



(10) **DE 21 2018 000 192 U1** 2020.01.16

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **21 2018 000 192.8**  
(22) Anmeldetag: **05.04.2018**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2018/052364**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **11.10.2018**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/185700**  
(47) Eintragungstag: **09.12.2019**  
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **16.01.2020**

(51) Int Cl.: **G01S 5/14 (2006.01)**  
**G06Q 10/08 (2012.01)**

(30) Unionspriorität:  
**15/481,714 07.04.2017 US**  
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**Sita Information Networking Computing USA,  
Inc., Atlanta, GA, US**

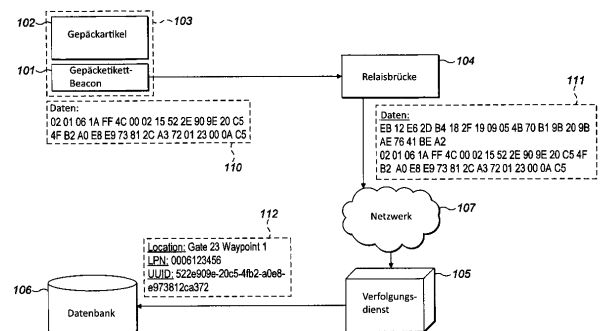
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**v. Bezold & Partner Patentanwälte - PartG mbB,  
80799 München, DE**

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

(54) Bezeichnung: **Artikelverfolgungssystem**

(57) Hauptanspruch: Artikelverfolgungssystem, das Folgendes umfasst:

- a. ein mit einem Artikel assoziiertes Beacon zum Aussenden einer Mehrzahl von Kurzstreckenfunksignalen, wobei jedes Kurzstreckenfunksignal eine Beacon-Kennung und eine Beacon-Übertragungsleistung beinhaltet;
- b. eine Mehrzahl von Relaisgeräten mit jeweils bekannten Orten, die mit einem Wegpunkt auf einer Reise des Artikels assoziiert sind, jeweils zum Erfassen der Kurzstreckenfunksignale, Berechnen eines Received Signal Strength Indicator (RSSI) für jedes erfasste Kurzstreckenfunksignal, Umwandeln jedes erfassten Kurzstreckenfunksignals in ein Relaisignal und Übertragen der jeweiligen Relaisignale, wobei die Relaisignale eine eindeutige Relaisgeräteerkennung und RSSI-Informationen beinhalten;
- c. Zeitstempelmittel zum Versehen jedes Relaisignals mit einem Zeitstempel; und
- d. ein Verfolgungsgerät zum kontinuierlichen Empfangen der Relaisignale von den jeweiligen Relaisgeräten, Vergleichen einer Charakteristik der empfangenen Relaisignale von den jeweiligen Relaisgeräten, um zu bestimmen, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten das Beacon am nächsten ist, und Speichern des Zeitstempels, der Beacon-Kennung und der eindeutigen Relaisgeräteerkennung des bestimmten nächstgelegenen Relaisgeräts.



## Beschreibung

### GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Systeme zur Verfolgung eines Artikels während einer Reise.

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** In der Luftfahrtindustrie setzen branchenweite Vorschriften Gepäckverfolgung voraus. Seit Jahrzehnten erfolgt die Gepäckverfolgung mit lasergescannten 1D-Barcode-Papieretiketten, die beim Check-in an Gepäckartikeln befestigt werden. Diese Laser-Scanning-Systeme sind jedoch veraltet, extrem teuer in der Installation und Wartung und ermöglichen keine detaillierte Verfolgung des Gepäcks innerhalb der Flughafeninfrastruktur. Mit zunehmender Zahl der Passagierreisen ist es notwendig, genauere Verfolgungsdaten bereitzustellen, um einzelne Gepäckartikel effektiver und effizienter orten zu können.

**[0003]** Jede Lösung dieser Probleme muss den Verfolgungs-, Sortier- und Abgleichanforderungen der Luftverkehrsindustrie gerecht werden. Darüber hinaus muss eine anfängliche Lösung erweiterbar und kostengünstig sein, um die gesamte Reise eines Gepäckstücks effektiv zu erfassen, die Reiseziele außerhalb des Flughafens, z.B. Hotels und Mietwagenstandorte, beinhalten kann.

**[0004]** Bekannte Verfolgungslösungen beinhalten die Verwendung von passiven RFID-(Radio Frequency Identification)-Inlays, die mit passagierbezogenen Daten codiert werden, die den Papiergepäcketiketten hinzugefügt werden. RFID-Scanner werden zum Abfragen der RFID-Inlays verwendet, um die Identität jedes Gepäcketiketts zu ermitteln. Jeder RFID-Scanner kostet jedoch Tausende Dollar, so dass der Einsatz von RFID-Systemen im Verlauf der Gepäckreise teuer ist. Ein weiteres Problem bei RFID-Systemen ist, dass eine große Anzahl von RFID-Etiketten gleichzeitig von einem RFID-Scanner angeregt werden kann. Dies führt zur Erfassung einer großen Anzahl widersprüchlicher Signale, die vom System geklärt werden müssen, was die technische Komplexität erhöht.

**[0005]** Global Positioning Systems (GPS) oder Global System for Mobile Communication (GSM) sind ungeeignete Lösungen für die obigen Probleme, da sie für einen Betrieb auf globaler Ebene teuer und komplex und in Innenräumen nicht präzise genug sind.

**[0006]** Es besteht daher Bedarf an einem verbesserten Verfolgungssystem, das die oben beschriebenen Probleme mit bekannten Systemen überwindet oder verbessert.

### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0007]** Die Erfindung wird durch die Ansprüche definiert, auf die nun die Aufmerksamkeit gelenkt wird.

**[0008]** In einem ersten Aspekt der Erfindung umfasst ein Artikelverfolgungssystem Folgendes: ein mit einem Artikel assoziiertes Beacon zum Senden einer Mehrzahl von Kurzstreckenfunksignalen, wobei jedes Kurzstreckenfunksignal eine Beacon-Kennung und eine Beacon-Übertragungsleistung beinhaltet; eine Mehrzahl von Relaisgeräten mit jeweils bekannten Orten zum Erfassen der Kurzstreckenfunksignale, Berechnen eines Received Signal Strength Indicator (RSSI) für jedes erfasste Kurzstreckensignal, Umwandeln jedes erfassten Kurzstreckenfunksignals in ein Relaisignal und Übertragen der jeweiligen Relaisignale, wobei die Relaisignale eine eindeutige Relaisgeräteerkennung und RSSI-Informationen beinhalten; Zeitstempelmittel zum Versetzen jedes Relaisignals mit einem Zeitstempel; und ein Verfolgungsgerät zum kontinuierlichen Empfangen der Relaisignale von den jeweiligen Relaisgeräten, Vergleichen einer Charakteristik der empfangenen Relaisignale von den jeweiligen Relaisgeräten, um zu bestimmen, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten das Beacon am nächsten ist, und Speichern der Zeit, der Beacon-Kennung und der eindeutigen Relaisgeräteerkennung des nächstgelegenen Relaisgeräts.

**[0009]** Ausgestaltungen der Erfindung können den Vorteil haben, dass sie ein kostengünstiges und robustes Verfolgungssystem bereitstellen, das für eine breite Vielfalt von Umgebungen geeignet ist, wie z.B., aber ohne darauf beschränkt zu sein, die Gepäckverfolgung. Ausgestaltungen der Erfindung umgehen die Notwendigkeit für den Einsatz kostenintensiver Scanner, wie sie für RFID-basierte Systeme erforderlich sind.

