



(10) **DE 10 2012 007 205 B4** 2014.07.10

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 007 205.8**

(22) Anmeldetag: **12.04.2012**

(43) Offenlegungstag: **17.10.2013**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **10.07.2014**

(51) Int Cl.: **G01S 19/11 (2010.01)**
G01S 19/38 (2010.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Astrium GmbH, 82024, Taufkirchen, DE

(72) Erfinder:
Trautenberg, Hans L., Dr., 50823, Köln, DE

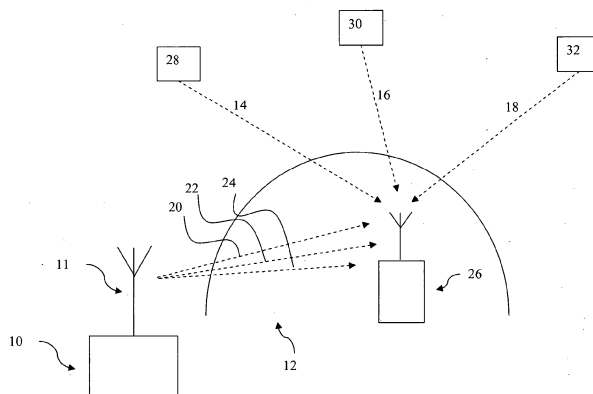
(56) Ermittelter Stand der Technik:

US 2002 / 0 070 891 A1

US 2006 / 0 208 946 A1

(54) Bezeichnung: **Versorgung von Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen**

(57) Hauptanspruch: Pseudolit (10) zur Versorgung eines Bereichs (12) mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen (14, 16, 18), der zum Erzeugen und Abstrahlen von mindestens drei Signalen (20, 22, 24) ausgebildet ist, die eine Ermittlung einer vom Pseudoliten zu verbreitenden Position im Bereich (12) mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen (14, 16, 18) mit einem GNSS-Empfänger (26) ermöglichen, wobei der Pseudolit (10) ferner ausgebildet ist, beim Erzeugen der mindestens drei Signale (20, 22, 24) Signalparameter zu ermitteln, mit denen die zu verbreitende Position mit einem GNSS-Empfänger (26) ermittelt werden kann, wobei das Ermitteln von Signalparametern für jedes zu erzeugende Signal (20, 22, 24) das Bestimmen einer Position im Raum, das Ermitteln der Signallaufzeit von der Position im Raum zur zu verbreitenden Position und das Ermitteln von Parametern einer Navigationsmitteilung eines GNSS-Navigationssignals (14, 16, 18) abhängig von der Position im Raum und der ermittelten Signallaufzeit aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Pseudoliten zur Versorgung von Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren zum Erzeugen von mindestens drei Signalen zur Versorgung von Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen gemäß Anspruch 6.

[0002] Zur globalen Positionsermittlung kann ein Satellitennavigationssystem GNSS (Global Navigation Satellite System) wie das global verfügbare GPS (Global Positioning System) oder GLONASS oder in Zukunft das europäische Satellitennavigationssystem GALILEO genutzt werden. Ein GNSS verteilt über Navigationssatelliten Navigationssignale, die von zum Empfang dieser Signale ausgebildeten GNSS-Empfängern zur Positionsermittlung ausgewertet werden können.

[0003] Um eine möglichst exakte zwei- oder dreidimensionale Positionsermittlung zu gewährleisten, müssen Navigationssignale von wenigstens drei bzw. vier Navigationssatelliten eines GNSS empfangen werden, was eine entsprechende Empfangslage eines GNSS-Empfängers voraussetzt. Eine für eine genaue Positionsermittlung ausreichende Empfangslage ist jedoch in Bereichen mit eingeschränktem Empfang von Navigationssignalen wie beispielsweise in Tunneln oder Gebäuden in der Regel nicht gegeben. Daher ist es in solchen Bereichen häufig auch nicht möglich, eine GNSS-basierte Positionsermittlung durchzuführen.

[0004] Um dennoch beispielsweise in Gebäuden eine Positionsermittlung zu ermöglichen, können Positionsermittlungssysteme eingesetzt werden, die spezielle Navigationssignale aussenden, die sich von GNSS-Navigationssignalen unterscheiden. Beispielsweise können Sender in Räumen eines Gebäudes aufgestellt werden, die Signale mit Kennungen der Räume aussenden, so dass ein Empfänger dieser Signale anhand des stärksten empfangenen Signals und dessen Raumkennung feststellen kann, in welchem Raum er sich befindet.

