch die Sendesignalleistung sein. Hierbei muss allerdings sichergestellt werden, dass die Sendesignalleistung derart variiert wird, dass nach wie vor ein Empfang bei den zweiten Kommunikationsteilnehmern möglich wird.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Kommunikationssystem
<b>11</b>	erster Kommunikationsteilnehmer
<b>12</b>	zweiter Kommunikationsteilnehmer
<b>13</b>	Funksignaleinheit des ersten Kommunikationsteilnehmers
<b>14</b>	Funksignaleinheit des zweiten Kommunikationsteilnehmers
<b>15</b>	Auswerteeinheit des ersten Kommunikationsteilnehmers
$S_1$	Anforderungs-Funksignal
$S_2$	Antwort-Funksignal
$t_0 \pm \Delta t$	Sendezeitpunkt des Anforderungs-Funksignals
$t_1$	Empfangszeitpunkt des Anforderungs-Funksignals
$t_2$	Sendezeitpunkt des Antwort-Funksignals
$t_3$	Empfangszeitpunkt des Antwort-Funksignals

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Integritätsüberprüfung bei der Datenkommunikation zwischen einem ersten und einem zweiten Kommunikationsteilnehmer (**11**, **12**), die jeweils eine Funksignaleinheit (**13**, **14**) zum Senden und Empfangen von Funksignalen aufweisen, mit den Schritten:

a) Generieren eines Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) durch die Funksignaleinheit (**13**) des ersten Kommunikationsteilnehmers (**11**), wobei der Wert mindestens eines Signalparameters des Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ), der bei einer zeitlichen Korrelation bei einer Mehrzahl von Funksignalen einen Rück-

schluss auf eine Ortsinformation des ersten Kommunikationsteilnehmers (11) zulässt, bezüglich eines Referenzwertes variiert wird,

b) Aussenden des generierten Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) durch die Funksignaleinheit (13) des ersten Kommunikationsteilnehmers (11),

c) Empfangen eines Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) von dem zweiten Kommunikationsteilnehmer (12), das als Antwort auf das am zweiten Kommunikationsteilnehmer (12) empfangene Anforderungs-Funksignal ( $S_1$ ) durch die Funksignaleinheit (14) des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) ausgesendet wurde und das Positionsdaten bezüglich der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) enthält, durch die Funksignaleinheit (13) des ersten Kommunikationsteilnehmers (11), und

d) Überprüfen der Integrität des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) durch den ersten Kommunikationsteilnehmer (11) durch Verifizieren der in dem empfangenen Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) enthaltenen Positionsdaten bezüglich der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) in Abhängigkeit von dem Wert mindestens desjenigen Signalparameters des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ), der dem zufällig variierten Signalparameter des zuvor ausgesendeten Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) entspricht, mittels einer Auswerteeinheit (15).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Empfang des ausgesendeten Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) durch die Funksignaleinheit (14) des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) die Positionsdaten bezüglich der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) durch eine Positionsermittlungseinheit des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) ermittelt werden, dass das Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) als Antwort auf das Anforderungs-Funksignal ( $S_1$ ) durch die Funksignaleinheit (14) des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) generiert wird, wobei das Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) zumindest die ermittelten Positionsdaten bezüglich der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) enthält, und dass das generierte Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) durch die Funksignaleinheit (14) des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) ausgesendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zuvor ein Funksignal von dem zweiten Kommunikationsteilnehmer (12) an den ersten Kommunikationsteilnehmer (11) gesendet wird, das Positionsdaten bezüglich der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) enthält, wobei nach dem Empfang dieses Funksignals der Schritt a) und die Folgenden aufgeführt werden, um die Integrität des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) zu überprüfen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der min-