**[0010]** In einer Ausgestaltung der Erfindung wird das Beacon mit dem Artikel durch Versehen des Artikels mit dem Beacon assoziiert. Dies hat den Vorteil, dass sichergestellt wird, dass das Beacon in unmittelbarer Nähe zum Artikel bleibt.

**[0011]** In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung beinhaltet die Beacon-Kennung eine eindeutige Benutzeridentifikationsnummer (UUID). Dies hat den Vorteil, dass die Identifizierung eines bestimmten Beacon ermöglicht wird.

**[0012]** In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist die Beacon-Kennung mit einer Gepäck-LPN (Licence Plate Number) assoziiert. In einer alternativen Ausgestaltung wird die Beacon-Kennung mit einer Gepäck-LPN (Licence Plate Number) assoziiert, indem die LPN in die Beacon-Kennung einbezogen wird. Dies hat den Vorteil, dass Ausgestaltungen der Erfindung in existierende Gepäckabfertigungssysteme integriert werden können.

**[0013]** In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung versieht das Zeitstempelmittel jedes Relaisignal mit einem Zeitstempel, bevor das Verfolgungsgerät das Relaisignal empfängt. In einer alternativen Ausgestaltung versieht das Zeitstempelmittel jedes Relaisignal mit einem Zeitstempel, nachdem das Verfolgungsgerät das Relaisignal empfangen hat. Dies hat den Vorteil, dass Ausgestaltungen der Erfindung ermitteln können, wann ein bestimmtes Relaisignal empfangen wurde.

**[0014]** In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung beinhaltet die Charakteristik der empfangenen Relaisignale von den jeweiligen Relaisgeräten einen berechneten RSSI. In einer alternativen Ausgestaltung beinhaltet die Charakteristik der empfangenen Relaisignale von den jeweiligen Relaisgeräten einen berechneten RSSI und eine Beacon-Übertragungsleistung. In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung bestimmt das Verfolgungsgerät, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten ein Beacon am nächsten ist, basierend auf einem Vergleich eines durchschnittlichen berechneten RSSI für eine Mehrzahl von Relaisignalen, die mit den jeweiligen Relaisgeräten assoziiert sind. In einer alternativen Ausgestaltung bestimmt das Verfolgungsgerät, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten das Beacon am nächsten ist, basierend auf einem durchschnittlichen Verhältnis zwischen berechnetem RSSI und Beacon-Übertragungsleistung für eine Mehrzahl von Relaisignalen, die mit den jeweiligen Relaisgeräten assoziiert sind. Diese Ausgestaltungen haben den Vorteil, dass sie eine Schätzung der relativen Nähe eines Beacon zu den jeweiligen Relaisgeräten liefern.

**[0015]** In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung beinhaltet die Charakteristik der empfangenen Relaisignale von jedem Relaisgerät eine berechnete durchschnittliche Distanz zwischen dem Beacon und den jeweiligen Relaisgeräten. In einer anderen Ausgestaltung beruht die berechnete durchschnittliche Distanz zwischen dem Beacon und jedem der Relaisgeräte auf dem berechneten RSSI und einem inversen Quadratgesetz für eine Mehrzahl von Relaisignalen, die mit den jeweiligen Relaisgeräten assoziiert sind. In einer alternativen Ausgestaltung beruht die berechnete durchschnittliche Distanz zwischen dem Beacon und jedem der Relaisgeräte auf einer bekannten Potenzfunktion des durchschnittlichen Verhältnisses zwischen berechnetem RSSI und Beacon-Übertragungsleistung der Relaisignale für eine Mehrzahl von Relaisignalen, die mit den jeweiligen Relaisgeräten assoziiert sind. In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung bestimmt das Verfolgungsgerät, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten das Beacon am nächsten ist, basierend auf einer durchschnittlichen berechneten Distanz zwischen dem Beacon und jedem der Relaisgeräte. Diese Ausgestaltungen haben den Vorteil, dass sie eine berechnete Schätzung der Distanz zwischen einem Beacon und den jeweiligen Relaisgeräten liefern.

**[0016]** In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung sendet das Verfolgungsgerät eine Meldung, die die gespeicherte Zeit, die Beacon-Kennung und die eindeutige Relaisgeräteerkennung enthält, zu einem externen Datenverarbeitungssystem. In noch einer anderen Ausgestaltung der Erfindung sendet das Verfolgungsgerät eine Meldung, die von einer externen Datenbank empfangene passagierbezogene Informationen enthält, zu einem externen Datenverarbeitungssystem. Dies hat den Vorteil, dass Ausgestaltungen der Erfindung mit externen Systemen kommunizieren können.

**[0017]** In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist eine Mehrzahl von Beacons jeweils mit einem Artikel assoziiert. Dies hat den Vorteil, dass mehrere Artikel durch Ausgestaltungen der Erfindung verfolgt werden können.

**[0018]** In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung beinhaltet die Charakteristik der empfangenen Relaisignale von jedem Relaisgerät eine Beacon-Kennung. Dies hat den Vorteil, dass ermittelt werden kann, von welchem Beacon ein bestimmtes Relaisignal stammt.

**[0019]** Eine Ausgestaltung der Erfindung umfasst ferner einen Aggregator zum Aggregieren von Relaisgerätemeldungen und zum Streamen der aggregierten Meldungen zum Verfolgungsgerät. Dies hat den Vorteil, dass Ausgestaltungen der Erfindung Relaisignale als Datenstrom bereitgestellt werden.

**[0020]** Eine Ausgestaltung der Erfindung umfasst ferner ein Verfolgungsgerät, das so konfiguriert ist, dass eine Ankunftszeit für den Artikel an einem bestimmten Relaisgerät mit einem bekannten Ort bestimmt wird, basierend auf dem Zeitpunkt, zu dem sich der Artikel innerhalb einer akzeptablen Distanz von dem jeweiligen Relaisgerät befindet. Dies hat den Vorteil, dass ermittelt werden kann, wann ein Artikel an einem bekannten Ort ankommt.

**[0021]** Eine Ausgestaltung der Erfindung umfasst ferner eine mobile Applikation zum Benachrichtigen eines Passagiers oder Benutzers, wenn der Artikel an einem bestimmten Relaisgerät mit einem bekannten Ort ankommt. In einer alternativen Ausgestaltung dient die mobile Applikation dazu, einem Benutzer die Reise des Artikels anzuzeigen. Dies hat den Vorteil, dass artikelbezogene Informationen einem Benutzer übermittelt werden.

**[0022]** Eine Ausgestaltung der Erfindung umfasst ferner eine mobile Applikation zum Senden der Beacon-Kennung und der Artikelkennung zum Verfolgungsgerät.