[0005] Allerdings sind zum Empfangen und Auswerten solcher speziellen Navigationssignale entsprechend ausgebildete Empfänger erforderlich. Soll ein GNSS-Empfänger mit einem derartigen speziellen Positionsermittlungssystem eingesetzt werden, muss er daher Hardware- und/oder Software-technisch zusätzlich zum Empfangen und Auswerten der speziellen Navigationssignale ausgebildet sein, was einen erheblichen technischen Aufwand bedingt. Beispielsweise muss ein GNSS-Empfänger für den Einsatz mit dem vorgenannten Positionsermittlungssystem für Gebäude dahingehend verändert werden,

dass er aus der Kennung und der Signalstärke einen Raum als seine aktuelle Position ermitteln kann.

[0006] Die US2006/0208946A1 schlägt stattdessen sogenannte Indoor-GPS-Repeater-Einheiten vor, um eine Positionsermittlung auch in Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GPS-Navigationssignalen zu ermöglichen. Eine Repeater-Einheit weist hierzu eine gerichtete Empfangsantenne zum Empfangen von GPS-Navigationssignalen von einem oder mehreren GPS-Satelliten und eine gerichtete Sendeanenne zum Abstrahlen der empfangenen GPS-Navigationssignale in einen Bereich mit eingeschränktem Empfang, beispielsweise einem Raum in einem Gebäude auf. Diese GPS-Repeater-Einheiten sind einfache Signalverstärker, die empfangene GPS-Navigationssignale unverändert „weiterleiten“. Allerdings ist für den Betrieb derartiger GPS-Repeater-Einheiten immer der Empfang von GPS-Navigationssignalen erforderlich, so dass ein Einsatz in beispielsweise Tunneln eine technisch relativ aufwendige Verkabelung mit Außenantennen zum Empfang von GPS-Navigationssignalen erfordern kann.

[0007] Die US2002/0070891A1 beschreibt ein System und ein Verfahren zur Positionsermittlung von Frachtcontainern mittels GPS-Empfängern, bei dem in Bereichen mit eingeschränktem GPS-Empfang Pseudoliten oder GPS-Repeater eingesetzt werden können. Pseudoliten werden hierbei in Gebäuden mit Frachtcontainern angeordnet. Die Pseudoliten arbeiten wie herkömmliche GPS-Satelliten und strahlen GPS-Navigationssignale ab. Jeder Pseudoliten empfängt über eine eigene Antenne GPS-Navigationssignale mit der GPS-Zeit von GPS-Satelliten.

[0008] Es ist nun eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in einem Bereich mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen wie beispielsweise in einem Tunnel oder Gebäude eine Positionsermittlung mit einem herkömmlichen GNSS-Empfänger weiter zu verbessern.

[0009] Diese Aufgabe wird durch einen Pseudoliten zur Versorgung von Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen mit den Merkmalen nach Anspruch 1 und durch ein Verfahren zum Erzeugen von mindestens drei Signalen zur Versorgung von Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen mit den Merkmalen nach Anspruch 6 gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Eine der Erfindung zugrunde liegende Idee besteht darin, zur Versorgung von Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen wie Tunneln oder Gebäuden mindestens drei Signale zu erzeugen und abzustrahlen, die eine Ermittlung einer zu verbreitenden Position mit ei-

nem GNSS-Empfänger ermöglichen. Das Erzeugen und Abstrahlen der Signale kann von einem Pseudoliten (Abk. für Pseudo-Satelliten) ausgeführt werden, der beispielsweise in einem Bereich oder in der Nähe eines Bereichs mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen aufgestellt wird. Insbesondere können die Signale genau so erzeugt und ausgesendet werden, wie sie ein herkömmlicher GNSS-Empfänger empfangen würde, wenn er sich an der Position befinden würde, die durch die Signale verbreitet werden soll. Durch die Signale werden also im Prinzip GNSS-Navigationssignale in Bereichen „emuliert“, in denen GNSS-Empfänger normalerweise keine GNSS-Navigationssignale aufgrund der schlechten Empfangslage empfangen können. Die „Emulation“ erfolgt hierbei derart, dass die abgestrahlten Signale die Ermittlung einer zu verbreitenden Position ermöglichen, beispielsweise die ungefähre Position in einem Raum in einem Gebäude oder in einem Tunnel. Die „Emulation“ beinhaltet hierbei insbesondere eine gezielt auf die zu verbreitende Position hin abgestimmte Erzeugung der von den Signalen verbreiteten Informationen wie der Position von Quellen der Signale im Raum wie GNSS-Navigationssatelliten und von Zeitparametern zum Bestimmen von Signallaufzeiten.

[0011] Eine Ausführungsform der Erfindung betrifft nun einen Pseudoliten zur Versorgung von Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen, der zum Erzeugen und Abstrahlen von mindestens drei Signalen ausgebildet ist, die eine Ermittlung einer vom Pseudoliten zu verbreitenden Position mit einem GNSS-Empfänger ermöglichen.