destens eine variierte Signalparameter des Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) der Sendezeitpunkt ( $t_0 \pm \Delta t$ ) ist, wobei in Schritt a) der aktuelle Zeitpunkt als Referenzwert bestimmt und dann der Sendezeitpunkt ( $t_0 \pm \Delta t$ ) des Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) durch zufälliges Variieren des Referenzwertes ermittelt wird, und in Schritt d) die Integrität überprüft wird, indem in Abhängigkeit von dem Empfangszeitpunkt ( $t_3$ ) des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) und dem Sendezeitpunkt ( $t_0 \pm \Delta t$ ) des Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) oder dem Sendezeitpunkt ( $t_2$ ) des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) die Signallaufzeit berechnet und anhand der Signallaufzeit die Entfernung des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) relativ zu dem ersten Kommunikationsteilnehmer (11) berechnet wird, wobei in Abhängigkeit von aktuellen Positionsdaten bezüglich der Position des ersten Kommunikationsteilnehmers (11), den in dem Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) enthaltenen Positionsdaten bezüglich der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) und der berechneten relativen Entfernung zwischen dem ersten und zweiten Kommunikationsteilnehmer (11, 12) die Positionsdaten in dem Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) verifiziert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sendezeitpunkt ( $t_2$ ) des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) durch den aktuellen Zeitpunkt oder einen hiervon verfälschten Zeitpunkt durch die Funksignaleinheit (14) des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine variierte Signalparameter des Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) die Sendesignalleistung ist, wobei in Schritt a) die Sendesignalleistung durch zufälliges Variieren einer Sendesignal-Referenzleistung des ersten Kommunikationsteilnehmers (11) ermittelt, und in Schritt d) die Integrität überprüft wird, indem in Abhängigkeit von einer Empfangssignalleistung des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) beim Empfang des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) durch die Funksignaleinheit (13) des ersten Kommunikationsteilnehmers (11) und einer Sendesignalleistung des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) beim Aussenden des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) durch die Funksignaleinheit (14) des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) die Entfernung des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) relativ zu dem ersten Kommunikationsteilnehmer (11) berechnet wird, wobei in Abhängigkeit von aktuellen Positionsdaten bezüglich der Position des ersten Kommunikationsteilnehmers (11), den in dem Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) enthaltenen Positionsdaten bezüglich der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) und der berechneten relativen Entfernung zwischen dem ersten und zweiten Kommunikationsteilnehmer (11, 12) die Positionsdaten in dem Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) verifiziert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sendesignalleistung des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) in Abhängigkeit von einer Sendesignal-Referenzleistung des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) ermittelt wird, die der Auswerteeinheit (15) des ersten Kommunikationsteilnehmers (11) bekannt ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Kommunikationsteilnehmer (11) ein Satellit und der zweite Kommunikationsteilnehmer (12) ein Boden- oder Luftfahrzeug ist, und/oder dass die Funksignale ADS-B-Funksignale oder AIS-Funksignale sind.

9. Kommunikationsteilnehmer (11) zum Datenaustausch mit einem weiteren Kommunikationsteilnehmer (12), wobei der Kommunikationsteilnehmer (11) eine Funksignaleinheit (13) zum Senden und Empfangen von Funksignalen aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funksignaleinheit (13) des Kommunikationsteilnehmers (11) eingerichtet ist,

- ein Anforderungs-Funksignal ( $S_1$ ) derart zu generieren, dass der Wert mindestens eines Signalparameters des Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ), der bei einer zeitlichen Korrelation bei einer Mehrzahl von Funksignalen einen Rückschluss auf eine Ortsinformation des Kommunikationsteilnehmers (11) zulässt, bezüglich eines Referenzwertes zufällig variiert wird,
- das so generierte Anforderungs-Funksignal ( $S_1$ ) auszusenden und ein Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) zu empfangen, das als Antwort auf das an dem weiteren Kommunikationsteilnehmer (12) empfangene Anforderungs-Funksignal ( $S_1$ ) durch die Funksignaleinheit (14) des weiteren Kommunikationsteilnehmers (12) ausgesendet wurde und das Positionsdaten bezüglich der Position des weiteren Kommunikationsteilnehmers (12) enthält,

wobei der Kommunikationsteilnehmer (11) eine mit der Funksignaleinheit (13) verbundene Auswerteeinheit (15) hat, die eingerichtet ist,

- die in dem Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) enthaltenen Positionsdaten bezüglich der Position des weiteren Kommunikationsteilnehmers (12) zu extrahieren und
- die extrahierten Positionsdaten bezüglich der Position des weiteren Kommunikationsteilnehmers (12) in Abhängigkeit von dem Wert mindestens desjenigen Signalparameters des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ), der dem zufällig variierten Signalparameter des zuvor ausgesendeten Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) entspricht, zu verifizieren.

10. Kommunikationsteilnehmer (11) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine variierte Signalparameter der Sendezeitpunkt ( $t_0 \pm \Delta t$ ) des Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) ist, wobei die Funksignaleinheit (13) eingerichtet ist, als Referenzwert den aktuellen Zeitpunkt zu bestimmen und den Sendezeitpunkt ( $t_0 \pm \Delta t$ ) des Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) durch zufälliges Variieren

des Referenzwertes zu ermitteln, wobei die Auswerteeinheit (15) eingerichtet ist, in Abhängigkeit von dem Empfangszeitpunkt ( $t_3$ ) des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) und dem Sendezeitpunkt ( $t_0 \pm \Delta t$ ) des Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) oder dem Sendezeitpunkt ( $t_2$ ) des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) die Signallaufzeit und anhand der Signallaufzeit die Entfernung relativ zu dem weiteren Kommunikationsteilnehmer (12) zu berechnen, und in Abhängigkeit von aktuellen Positionsdaten bezüglich der Position des Kommunikationsteilnehmers (11), den extrahierten Positionsdaten bezüglich der Position eines weiteren Kommunikationsteilnehmers (12) und der berechneten relativen Entfernung die Positionsdaten in dem Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) zu verifizieren.