**[0023]** Es wird auch ein Artikelverfolgungsverfahren beschrieben, das Folgendes beinhaltet: Assoziieren eines Beacon mit einem Artikel, wobei das Beacon eine Mehrzahl von Kurzstreckenfunksignalen ausstrahlt, wobei jedes Kurzstreckenfunksignal eine Beacon-Kennung und eine Beacon-Übertragungsleistung beinhaltet, Erfassen der Kurzstreckenfunksignale an einer Mehrzahl von Relaisgeräten, Berechnen eines Received Signal Strength Indicator (RSSI) für jedes erfasste Kurzstreckenfunksignal, Umwandeln jedes Kurzstreckenfunksignals in ein Relaisignal an einer Mehrzahl von Relaisgeräten mit bekanntem Ort und Übertragen jedes der Relaisignale, die eine eindeutige Relaisgeräteerkennung und RSSI-Informationen beinhalten, Versehen jedes Relaisignals mit einem Zeitstempel, Empfangen einer Mehrzahl von Relaisignalen von den Relaisgeräten an einem Verfolgungsgerät, Vergleichen einer Charakteristik der empfangenen Relaisignale von jedem Relaisgerät, um zu bestimmen, welchem der Mehrzahl von Relaisgeräten das Beacon am nächsten ist, und Speichern des Zeitstempels, der Beacon-Kennung und der eindeutigen Relaisgeräteerkennung des bestimmten nächstgelegenen Relaisgerätes, und Wiederholen des obigen Schrittes, um so mehrere Orte des Artikels im Laufe der Zeit zu bestimmen.

**[0024]** In einer beschriebenen Variante des Verfahrens beinhaltet das Assoziieren des Beacon mit dem Artikel das Versehen des Artikels mit dem Beacon. Dies hat den Vorteil, dass sichergestellt wird, dass das Beacon in unmittelbarer Nähe zum Artikel bleibt.

**[0025]** In einer anderen Variante des beschriebenen Verfahrens erfolgt das Versehen jedes Relaisignals mit einem Zeitstempel, bevor das Verfolgungsgerät das Relaisignal empfängt. In einer alternativen Ausgestaltung versieht das Zeitstempelmittel jedes Relaisignal mit einem Zeitstempel, nachdem das Verfolgungsgerät das Relaisignal empfangen hat. Dies hat den Vorteil, dass Ausgestaltungen der Erfindung ermitteln können, wann ein bestimmtes Relaisignal empfangen wurde.

**[0026]** In einer anderen Variante des beschriebenen Verfahrens beruht der Vergleich der Charakteristik der empfangenen Relaisignale von jedem Relaisgerät auf einem berechneten RSSI. In einer alternativen Ausgestaltung beruht der Vergleich der Charakteristik der empfangenen Relaisignale von jedem Relaisgerät auf einem berechneten RSSI und einer Beacon-Übertragungsleistung. In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung beruht das Bestimmen, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten ein Beacon am nächsten ist, auf einem Vergleich eines durchschnittlichen berechneten RSSI für eine Mehrzahl von Relaisignalen, die mit den jeweiligen Relaisgeräten assoziiert sind. In einer alternativen Variante des beschriebenen Verfahrens beruht das Bestimmen, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten das Beacon am nächsten ist, auf einem durchschnittlichen Verhältnis zwischen berechnetem RSSI und Beacon-Übertragungsleistung für eine Mehrzahl von Relaisignalen, die mit jedem Relaisgerät assoziiert sind. Diese Varianten haben den Vorteil, dass sie eine Schätzung der relativen Nähe eines Beacon zu den jeweiligen Relaisgeräten liefern.

**[0027]** In einer anderen Variante des beschriebenen Verfahrens beruht der Vergleich der Charakteristik der empfangenen Relaisignale von jedem Relaisgerät auf einer berechneten durchschnittlichen Distanz zwischen dem Beacon und den jeweiligen Relaisgeräten. In einer anderen beschriebenen Variante des Verfahrens beruht das Berechnen der durchschnittlichen Distanz zwischen dem Beacon und den jeweiligen Relaisgeräten auf dem berechneten RSSI und einem inversen Quadratgesetz für eine Mehrzahl von Relaisignalen, die mit

den jeweiligen Relaisgeräten assoziiert sind. In einer alternativen Variante des beschriebenen Verfahrens beruht das Berechnen der durchschnittlichen Distanz zwischen dem Beacon und jedem der Relaisgeräten auf einer bekannten Potenzfunktion des durchschnittlichen Verhältnisses zwischen berechnetem RSSI und Beacon-Übertragungsleistung der Relaisgeräten für eine Mehrzahl von Relaisgeräten, die mit den jeweiligen Relaisgeräten assoziiert sind. In einer anderen Variante des beschriebenen Verfahrens beruht das Bestimmen, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten das Beacon am nächsten ist, auf einer durchschnittlichen berechneten Distanz zwischen dem Beacon und den jeweiligen Relaisgeräten. Diese Varianten haben den Vorteil, dass sie eine berechnete Schätzung der Distanz zwischen einem Beacon und jedem Relaisgerät liefern.

**[0028]** In einer anderen Variante des beschriebenen Verfahrens sendet das Verfolgungsgerät eine Meldung, die die gespeicherte Zeit, die Beacon-Kennung und die eindeutige Relaisgeräteerkennung beinhaltet, zu einem externen Datenverarbeitungssystem. In noch einer anderen Variante des beschriebenen Verfahrens sendet das Verfolgungsgerät eine Meldung, die von einer externen Datenbank empfangene passagierbezogene Informationen enthält, zu einem externen Datenverarbeitungssystem. Dies hat den Vorteil, dass Ausgestaltungen der Erfindung mit externen Systemen kommunizieren können.

**[0029]** Eine Variante des beschriebenen Verfahrens umfasst ferner das Assoziieren jedes aus einer Mehrzahl von Beacon mit einem Artikel. Dies hat den Vorteil, dass mehrere Artikel durch Ausgestaltungen der Erfindung verfolgt werden können.

**[0030]** In einer anderen Variante des beschriebenen Verfahrens beruht der Vergleich der Charakteristik der empfangenen Relaisgeräten von jedem Relaisgerät auf einer Beacon-Kennung. Dies hat den Vorteil, dass ermittelt werden kann, von welchem Beacon ein bestimmtes Relaisgeräten stammt.

**[0031]** Eine Variante des beschriebenen Verfahrens umfasst ferner das Aggregieren von Relaisgerätenmeldungen und das Streamen der aggregierten Meldungen zum Verfolgungsgerät. Dies hat den Vorteil, dass Relaisgeräten den als Datenstrom bereitgestellt werden.

**[0032]** Eine Variante des beschriebenen Verfahrens beinhaltet ferner das Bestimmen einer Ankunftszeit für den Artikel an einem bestimmten Relaisgerät mit einem bekannten Ort, basierend auf dem Zeitpunkt, zu dem sich der Artikel innerhalb einer akzeptablen Distanz von dem jeweiligen Relaisgerät befindet. Dies hat den Vorteil, dass ermittelt werden kann, wann ein Artikel an einem bekannten Ort ankommt.

**[0033]** Eine Variante des beschriebenen Verfahrens beinhaltet ferner das Benachrichtigen eines Passagiers oder Benutzers mit einer mobilen Applikation, wenn der Artikel bei einem bestimmten Relaisgerät mit einem bekannten Ort ankommt. In einer alternativen Variante dient die mobile Applikation dazu, einem Benutzer die Reise des Artikels anzuzeigen. Dies hat den Vorteil, dass artikelbezogene Informationen einem Benutzer übermittelt werden.

**[0034]** Eine Variante des beschriebenen Verfahrens beinhaltet ferner das Senden der Beacon-Kennung und der Artikelkennung zum Verfolgungsgerät mit einer mobilen Applikation.