[0012] Der Pseudolit kann eine Antenne aufweisen, die derart ausgestaltet ist, dass die Signale maximal in einem mit Signalen zu versorgenden Bereich mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen abgestrahlt werden. Hierdurch wird es ermöglicht, gezielt nur ganz bestimmte Bereiche, in denen beispielsweise überhaupt keine GNSS-Navigationssignale empfangen werden können wie in geschlossenen Räumen oder Tunneln, mit den als Ersatz für die nicht empfangbaren GNSS-Navigationssignale dienenden Signale des Pseudoliten zu versorgen.

[0013] Die abgestrahlten Signale können den von unterschiedlichen Navigationssatelliten eines GNSS abgestrahlten Navigationssignalen entsprechen. Beispielsweise können die vom Pseudoliten abgestrahlten Signale eine Struktur aufweisen, die mit der von GNSS-Navigationssignalen übereinstimmt. Es können ferner Spreizcodes zum Kodieren der Signale verwendet werden, die auch zum Kodieren der GNSS-Navigationssignale verwendet werden. Weiterhin kann die Rahmenstruktur eines Signals der eines GNSS-Navigationssignals entsprechen, obwohl nicht alle Informationen eines GNSS-Navigationssi-

gnals übertragen werden müssen, wie beispielsweise GNSS-Status- und Integritätsparameter, sondern nur die für eine Positionsbestimmung erforderlichen Parameter

[0014] Die abgestrahlten Signale können insbesondere unterschiedliche Positionen im Raum und entsprechende Zeitparameter zur Ermittlung der Laufzeiten der Signale von den jeweiligen Positionen im Raum zu der zu verbreitenden Position übertragen. Beispielsweise können mit den Signalen Positionen von GNSS-Satelliten übertragen werden, die für einen GNSS-Empfänger als vermeintliche Sender der Signale erscheinen. Durch entsprechende Zeitparameter können dem GNSS-Empfänger längere Pseudodistanzen zu den GNSS-Satelliten als zu dem die Signale abstrahlenden Pseudoliten vorgegeben werden, so dass ein GNSS-Empfänger die durch den Pseudoliten zu verbreitende Position wie mit herkömmlichen GNSS-Navigationssignalen bestimmen kann.

[0015] Der Pseudolit kann ferner ausgebildet sein, von Navigationssatelliten eines GNSS abgestrahlte Navigationssignale zu empfangen, die Navigationsmitteilung der empfangenen Navigationssignale derart zu verändern, dass damit die vom Pseudoliten zu verbreitende Position in einem Bereich mit eingeschränktem Empfang von GNSS Navigationssignalen ermittelt werden kann, und die empfangenen Navigationssignale mit veränderten Navigationsmitteilungen als Signale in den Bereich mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen abzustrahlen. Insbesondere kann der Pseudolit Laufzeitverzögerungskorrekturen in den Navigationsmitteilungen der empfangenen Navigationssignale derart verändern, dass ein GNSS-Empfänger, der die vom Pseudoliten abgestrahlten Signale beispielsweise in einem Raum oder einem Tunnel empfängt, eine Position ermitteln kann, die durch die vom Pseudoliten veränderten Laufzeitkorrekturen vorgegeben wird.

[0016] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen von mindestens drei Signalen zur Versorgung von Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen mit den folgenden Schritten:
Bestimmen einer zu verbreitenden Position;
Ermitteln von Signalparametern, mit denen die zu verbreitende Position mit einem GNSS-Empfänger ermittelt werden kann;
Erzeugen der mindestens drei Signale mit den ermittelten Signalparametern.

[0017] Das Ermitteln von Signalparametern für jedes zu erzeugende Signal kann das Bestimmen einer Position im Raum, das Ermitteln der Signallaufzeit von der Position im Raum zur zu verbreitenden Position und das Ermitteln von Parametern einer Navigations-

mitteilung eines GNSS-Navigationssignals abhängig von der Position im Raum und der ermittelten Signallaufzeit aufweisen.

[0018] Das Ermitteln von Parametern einer Navigationsmitteilung abhängig von der Position im Raum und der ermittelten Signallaufzeit kann das Ermitteln von Ephemeriden-Daten und Zeitdaten eines GNSS-Navigationssatelliten aufweisen.

[0019] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung betrifft ein Computerprogramm mit Programmcode zur Durchführung aller Verfahrensschritte nach der Erfindung und wie vorstehend beschrieben, wenn das Computerprogramm in einem Computer ausgeführt wird.

[0020] Ferner betrifft eine Ausführungsform der Erfindung einen Datenträger, auf dem der von einem Computer ausführbare Programmcode des Computerprogramms nach der Erfindung und wie vorstehend beschrieben gespeichert ist.