11. Kommunikationsteilnehmer (11) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine variierte Signalparameter des Anforderungs-Funksignals ( $S_1$ ) die Sendesignalleistung ist, wobei die Funksignaleinheit (13) eingerichtet ist, die Sendesignalleistung durch zufälliges Variieren einer Sendesignal-Referenzleistung des Kommunikationsteilnehmers (11) zu ermitteln, wobei die Auswerteeinheit (15) eingerichtet ist, in Abhängigkeit von einer Empfangssignalleistung des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) beim Empfang des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) und einer Sendesignalleistung des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) beim Aussenden des Antwort-Funksignals ( $S_2$ ) durch den weiteren Kommunikationsteilnehmer (12) die Entfernung relativ zu dem weiteren Kommunikationsteilnehmer (12) zu berechnen, und in Abhängigkeit von aktuellen Positionsdaten bezüglich der Position des Kommunikationsteilnehmers (11), den extrahierten Positionsdaten bezüglich der Position des weiteren Kommunikationsteilnehmers (12) und der berechneten relativen Entfernung die Positionsdaten in dem Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) zu verifizieren.

12. Kommunikationsteilnehmer (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kommunikationsteilnehmer (11) ein Satellit ist und/oder dass die Funksignaleinheit (13) zum Senden und Empfangen von ADS-B-Funksignalen oder AIS-Funksignalen eingerichtet ist.

13. Kommunikationssystem mit einem ersten Kommunikationsteilnehmer (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 12 und einem zweiten Kommunikationsteilnehmer (12), der eingerichtet ist, ein Anforderungs-Funksignal ( $S_1$ ) mittels einer Funksignaleinheit (13) zu empfangen, ein Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) als Antwort auf das Anforderungs-Funksignal ( $S_1$ ) zu generieren, welches Positionsdaten bezüglich der Position des zweiten Kommunikationsteilnehmers (12) enthält, und das Antwort-Funksignal ( $S_2$ ) auszusenden, wobei das Kommunikationssystem zur Durchführung

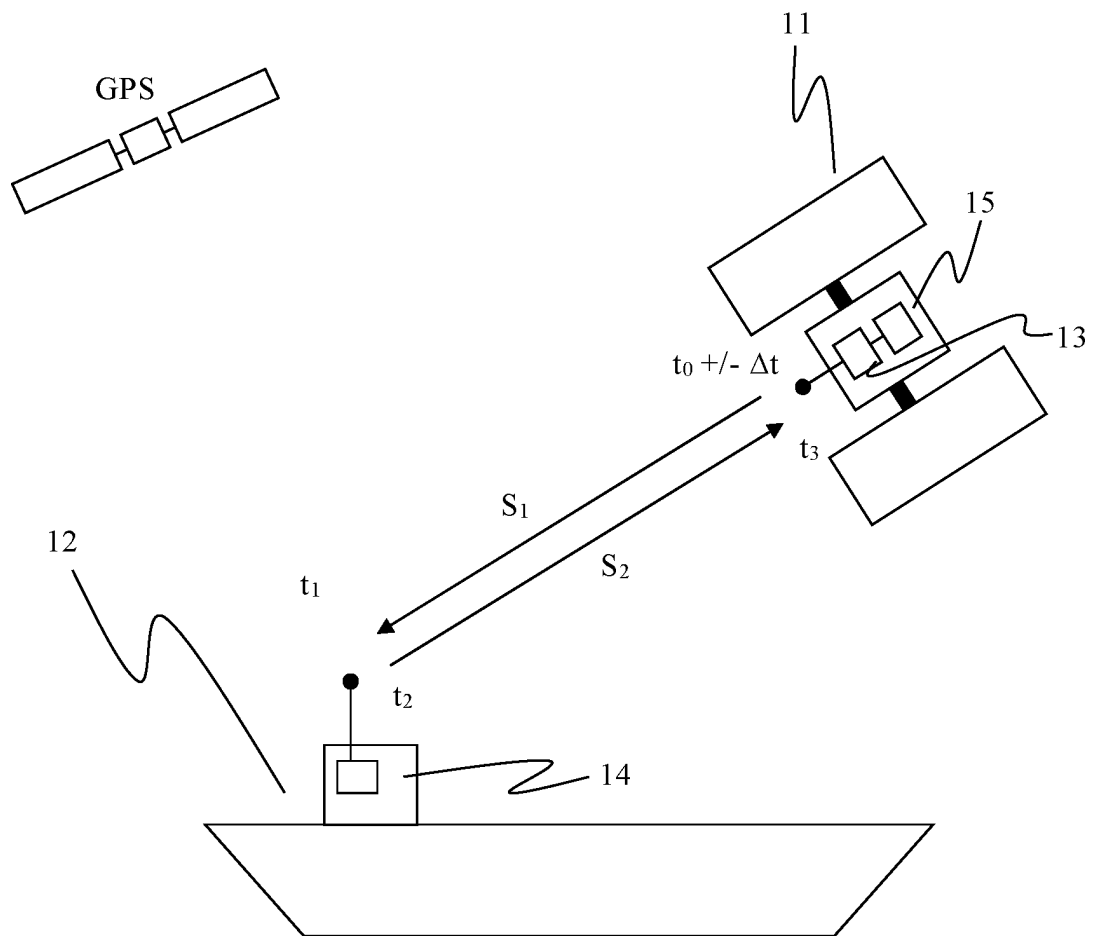


des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8  
eingrichtet ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

10



Figur 1