#### Figurenliste

**[0035]** Ausgestaltungen der Erfindung werden nun, jedoch nur beispielhaft, mit Bezug auf die Begleitzeichnungen beschrieben. Dabei zeigt:

**Fig. 1** ein schematisches Blockdiagramm eines die Erfindung ausgestaltenden Artikelverfolgungssystems;

**Fig. 2** ein schematisches Diagramm eines Beispiels für eine Gepäckstückreise innerhalb des Systems von **Fig. 1**;

**Fig. 3** ein Beispiel dafür, wie ein Gepäckartikel verfolgt werden kann;

**Fig. 4** ein alternatives Beispiel dafür, wie ein Gepäckartikel verfolgt werden kann;

**Fig. 5** ein Flussdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zum Verfolgen eines Gepäckartikels; und

**Fig. 6** eine beispielhafte verfolgte Route eines Gepäckartikels durch einen Flughafen.

**[0036]** Die im Folgenden beschriebenen Ausgestaltungen der Erfindung beziehen sich auf Gepäckverfolgung innerhalb der Luftfahrt- und anderer Transportindustrien. Die Erfindung betrifft jedoch allgemein die Verfolgung

eines Artikels an einem beliebigen großen Ort einschließlich, aber ohne Begrenzung, Einkaufszentren, Sportstadien, Gewerberäume, akademischer Einrichtungen und Aufführungsorte.

**[0037]** Derzeit werden Gepäckstücke in der Luftfahrtindustrie mit 1D-Laser-Barcode-Scannern und Baggage Information Messages (Gepäckinformationsmeldungen) verfolgt, die zwischen Abflugkontrollsystemen und automatisierten Gepäckabfertigungssystemen gesendet werden. Die Baggage Information Messages werden von den Abflug- und Gepäckabfertigungssystemen des Flughafens gesendet, empfangen und verarbeitet, um automatisierte Gepäcksortierung, Abgleich von Passagieren und Gepäck und andere Gepäckdienstleistungen zu erzielen.

**[0038]** In den Baggage Information Messages enthaltene Gepäckinformationen werden mit einer eindeutigen 10-stelligen Gepäcketikett Nummer verknüpft, die als Licence Plate Number (LPN) definiert ist. Diese 10-stellige LPN ist eine eindeutige Referenz für einen bestimmten Gepäckartikel und wird beim Einchecken ausgegeben. Die Flughafensysteme empfangen diese 10-stellige LPN in einer Gepäckmeldung und speichern die LPN als Referenz für die Kommunikation mit anderen Flughafensystemen.

**[0039]** Es gibt verschiedene Arten von Gepäckinformationsmeldungen, darunter Baggage Source Messages (BSMs) und Baggage Processed Messages (BPMs).

**[0040]** Die BSM liefern Informationen für die Gepäckverarbeitung durch automatisierte Gepäcksysteme. Die von einem Abflugkontrollsystem einer Fluggesellschaft generierte BSM wird generiert, wenn ein Passagier ein Gepäckstück für eine Reise eincheckt, wenn ein Gepäckstück auf einen anderen Flug umgeladen werden muss und wenn ein Gepäckstück falsch gehandhabt wurde.

**[0041]** Ein Beispiel für eine BSM im Teletype-Format ist unten dargestellt. Die in der BSM enthaltenen Daten können von Gepäckabfertigungssystemen oder anderen Systemen zur Speicherung von Passagierinformationen bezogen werden.

MESSAGE CODE LINE	MELDUNGSZEILEN-BESCHREIBUNG
BSM<=	Standardmeldungskennung
.V/ILZRH<=	Version 1; Lokales Gepäck am Flughafen Zürich (ZRH)
.F/SR101/18APR/JFK/F<=	Outbound Carrier und Flug; Datum; Ziel; Klasse
.N/0085123456003<=	LPN - IATA Airline Code; Gepäckstücknummer (unterstrichen); Nummer von fortlaufenden Etiketten
ENDBSM<=	Meldungsende-Kennung

**[0042]** In dem obigen Beispiel definiert die zweite Zeile, die mit .V beginnt, den aktuellen Ort des Gepäckstücks, Zürich, und zeigt an, dass das Gepäckstück von dort stammt.

**[0043]** Die dritte Zeile, die mit .F beginnt, definiert den Reiseverlauf. In diesem Fall wurde am 18. April ein Gepäckartikel auf Swiss Air Flug SR101 zum JFK International Airport aufgegeben, der einem First-Class-Passagier gehört. Die Daten des Reiseverlaufs sind in den BSMs für das Ursprungsgepäck, wie im obigen Beispiel, und das Transfergepäck obligatorisch. Sie sind für Gepäckstücke, die ihren Endpunkt erreicht haben, nicht enthalten.

**[0044]** In der vierten Zeile gibt .N die Gepäck-LPN und die Anzahl der eingetragenen Gepäckartikel desselben Reisenden an. Die erste Ziffer ist eine Führungsziffer, die von einzelnen Fluggesellschaften zur Unterstützung der Gepäckerkennung benutzt werden kann. Die 2. bis 4. Ziffer (085) definieren einen dreistelligen IATA-Airline-Code. So bedeutet beispielsweise 006 Delta Airlines und 085, das Beispiel hier, steht für Swiss Air. Die 5. bis 10. Ziffer (oben unterstrichen) definieren eine 6-stellige Gepäcknummer, die dem Gepäck beim Check-in zugeordnet wird. Die letzten 3 Ziffern zeigen an, dass 3 Gepäckartikel vom Passagier eingetragten wurden. Somit sind mit diesem Passagier 3 LPNs assoziiert:

LPN#1 = 0085123456

LPN#2 = 0085123457

LPN#3 = 0085123458.

**[0045]** Die 6-stelligen Gepäcknummern werden in sequentieller Reihenfolge generiert. Um zu verhindern, dass unterschiedlichen Gepäckartikeln dieselbe LPN zugeordnet wird, wird die Eindeutigkeit jeder LPN sichergestellt, indem die Gepäcknummer mit dem 3-stelligen IATA-Airline-Code und einer anpassbaren Führungsziffer kombiniert wird.

**[0046]** BSMs werden gesendet, wenn ein Gepäckartikel unerwartet einen Anschluss verpasst hat, oder umgekehrt, wenn ein Passagier nicht an Bord eines Flugzeugs gegangen ist, so dass ein Gepäckartikel folglich nicht reisen darf.

**[0047]** BPMs werden gesendet, um zu übermitteln, wenn ein Gepäckartikel von einem Gepäckabfertigungssystem verarbeitet wurde. Es gibt zwei Varianten von BPMs: Sortier- und Abgleichsmeldungen. Wie zuvor bei BSMs, können die in einer BPM enthaltenen Daten aus Gepäckabfertigungssystemen oder anderen Systemen zur Speicherung von Passagierinformationen bezogen werden.

**[0048]** BPM-Sortiermeldungen werden in verschiedenen Phasen der Gepäckreise gesendet und ermöglichen es den Gepäcksortiersystemen festzustellen, ob ein Gepäckartikel korrekt sortiert wurde. Die Sortiermeldungen beinhalten auch Screening-Meldungen. Gepäck-Screening-Systeme werden von Transport Security Agents (TSAs) zur Gepäckkontrolle eingesetzt, und es wird eine BPM generiert, wenn das Gepäck freigegeben wird.