[0021] Weitere Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen.

[0022] In der Beschreibung, in den Ansprüchen, in der Zusammenfassung und in den Zeichnungen werden die in der hinten angeführten Liste der Bezugszeichen verwendeten Begriffe und zugeordneten Bezugszeichen verwendet.

[0023] Die Zeichnungen zeigen in

[0024] Fig. 1 ein Szenario, in dem ein Pseudolit gemäß der Erfindung einen Tunnel mit Signalen zur Positionsermittlung durch einen GNSS-Empfänger versorgt; und

[0025] Fig. 2 ein Flussdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahren zum Erzeugen von mindestens drei Signalen zur Versorgung von Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen gemäß der Erfindung.

[0026] In der folgenden Beschreibung können gleiche, funktional gleiche und funktional zusammenhängende Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein.

[0027] In Fig. 1 ist ein Pseudolit **10** zur Versorgung von Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen vor dem Eingang eines Tunnels **12** aufgestellt und strahlt über eine Antenne **11** drei Signale **20**, **22** und **24** in den Tunnel **12** ab. Die Antenne **11** besitzt hierzu eine auf den Tunnel **12** ausgerichtete Abstrahlcharakteristik, so dass die Signale

20, **22** und **24** nur im Tunnel **12** von einem GNSS-Empfänger **26**, beispielsweise einem GPS-, GLONASS- und/oder GALILEO-Empfänger, und nicht außerhalb des Tunnels **12** empfangen werden können.

[0028] Die Signale **20**, **22** und **24** weisen jeweils eine Signalstruktur wie ein GPS-, GLONASS- oder GALILEO-Navigationssignal auf und sind daher vom GNSS-Empfänger **26** wie herkömmliche GNSS-Navigationssignale sowohl empfang- als auch auswertbar. Wie GNSS-Navigationssignale wird jedes der Signale **20**, **22** und **24** vom Pseudoliten **10** spreizkodiert mit einem vom GNSS verwendeten Kode eines bestimmten GNSS-Navigationssatelliten. Jedes der drei Signale **20**, **22** und **24** überträgt zudem eine bestimmte Position im Raum sowie Zeitparameter zur Ermittlung von Pseudo-Laufzeiten der Signale von den jeweiligen Positionen im Raum zu der zu verbreitenden Position.

[0029] Beispielsweise kann dem ersten Signal **20** die Position eines ersten GNSS-Navigationssatelliten **28** im Raum zugeordnet sein. Dementsprechend passt der Pseudolit **10** das erste Signal **20** derart an, dass es Zeitdaten und Ephemeriden-Daten des ersten GNSS-Navigationssatelliten **28** überträgt, die bewirken, dass der GNSS-Empfänger **26** eine Laufzeit des Signals **20** bestimmt, die einer Laufzeit des ersten GNSS-Navigationssignals **14** vom ersten GNSS-Navigationssatelliten **28** zu der Position im Tunnel **12** ermittelt, die der vom Pseudoliten **10** zu verbreitenden Position entspricht. Entsprechend verfährt der Pseudolit **10** beim Erzeugen und Abstrahlen des zweiten und dritten Signals **22** bzw. **24**, die der Position eines ersten bzw. zweiten GNSS-Navigationssatelliten **30** bzw. **32** im Raum zugeordnet sind und Zeitdaten und Ephemeriden-Daten jeweils des zweiten bzw. dritten GNSS-Navigationssatelliten **30** bzw. **32** übertragen.

[0030] Die Zeitdaten weisen hierbei Laufzeitkorrekturdaten auf, die derart angepasst werden, dass der GNSS-Empfänger **26** trotz der vergleichsweise kurzen Laufzeiten der Signale **20**, **22** und **24** vom Pseudoliten **10** zum Empfänger **26** eine wesentlich längere Signallaufzeit ermittelt, die einer Laufzeit von einem GNSS-Navigationssatelliten **28**, **30** bzw. **32** zum Empfänger **26** entspricht.

[0031] Der GNSS-Empfänger **26** empfängt somit im Tunnel **12** drei Signale **20**, **22** und **24**, die er von den drei GNSS-Navigationssatelliten **28**, **30** und **32** an der Position empfangen würde, die durch den Pseudoliten **10** verbreitet werden soll, beispielsweise an einer Näherungsposition in der Tunnelmitte. Dadurch ist der GNSS-Empfänger **26** in der Lage, auch im Tunnel **12**, in dem er keine GNSS-Navigationssignale **14**, **16** und **18** von GNSS-Navigationssatelliten **28**, **30** bzw. **32** empfangen kann, eine ungefähre Posi-

on anhand der vom Pseudoliten **10** abgestrahlten Signale **20**, **22** und **24** zu ermitteln.

[0032] Die Anpassung der Signale **20**, **22** und **24** kann im Pseudoliten **10** fest vorgegeben sein. Beispielsweise können die Zeitdaten und Ephemeriden-Daten von bestimmten GNSS-Navigationssatelliten, die von einem GNSS-Empfänger an einer vom Pseudoliten **10** zu verbreitenden Position empfangen werden würden, in einem Speicher des Pseudoliten **10** abgelegt sein und an den Einsatzort des Pseudoliten **10** entsprechend angepasst werden. Die Daten können insbesondere vor der Installation des Pseudoliten **10** an einem bestimmten Ort in den Pseudoliten **10** einprogrammiert werden. Dadurch kann der technische Aufwand zum Erzeugen der Signale gering gehalten werden, da der Pseudolit **10** praktisch immer die gleichen Signale **20**, **22** und **24** mit den gleichen, gespeicherten Daten erzeugt und überträgt.

[0033] In einer weiteren Ausführungsform des Pseudoliten **10** kann dieser auch selbst die GNSS-Navigationssignale **14**, **16** und **18** empfangen, beispielsweise wenn er sich in einer entsprechenden Empfangslage befindet und zum direkten Empfangen und Auswerten der GNSS-Navigationssignale **14**, **16** und **18** ausgebildet ist. Alternativ kann er die GNSS-Navigationssignale **14**, **16** und **18** auch über einen gesonderten GNSS-Empfänger empfangen und die Messwerte der empfangenen GNSS-Navigationssignale über eine Datenkommunikationsverbindung, beispielsweise eine Mobilfunk-Datenverbindung oder Internetverbindung empfangen. Die so empfangenen GNSS-Navigationssignale bzw. Messwerte davon kann der Pseudolit **10** dann derart verändern, dass eine bestimmte Position mit seinen abgestrahlten Signalen **20**, **22** und **24** verbreitet wird. Dadurch kann sich der Pseudolit **10** beispielsweise automatisch an seinen aktuellen Standort anpassen, indem er an diesem Standort GNSS-Navigationssignale **14**, **16** und **18** empfängt und diese so verändert, dass die zu verbreitende Position mit den Signalen **20**, **22** und **24** abgestrahlt wird. Eine Programmierung der Daten ist dann im Prinzip nicht mehr erforderlich.

[0034] Im Folgenden wird nun anhand des in **Fig. 2** gezeigten Flussdiagramms eines Verfahrens zum Erzeugen von mindestens drei Signalen zur Versorgung von Bereichen mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen erläutert, wie es beispielsweise von einem Computer ausgeführt werden kann. Die vom Computer erzeugten mindestens drei Signale können über eine entsprechende Schnittstelle an einen Transmitter für GNSS-Navigationssignale übertragen werden, der die mindestens drei Signale als GNSS-Navigationssignale abstrahlt.

[0035] Zunächst wird im Schritt S10 eine in einem Bereich mit eingeschränktem Empfang von Navigationssignalen wie dem Tunnel **12** in **Fig. 1** zu ver-

breitende Position bestimmt, beispielsweise die Position in der Mitte des Tunnels **12**. Diese Position kann in einem kartesischen Koordinatensystem durch den Vektor V_{Tunnel} definiert sein

[0036] Im darauffolgenden Schritt S12 wird eine erste Position im Raum bestimmt, beispielsweise die Position des ersten GNSS-Navigationssatelliten **28** zu einem bestimmten ersten Zeitpunkt. Die erste Position kann im kartesischen Koordinatensystem durch den Vektor V_1 definiert sein.

[0037] Im Schritt S14 wird die Signallaufzeit von der ersten Position im Raum zur zu verbreitenden Position ermittelt. Die Signallaufzeit kann gemäß der folgenden Gleichung berechnet werden, wobei mit c die Lichtgeschwindigkeit bezeichnet ist:

$$\Delta t_1 = |V_1 - V_{\text{Tunnel}}|/c$$

[0038] Nun werden im Schritt S16 abhängig von der ersten Position im Raum und der ermittelten Signallaufzeit Ephemeriden-Daten und Zeitdaten eines geeigneten GNSS-Navigationssatelliten, z. B. des ersten GNSS-Navigationssatelliten **28** ermittelt. Die Zeitdaten enthalten einen Absendezeitpunkt des ersten Signals und Laufzeitkorrekturdaten. Der Absendezeitpunkt, die Laufzeitkorrekturdaten und die Ephemeriden-Daten werden so gewählt, dass ein GNSS-Empfänger anhand dieser Daten die erste Position im Raum ermitteln kann, obwohl die tatsächliche Laufzeit des Signals vom Pseudoliten **10** zum GNSS-Empfänger **26** von der berechneten Signallaufzeit Δt_1 abweicht, insbesondere wesentlich kürzer ist. Die Laufzeitkorrekturdaten können beispielsweise wie folgt abgeschätzt werden:

$$\Delta t_{\text{Korrektur}} = \Delta t_1 - \Delta t_{\text{Signal-Empfänger}}$$

wobei $\Delta t_{\text{Signal-Empfänger}}$ die Signallaufzeit des Signals vom Pseudoliten **10** zum Empfänger **26** sei.