**[0049]** BPM-Abgleichsmeldungen sind Bestätigungsmeldungen, die gesendet werden, wenn ein Gepäckartikel einen Teil der Gepäckreise erfolgreich abgeschlossen hat. So kann beispielsweise eine BPM-Abgleichsmeldung gesendet werden, wenn ein Gepäckstück korrekt in ein Flugzeug geladen oder daraus ausgeladen wird.

**[0050]** Wie oben beschrieben, wird eine LPN beim Check-in mit einem Gepäckartikel assoziiert. Anstatt die LPN jedoch mit einem Barcode-Papiergepäcketikett zu assoziieren, assoziiert ein die vorliegende Erfindung ausgestaltendes System die LPN mit einem Gepäcketikett-Beacon, das ein Datenpaket mit einer Beacon-Kennung sendet. In einer Ausgestaltung wird während des Check-in-Prozesses eine Assoziation zwischen LPN und Beacon-Kennung gespeichert und zum Orten des Gepäckartikels verwendet. Alternativ kann die LPN in dem Datenpaket mit der Beacon-Kennung aufgenommen werden, zur Verwendung bei der Ortung des Gepäckartikels.

**[0051]** Wie in **Fig. 1** gezeigt, beinhaltet eine Ausgestaltung der Erfindung Folgendes: ein mit einem Gepäckartikel **102** assoziiertes Gepäckstücketikett **101**, um einen verfolgten Artikel **103** zu bilden, eine Relaisbrücke **104**, einen Verfolgungsdienst **105** und eine Datenbank **106**. Unter einem Beacon versteht man ein Gerät, das eine Kennung zu anderen nahegelegenen Geräten übermittelt.

**[0052]** Das Gepäcketikett-Beacon **101** sendet ein Datenpaket **110** per Kurzstreckenfunkübertragung aus. Jedes Datenpaket **110** enthält eine Beacon-Kennung, die mit einem Gepäckartikel assoziiert ist, und einen Beacon-Übertragungsleistungsindikator. Die Beacons werden so ausgewählt und kalibriert, dass sichergestellt wird, dass die Übertragungsleistung in einem bestimmten Bereich, z.B. 1 Meter, bei einer gegebenen Batteriestärke konstant ist.

**[0053]** In bevorzugten Ausgestaltungen entspricht die Kurzstreckenfunkübertragung dem Bluetooth Low Energy (BLE) Protokoll.

**[0054]** Die Anzahl der vom Beacon ausgesendeten Datenpakete **110** kann je nach Betriebsart des Beacon variieren. In einigen Ausgestaltungen kann die Anzahl der gesendeten Beacon-Datenpakete zwischen 10 pro Sekunde und einem alle 3 Sekunden liegen.

**[0055]** Die Relaisbrücke **104** wandelt jedes erfasste Beacon-Datenpaket **110** in ein Relaisdatenpaket **111** um. Da die Beacon-Datenpakete **110** energiearme Kommunikationen sind, haben sie eine relativ kurze Kommunikationsreichweite. Durch Umwandeln eines Beacon-Datenpakets **110** zur Kommunikation über eine größere Reichweite können Verfolgungsdaten zuverlässig vom Verfolgungsdienst **105** an einem entfernten Ort empfangen werden. In einer Ausgestaltung wird das Beacon-Datenpaket **110** von einem Bluetooth-Signal in ein WiFi-Signal umgewandelt und über ein WiFi-Netzwerk **107** zum Verfolgungsdienst **105** übermittelt. Die Relaisbrücke **104** fungiert somit als WiFi-Brücke zwischen dem empfangenen Kurzwellenfunk-Beacon-Datenpaket **110** und dem WiFi-Relaisdatenpaket **111**.

**[0056]** Eine eindeutige Relaisbrückenkenung ist im Relaisdatenpaket **111** enthalten. Die Relaisbrückenkenung kennzeichnet den genauen Ort des Relaisgeräts innerhalb der Flughafenanlage. Die genauen Ortskoordinaten der Relaisbrücke **104** können mit Hilfe einer GPS-Ortung während der Installation der Brücke festgesetzt werden. Wenn jedoch kein GPS-Signal verfügbar ist, können die Ortskoordinaten oder eine Beschreibung des Ortes während der Installation der Relaisbrücke **104** manuell eingegeben oder alternativ in eine Ausnahmetabelle aufgenommen werden, die in der Datenbank gespeichert und bei der Analyse referenziert werden kann. Der bekannte Ort der Relaisbrücke **104** kann einem wichtigen Wegpunkt auf der Reise eines Gepäckartikels durch eine Flughafenanlage entsprechen.

**[0057]** Das Relaisdatenpaket **111** beinhaltet auch einen Received Signal Strength Indicator (RSSI) für die berechnete Stärke des Datenpakets beim Empfang durch die Relaisbrücke. Das Einbeziehen des RSSI in das Relaisdatenpaket **111** ermöglicht es dem Verfolgungsdienst **105**, die Entfernung zwischen einem Beacon **101** und einer Relaisbrücke **104** zu bestimmen, wie im Folgenden ausführlicher beschrieben wird.

**[0058]** In einer Ausgestaltung ist der Verfolgungsdienst **105** Cloud-basiert und der Zugriff erfolgt über ein Netzwerk **107**. Der Verfolgungsdienst **105** empfängt das Relaisdatenpaket **111**, versieht die Daten mit einem Zeitstempel und speichert die Daten in einer Verfolgungsdatenbank **106**.

**[0059]** Wie oben angegeben, speichert der Verfolgungsdienst **105** in einer Ausgestaltung auch die Assoziation zwischen der Beacon-Kennung und der beim Check-In zugewiesenen LPN. Der Verfolgungsdienst kann Passagier- und Ortsinformationen von der bekannten Beacon- und Relaisbrückenkenung anhand einer Nachschlagtabelle ableiten, die entweder im Verfolgungsdienst **105** oder in der Verfolgungsdatenbank **106** gespeichert ist. Diese Informationen können zum Bestimmen des Ortes des Gepäckartikels analysiert werden, wie im Folgenden näher beschrieben wird.

**[0060]** Gemäß einer Ausgestaltung kann der Verfolgungsdienst **105** empfangene Ortsdaten zu JSON-Nutzlasten zusammenführen. In einer alternativen Ausgestaltung kann das System auch Access Points und Websockets, auch bekannt als Aggregatoren, beinhalten, die die Aufgabe haben, die Daten zu JSON-Nutzlasten zusammenzuführen. Dadurch können Gepäcketikettenautomaten dem Verfolgungsdienst **105** Datenverarbeitungsdienste bereitstellen. Die verarbeiteten Daten werden dann zur Speicherung und Analyse vom Websocket zum Verfolgungsdienst **105** gestreamt.

**[0061]** Somit erkennt ein Verfolgungsdienst **105**, wenn ein bestimmtes Beacon **101**, das mit einem Gepäckartikel **102** assoziiert ist, von einer bestimmten Relaisbrücke **104** mit einem bekannten Ort erfasst wird.