[0039] Mit den so ermittelten Ephemeriden-Daten und Zeitdaten wird dann im Schritt S18 ein erstes Signal **20** erzeugt.

[0040] Im Schritt S20 wird überprüft, ob schon drei bzw. vier Signale erzeugt sind. Falls nein, wird ein weiteres Signal beginnend mit dem Schritt S12 erzeugt, in dem eine neue Position im Raum bestimmt wird, die sich von den bisher bestimmten Positionen im Raum unterscheidet, beispielsweise die Position des zweiten GNSS-Navigationssatelliten **30**. Falls ja, wird mit Schritt S22 fortgefahren, in dem die erzeugten Signale **20**, **22** und **24** abgestrahlt werden, so dass sie ein GNSS-Empfänger empfangen und zum Bestimmen seiner ungefähren Position auswerten kann.

[0041] Dieses Verfahren kann im Pseudoliten **10** implementiert sein, der beispielsweise einen Prozessor und Speicher aufweisen kann. Im Speicher kann ein das Verfahren implementierendes Computerprogramm abgelegt sein, das vom Prozessor ausgeführt wird, um die in **Fig. 2** gezeigten Schritte zum Erzeugen der Signale **20, 22** und **24** durchzuführen.

[0042] Die vorliegende Erfindung ermöglicht auch in einem Bereich mit eingeschränktem Empfang von Navigationssignalen wie beispielsweise in Tunneln oder Gebäuden eine Positionsermittlung mit einem herkömmlichen GNSS-Empfänger für Navigationssignale eines GNSS. Dadurch ist es möglich, auch in Bereichen mit eingeschränktem Empfang von Navigationssignalen location-based services anzubieten, beispielsweise in einem Tunnel ein GSM- und GPS-basiertes Notrufsystem.

Bezugszeichenliste

10	Pseudolit
12	Tunnel
14	erstes GNSS-Navigationssignal
16	zweites GNSS-Navigationssignal
18	drittes GNSS-Navigationssignal
20	erstes Pseudolit-Signal
22	zweites Pseudolit-Signal
24	drittes Pseudolit-Signal
26	GNSS-Empfänger
28	erster GNSS-Navigationssatellit
30	zweiter GNSS-Navigationssatellit
32	dritter GNSS-Navigationssatellit
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System

Patentansprüche

1. Pseudolit (**10**) zur Versorgung eines Bereichs (**12**) mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen (**14, 16, 18**), der zum Erzeugen und Abstrahlen von mindestens drei Signalen (**20, 22, 24**) ausgebildet ist, die eine Ermittlung einer vom Pseudoliten zu verbreitenden Position im Bereich (**12**) mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen (**14, 16, 18**) mit einem GNSS-Empfänger (**26**) ermöglichen, wobei der Pseudolit (**10**) ferner ausgebildet ist, beim Erzeugen der mindestens drei Signale (**20, 22, 24**) Signalparameter zu ermitteln, mit denen die zu verbreitende Position mit einem GNSS-Empfänger (**26**) ermittelt werden kann, wobei das Ermitteln von Signalparametern für jedes zu erzeugende Signal (**20, 22, 24**) das Bestimmen einer Position im Raum, das Ermitteln der Signallaufzeit von der Position im Raum zur zu verbreitenden Position und das Ermitteln von Parametern einer Navigationsmitteilung eines GNSS-Navigationssignals (**14, 16, 18**) abhängig von der Position im Raum und der ermittelten Signallaufzeit aufweist.

2. Pseudolit nach Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch eine Antenne (**11**), die derart ausgestaltet ist, dass die Signale (**20, 22, 24**) maximal in einem mit Signalen zu versorgenden Bereich (**12**) mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen abgestrahlt werden.

3. Pseudolit nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die abgestrahlten Signale (**20, 22, 24**) den von unterschiedlichen Navigationssatelliten (**28, 30, 32**) eines GNSS abgestrahlten Navigationssignalen (**14, 16, 18**) entsprechen.

4. Pseudolit nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die abgestrahlten Signale unterschiedliche Positionen im Raum und entsprechende Zeitparameter zur Ermittlung der Laufzeiten der Signale von den jeweiligen Positionen im Raum zu der zu verbreitenden Position übertragen.

5. Pseudolit nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass er ausgebildet ist, von Navigationssatelliten (**28, 30, 32**) eines GNSS abgestrahlte Navigationssignale (**14, 16, 18**) zu empfangen, die Navigationsmitteilung der empfangenen Navigationssignale derart zu verändern, dass damit die vom Pseudoliten zu verbreitende Position in einem Bereich (**12**) mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen ermittelt werden kann, und die empfangenen Navigationssignale mit veränderten Navigationsmitteilungen als Signale in den Bereich (**12**) mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen abzustrahlen.

6. Verfahren zum Erzeugen von mindestens drei Signalen (**20, 22, 24**) zur Versorgung eines Bereichs (**12**) mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen (**14, 16, 18**) durch einen Pseudoliten (**10**) mit den folgenden Schritten:

- Bestimmen einer vom Pseudoliten (**10**) zu verbreitenden Position im Bereich (**12**) mit eingeschränktem Empfang von GNSS-Navigationssignalen (**14, 16, 18**);
- Ermitteln von Signalparametern, mit denen die zu verbreitende Position mit einem GNSS-Empfänger (**26**) ermittelt werden kann, wobei das Ermitteln von Signalparametern für jedes zu erzeugende Signal (**20, 22, 24**) das Bestimmen einer Position im Raum, das Ermitteln der Signallaufzeit von der Position im Raum zur zu verbreitenden Position und das Ermitteln von Parametern einer Navigationsmitteilung eines GNSS-Navigationssignals (**14, 16, 18**) abhängig von der Position im Raum und der ermittelten Signallaufzeit aufweist;
- Erzeugen der mindestens drei Signale (**20, 22, 24**) mit den ermittelten Signalparametern.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ermitteln von Parametern einer Navigationsmitteilung abhängig von der Position im

Raum und der ermittelten Signallaufzeit das Ermitteln von Ephemeriden-Daten und Zeitdaten eines GNSS-Navigationssatelliten (**28, 30, 32**) aufweist.

8. Computerprogramm mit Programmcode zur Durchführung aller Verfahrensschritte nach den Ansprüchen 6 bis 7, wenn das Computerprogramm in einem Computer ausgeführt wird.

9. Datenträger, auf dem der von einem Computer ausführbare Programmcode des Computerprogramms nach Anspruch 8 gespeichert ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