**[0062]** Die genaue Verfolgung eines Gepäckartikels über eine gesamte Gepäckreise erfordert jedoch mehrere Relaisbrücken, die in verschiedenen Phasen der Reise positioniert sind. Wie bereits erörtert, ist der Einsatz von RFID-Scannern über eine gesamte Gepäckreise sehr teuer, da jeder RFID-Scanner Tausende Dollar kostet. Die Kosten der jeweiligen Relaisbrücken liegen jedoch in der Größenordnung von ein paar Dutzend Dollar pro Stück. Ausgestaltungen der Erfindung haben daher den Vorteil, dass eine große Zahl von Relaisbrücken im Verlauf der Phasen einer Reise eines Artikels zu deutlich reduzierten Kosten im Vergleich zu bekannten Systemen positioniert werden kann. Darüber hinaus hat die Positionierung vieler Relaisbrücken im Verlauf einer Reise den Vorteil, dass Ausgestaltungen der Erfindung im Vergleich zu bekannten Systemen ausführlichere und genauere Informationen zur Artikelverfolgung liefern können.

**[0063]** Ausgestaltungen der Erfindung unter Verwendung mehrerer Relaisbrücken werden nun mit Bezug auf die **Fig. 2** bis **Fig. 4** der Begleitzeichnungen beschrieben.

**[0064]** **Fig. 2** zeigt verschiedene Orte der Flughafeninfrastruktur, die die Orte von Interesse während einer Gepäckreise definieren. Zu den gezeigten Orten von Interesse gehören ein Check-in-Schalter **211**, eine Abgabestelle für aufgegebenes Gepäck **212**, eine Gepäckabfertigungsstelle **215** und Gepäckaufbewahrungsorte **216**, **217**. Mit einem Gepäcketikett-Beacon **201** assoziiertes Gepäck kann an einem herkömmlichen Check-in-Schalter **211** eingecheckt oder zu einer Abgabestelle **212** gebracht werden, wenn es vor der Ankunft am Flughafen eingecheckt wurde. Der Check-in-Schalter **211** und die Gepäckabgabestelle **212** sind über einen Förderbandpfad **213** mit einer Gepäckabfertigungsstelle **215** verbunden. Nach dem Einchecken laufen das Gepäck und das Gepäcketikett-Beacon auf einem festgelegten Pfad **214** entlang des Förderbandes zur Gepäckabfertigungsstelle **215**. An der Gepäckabfertigungsstelle **215** kann das Gepäck weiterverarbeitet und zu Aufbewahrungsorten **216**, **217** geschickt werden, um dort auf die Verladung auf den richtigen Flug zu warten. Zu jedem beliebigen Zeitpunkt befindet sich eine Mehrzahl von Gepäckartikeln im System, wobei jeder Artikel mit einem Beacon versehen ist und jedes Beacon eine eindeutige Kennung wie oben beschrieben aufweist.



**[0065]** Relaisbrücken **221** bis **227** können in der Nähe der Orte von Interesse der Infrastruktur und in Abständen entlang der Gepäckreise platziert werden. Die Relaisbrücken richten eine Reihe von Wegpunkten ein, die das Gepäcketikett-Beacon **201** auf seinem Weg zur Verladung in ein Flugzeug passiert. In einer anderen Ausgestaltung befinden sich Relaisbrücken auch außerhalb des Flughafenterminals, so dass die gesamte Gepäckreise verfolgt werden kann, einschließlich des Zeitraums vor dem Betreten und nach dem Verlassen eines Flughafenterminals.

**[0066]** Jede Relaisbrücke erfasst ein Beacon-Datenpaket, wenn sich die Relaisbrücke innerhalb des effektiven Beacon-Kommunikationsbereichs befindet. Jedes erfasste Datenpaket wird auf die oben beschriebene Weise zum Verfolgungsdienst übermittelt. Ein einzelnes Beacon-Datenpaket kann daher an mehreren Orten gleichzeitig erfasst werden. In einigen Ausgestaltungen liegt der maximale effektive Beacon-Kommunikationsbereich zwischen 30 m und 50 m. In anderen Ausgestaltungen liegt der maximale effektive Beacon-Kommunikationsbereich bei bis zu 150 m.

**[0067]** Der Verfolgungsdienst **105** sammelt und speichert Artikelverfolgungsdaten für jede Relaisbrücke **221** bis **227** während eines festgelegten Datensammelzeitintervalls. Am Ende dieses Datensammelzeitintervalls verarbeitet ein Ortsalgorithmus die aggregierten Verfolgungsdaten, um zu beurteilen, welcher Relaisbrücke das Beacon **201** am nächsten ist.

### GEPÄCKVERFOLGUNGSALGORITHMUS

**[0068]** Ein Ortsalgorithmus verfolgt den Ort des Gepäckartikels anhand des Received Signal Strength Indicator (RSSI), der in jedem Relaisdatenpaket **111** enthalten ist, das während eines Datensammelzeitintervalls empfangen wird.

**[0069]** In einer Ausgestaltung vergleicht der Algorithmus direkt einen Durchschnitt des RSSI für jede der Relaisbrücken, die das Beacon-Datenpaket erfassen. Da die erfasste Intensität oder Leistung des Beacon-Datenpakets ein inverses Quadratgesetz befolgt, beinhaltet die Ermittlung, welche Relaisbrücke den stärksten RSSI aufzeichnet, auch die Ermittlung, welche Relaisbrücke dem Gepäckartikel am nächsten ist.

**[0070]** Mit Bezug auf **Fig. 3**, die Relaisbrücken **323** und **324** erfassen beide ein Datenpaket, das von dem nahegelegenen Beacon **301** gesendet wird. Der Verfolgungsdienst (nicht gezeigt) kann durch direkten Vergleich der durchschnittlichen erfassten Beacon-Leistung für die Relaisbrücken **323** und **324** ermitteln, welcher der beiden Werte  $r_1$  und  $r_2$  der kleinste ist. Im freien Raum ist die Leistung eines sich ausbreitenden elektromagnetischen Signals umgekehrt proportional zum Quadrat der Distanz, die das Signal zurückgelegt hat. Daher entspricht eine höhere durchschnittliche erfasste Beacon-Leistung, die von einer bestimmten Relaisbrücke gemessen wird, einer kleineren Distanz zwischen dem Beacon **301** und dieser Relaisbrücke. In **Fig. 3** zeichnet die Relaisbrücke **323** eine höhere erfasste Beacon-Leistung auf als die Relaisbrücke **324**. Der Verfolgungsdienst kann daher feststellen, dass der Gepäckartikelstück näher an der Brücke **323** ist. Wenn der verfolgte Gepäckartikel einem festgelegten Pfad **214** folgt, kann der Ort des Gepäckartikels bis auf die Hälfte der Entfernung der beiden nächstgelegenen Relaisbrücken festgestellt werden.

**[0071]** Alternativ kann der Algorithmus den Ort des Gepäckartikels verfolgen, indem er eine ungefähre Distanz zwischen dem Beacon und jeder Relaisbrücke berechnet. Wie in **Fig. 4** gezeigt, erfassen die Relaisbrücken **421**, **422**, **423** und **424** alle ein Datenpaket, das von einem Beacon **401** ausgesendet wird. Ein Verfolgungsdienst (nicht dargestellt) speichert Verfolgungsdaten für jede der Relaisbrücken **421**, **422**, **423** und **424**.

**[0072]** Wie oben beschrieben, ist im Beacon-Datenpaket **110** ein Beacon-Übertragungsleistungsindikator enthalten. Eine Relaisbrücke **423** berechnet und beinhaltet einen RSSI im Relaisdatenpaket **111**. Der Verfolgungsdienst kann einen Algorithmus verwenden, um die Entfernung zwischen Beacon **401** und Relaisbrücke **423** anhand der Beacon-Übertragungsleistung und des RSSI zu berechnen, wie im Folgenden ausführlicher beschrieben wird.

**[0073]** Der Algorithmus ist in der Lage festzustellen, zu welchem Zeitpunkt der mit dem Beacon **401** assoziierte Gepäckartikel an einer bestimmten Relaisbrücke ankommt, die mit einem Ort von Interesse auf der Gepäckreise assoziiert ist. Die Analyse von Daten von einer einzelnen Relaisbrücke über einen längeren Zeitraum kann beispielsweise zeigen, dass die berechnete Entfernungsdistanz ein Minimum erreicht. Der mit der minimalen Entfernungsdistanz assoziierte Zeitstempel kann als der Zeitpunkt genommen werden, zu dem das Gepäck den Relaispunkt passiert hat, oder, mit anderen Worten, an einem Ort von Interesse auf der Gepäckreise ankommt. Alternativ kann der Algorithmus bestimmen, dass der Gepäckartikel an einem Ort von Inter-

esse ankommt, wenn die berechnete Entfernung zwischen dem Beacon und der mit dem Ort von Interesse assoziierten Relaisbrücke unter einen akzeptablen Schwellenwert fällt.

**[0074]** In einer alternativen Ausgestaltung kann der Ortsalgorithmus eine Kombination der obigen Ansätze anwenden.

**[0075]** In einer spezifischen Ausgestaltung wird ein bekannter Datensatz zum Ableiten einer Distanz von dem Beacon zur Relaisbrücke verwendet. Ein beispielhafter Algorithmus zur Berechnung der vorhergesagten Distanz ist unten dargestellt.

```
if (rssi == 0) {
    return -1.0; // if we cannot determine accuracy, return -1.
}
double ratio = rssi * 1.0 / txPower;
if (ratio < 1.0) {
    return Math.pow(ratio, 10);
} else {
    double accuracy = (0.89976) * Math.pow(ratio, 7.7095) + 0.111; //
    // original from android library
    // double accuracy = (0.79976) * Math.pow(ratio, 5.3095) + 0.111;
    return accuracy;
}
```

**[0076]** Der obige Algorithmus nutzt eine mathematische Gleichung zum Berechnen einer vorhergesagten Distanz, auch bekannt als Genauigkeitsgrad, zwischen einer Relaisbrücke und einem Beacon anhand des Received Signal Strength Indicator (RSSI) und einer bekannten Tabelle von Distanz/RSSI-Werten für ein bestimmtes Gerät. Im obigen Algorithmus lautet die verwendete Gleichung:

$$d = A \left( \frac{r}{t} \right)^B + C$$

wobei d die Distanz in Metern ist, r der von der Relaisbrücke gemessene RSSI ist und t die Referenzübertragungsleistung ist, die 1 Meter von dem Beacon entfernt gemessen wird. A, B und C sind Konstanten, die je nach Gerät variieren. Im obigen Beispielalgorithmus ist ein Satz von konstanten Werte A, B und C jeweils 0,89976, 7,7095 und 0,111. Ein alternativer Satz von konstanten Werten A, B und C ist jeweils 0,79976, 5,3095 und 0,111.

**[0077]** Die Konstanten A und B der obigen Gleichung werden durch Berechnen der Leistungsfunktion bestimmt, die am besten zu einem Satz von Distanz/RSSI-Werten passt. Geeignete Verfahren können eine Berechnung der Least-Squares-Anpassung beinhalten.

**[0078]** Die Konstante C wird durch Kalibrieren der berechneten Distanz 1 m von der Relaisbrücke bestimmt.

**[0079]** In einer Ausgestaltung wird die bekannte Tabelle der Distanz/RSSI-Werte unter Verwendung von 20 RSSI-Messungen erstellt, die in den folgenden Distanzen in Metern durchgeführt werden: 0,25, 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30 und 40.

**[0080]** Die folgende Tabelle 1 zeigt einen Beispieldatensatz, bei dem der Referenz-RSSI bei einem Meter, t, -51 dBm beträgt. Beim Durchführen einer Berechnung der Least-Squares-Anpassung an den Daten von Tabelle 1 hat die Konstante A einen Wert von 1,203420305 und die Konstante B einen Wert von 6,170094565.

TABELLE 1

Distanz (m)	RSSI (dBm)	Verhältnis, r/t
0,25	-41	0,8039215686
0,5	-43	0,8431372549
1	-49	0,9607843137

Distanz (m)	RSSI (dBm)	Verhältnis, r/t
2	-65	1,274509804
3	-58	1,137254902
4	-57	1,117647059
5	-67	1,31372549
6	-67	1,31372549
7	-77	1,509803922
8	-70	1,37254902
9	-69	1,352941176
10	-75	1,470588235
12	-72	1,411764706
14	-72	1,411764706
16	-78	1,529411765
18	-83	1,62745098
20	-81	1,588235294
25	-81	1,588235294
30	-75	1,470588235
40	-83	1,62745098

**[0081]** Die Konstante C wird bestimmt, indem die Konstanten A und B verwendet werden, um die vorhergesagten Distanzen für jeden Distanz/RSSI-Wert zu berechnen, und die Ergebnisse auf 1 m kalibriert werden. Wie in der folgenden Tabelle 2 dargestellt, hat die Konstante C in diesem spezifischen Beispiel einen Wert von 0,0598050590499.

TABELLE 2

Distanz (m)	RSSI (dBm)	Verhältnis (r/t)	Vorhergesagte Distanz (m)	Kalibrierte vorhergesagte Distanz (m)
0,25	-41	0,8039215686	0,3130233831	0,3728292881
0,5	-43	0,8431372549	0,419954957	0,479760862
1	-49	0,9607843137	0,940194095	1
2	-65	1,274509804	5,375201146	5,435007051
3	-58	1,137254902	2,661125465	2,72093137
4	-57	1,117647059	2,390351541	2,450157446
5	-67	1,31372549	6,480404091	6,540209996
6	-67	1,31372549	6,480404091	6,540209996
7	-77	1,509803922	15,28882263	15,34862854
8	-70	1,37254902	8,491360137	8,551166042
9	-69	1,352941176	7,76999345	7,829799355
10	-75	1,470588235	12,99730117	13,05710707
12	-72	1,411764706	10,10334106	10,16314696
14	-72	1,411764706	10,10334106	10,16314696
16	-78	1,529411765	16,5558124	16,6156183
18	-83	1,62745098	24,29076428	24,35057019

Distanz (m)	RSSI (dBm)	Verhältnis (r/t)	Vorhergesagte Distanz (m)	Kalibrierte vorhergesagte Distanz (m)
20	-81	1,588235294	20,89685429	20,95666019
25	-81	1,588235294	20,89685429	20,95666019
30	-75	1,470588235	12,99730117	13,05710707
40	-83	1,62745098	24,29076428	24,35057019

**[0082]** Wie aus der letzten Spalte von Tabelle 2 ersichtlich ist, ist in dieser alternativen Ausgestaltung die berechnete vorhergesagte Distanz nicht sehr genau, hat aber den Vorteil, dass effektiv festgestellt werden kann, welcher Relaisbrücke ein bestimmtes Beacon am nächsten ist.

**[0083]** Eine spezifische Ausgestaltung im Hinblick auf die Ausführung und Speicherung der vorhergesagten Distanzberechnungen wird im Folgenden unter Bezugnahme auf **Fig. 5** näher beschrieben.