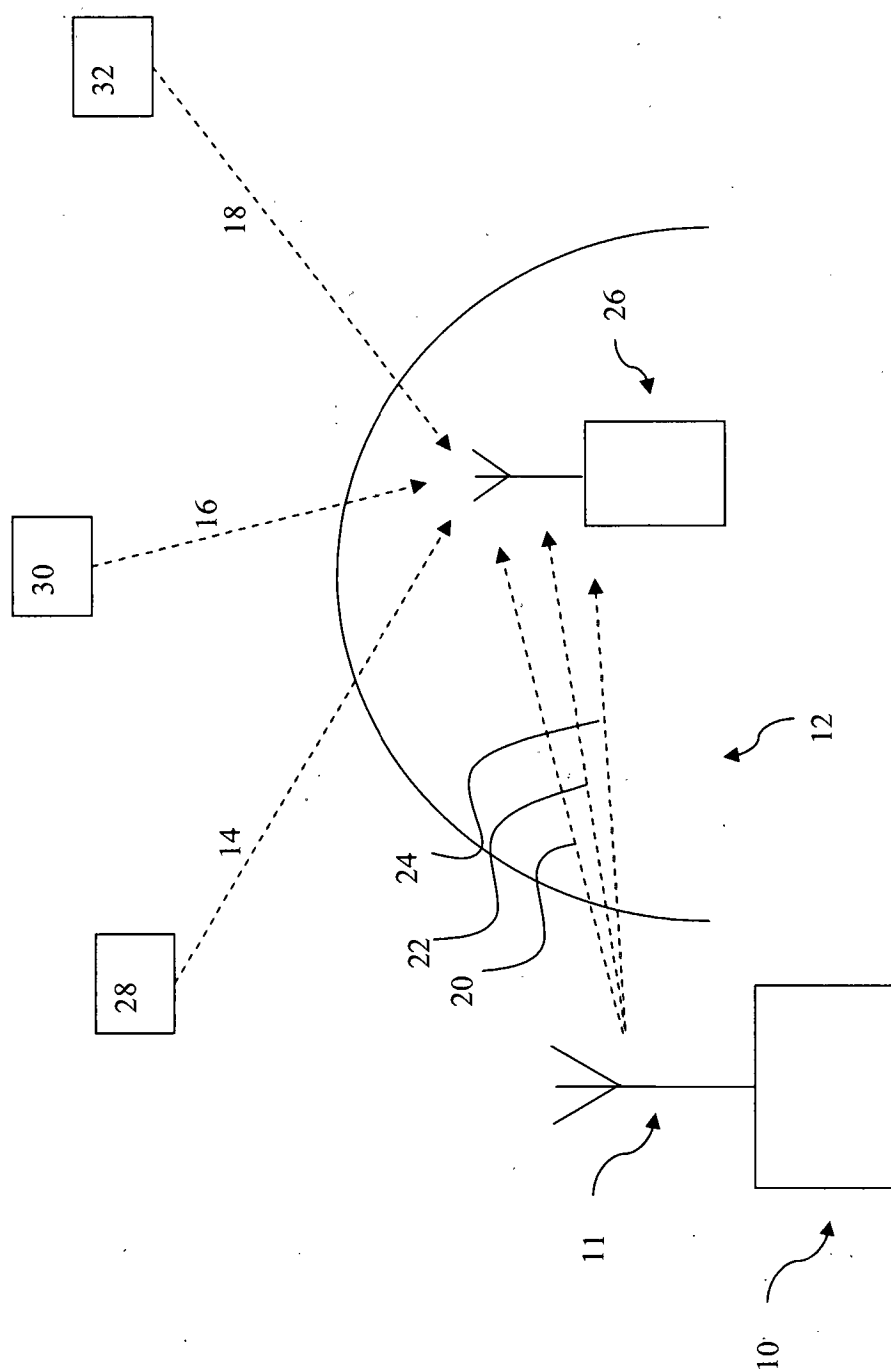


Fig. 1

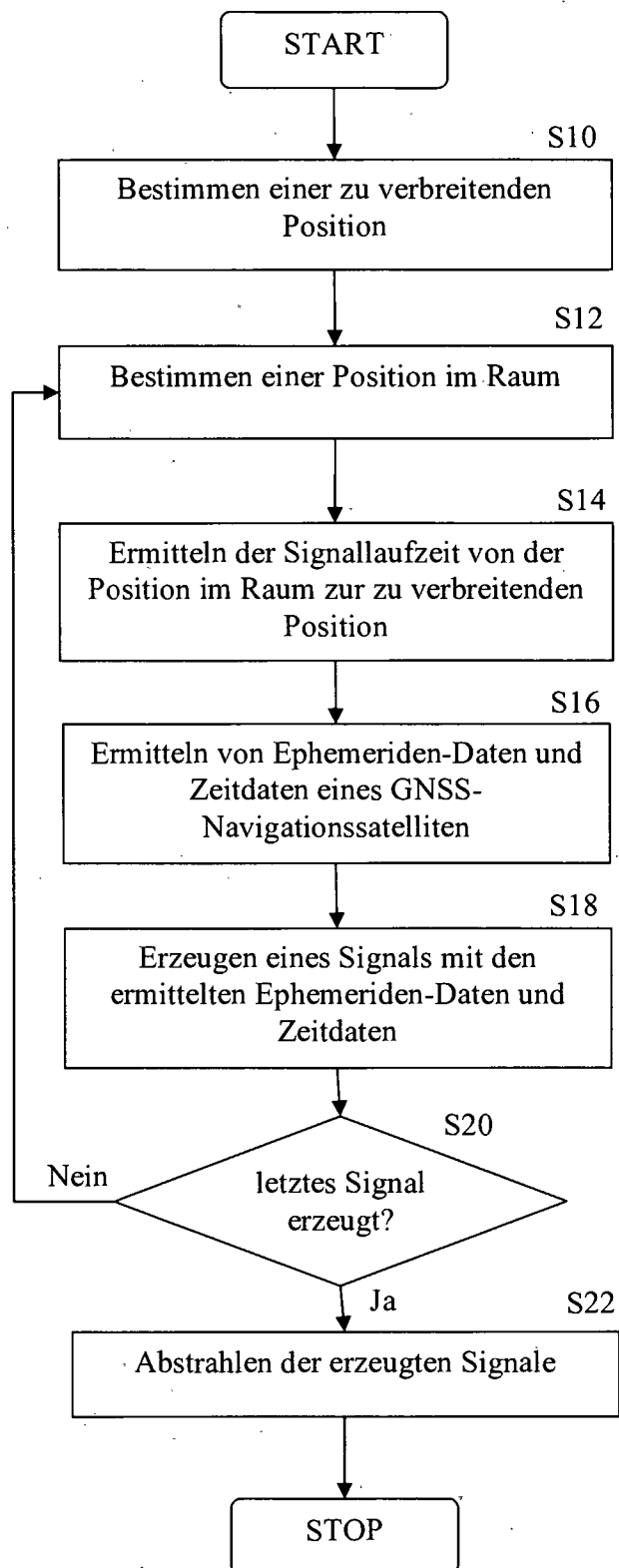


Fig. 2