**[0084]** In einem ersten Schritt **501** wird/werden ein Sammelintervall- und/oder ein Zurückhaltezeit-Timer eingestellt. Das Sammelintervall ist als die Zeitspanne für das Cachen von Ereignissen definiert, bevor die nächstgelegene Relaisbrücke berechnet wird. Das Sammelintervall kann in einigen Ausgestaltungen **10** Sekunden betragen. Die Zurückhaltezeit ist als die Zeitspanne für das Zurückhalten des Schreibens eines Relaisbrücken-spezifischen Präsenzereignisses in die Verfolgungsdatenbank definiert.

**[0085]** Während des Sammelintervalls werden in Schritt **502** Datenpakete von verschiedenen Abtastpunkten empfangen. Der Verfolgungsdienst berechnet eine vorhergesagte Distanz, auch bekannt als Genauigkeitsgrad, basierend auf dem RSSI, der in jedem in Schritt **503** empfangenen Relaisbrücken-Datenpaket **111** enthalten ist. Das berechnete Ergebnis wird zu einem AccuracyEvent-Objekt gebündelt und in einem Objekt namens AccuracyEventByScanpoint gespeichert, das eine Sammelintervall-Arraykarte für eine(n) bestimmte(n) Relaisbrücke oder Abtastpunkt verwaltet. Mit anderen Worten, alle erfassten Genauigkeitereignisse für eine (n) bestimmte (n) Abtastpunkt oder Relaisbrücke werden in Schritt **504** als sein/ihr eigener verwalteter Container namens AccuracyEventByScanpoint dargestellt.

**[0086]** Verfolgungsdaten werden in AccuracyEventByScanpoint während der gesamten Sammelintervallzeit gespeichert. Wenn der Sammelintervall-Timer in Schritt **505** auslöst, fordert er ein AccuracyInterval-Objekt auf, das letzte Intervall zu berechnen, indem jeder AccuracyEventByScanpoint-Container aufgerufen wird, um die vorhergesagte Distanz für diesen Abtastpunkt über das Intervall zu berechnen, basierend auf den vorhergesagten Distanzen, die in den akkumulierten AccuracyEvents während der Sammelperiode gespeichert werden. Der AccuracyEventByScanpoint iteriert durch die Liste von Ereignissen und bestimmt, welche Indizes in der Liste den niedrigsten und den höchsten Distanzwert darstellen. Der AccuracyEventByScanpoint iteriert dann erneut durch die Liste und addiert die Distanzmessungen miteinander. Wenn die Anzahl der Ereignisse größer als **10** ist, filtert er die höchsten und niedrigsten **10 %** der vorhergesagten Distanzwerte aus. In Schritt **506** wird die Gesamtdistanzzahl durch die Anzahl der Ereignisse dividiert, um die mittlere Distanz zwischen einem erfassten Beacon und dieser Relaisbrücke zu erhalten.

**[0087]** In Schritt **507** berechnet AccuracyInterval den nächstgelegenen Abtastpunkt aus der Liste von Distanzen, die von allen beteiligten AccuracyEventByScanpoint-Containern zurückgesendet werden, und sendet ein Ereignis zurück, das den nächstgelegenen Abtastpunkt beinhaltet. An diesem Punkt wird der AccuracyInterval-Container, und damit alle AccuracyEventByScanpoint-Container, in Schritt **508** gelöscht.

**[0088]** Eine Liste mit der Bezeichnung ScanpointsDetectedSinceLastWithholdTime wird in Schritt **509** überprüft. Diese Liste enthält die Abtastpunkte, die irgendwann im Zurückhaltezeitraum als am nächsten zum Beacon gekennzeichnet wurden, so dass ein Ereignis in die Datenbank geschrieben wurde, die die Verfolgungsdaten im Relaisbrücken-Datenpaket enthält. Wenn der Abtastpunkt in der Liste enthalten ist, wird das Ereignis in Schritt **510a** verworfen. Wenn nicht, wird in Schritt **510b** ein Ereignis in die Datenbank geschrieben und der Abtastpunkt der Liste hinzugefügt.

**[0089]** Sowohl der Sammelintervall- als auch der Zurückhaltezeit-Timer werden nun dahingehend überprüft, ob sie laufen. Wenn nicht, werden sie in Schritt **511** gestartet. Wenn der Zurückhalte-Timer auslöst, löscht er die ScanpointsDetectedSinceLastWithholdTime-Liste in Schritt **512**.

**[0090]** Daher sammelt der Algorithmus in der obigen Ausgestaltung Daten für jedes erfasste Beacon über ein Sammelintervall, berechnet die durchschnittliche Distanz von jedem Relaisgerät zu jedem Beacon, und speichert einen Datensatz des nächstgelegenen Relaisgeräts zu jedem Beacon.

#### VERWENDUNG DER VERFOLGUNGSDATEN

**[0091]** Nachdem der Ortsalgorithmus festgestellt hat, dass der Gepäckartikel an einem neuen Ort von Interesse auf der Gepäckreise angekommen ist, wird auch der assoziierte Zeitstempel, der einer Ankunftszeit entspricht, in der Datenbank gespeichert.

**[0092]** Nach dem Schreiben in die Verfolungsdatenbank kann das gut bekannte Konzept des Shadowing angewendet werden, um alle Verfolungsdaten anzusammeln, die mit einem Beacon assoziiert sind.

**[0093]** Ein Beacon-„Shadow“ ist eine Softwarekopie des physischen Beacon, die einen Speicher mit allen mit dem Beacon assoziierten historischen Daten enthält. Der Shadow kann in einer Cloud-basierten Datenbank gespeichert werden und bleibt auch nach einem Absturz der Systemsoftware erhalten. Der Shadow kann für den Einsatz über verschiedene Betriebssystemen oder Netzknoten repliziert werden. Der Shadow kann abgefragt werden, um ein bestimmtes Beacon zu identifizieren, und kann eventuelle historischen Daten über den mit diesem Beacon assoziierten Gepäckartikel, inkl. UUID und LPN, zurücksenden.

**[0094]** Der Shadow enthält daher eine vollständige Historie des verfolgten Orts des Gepäckartikels. Das Ortsverfolgungssystem kann daher den Shadow abfragen, die mit einem Gepäckartikel assoziierten gespeicherten Verfolungsdaten extrahieren und die Daten einem Benutzer auf sinnvolle Weise präsentieren, wie im Folgenden mit Bezug auf **Fig. 6** näher beschrieben ist.

**[0095]** **Fig. 6** zeigt, wie die Verfolungsdaten auf einem Flughafenterminalplan **600** präsentiert werden können, um die Passage eines Gepäckartikels **1000** entlang einer Reihe von Wegpunkten **1001** bis **1011** innerhalb des Flughafenterminals **601** darzustellen.

**[0096]** Eine Gepäckreise besteht aus einer Vor-Check-in-Phase, in der ein Gepäckartikel durch das Flughafenterminal **601** zu einem Check-in-Schalter oder einer anderen Gepäckabgabestelle läuft, und einer Nach-Check-in-Phase, in der ein Gepäckartikelstück einem vorgegebenen Pfad gemäß den Gepäckabfertigungssystemen des Flughafens folgt.

**[0097]** In dem gezeigten Beispiel kann der Ort des Gepäckartikels während jeder dieser Phasen gemäß den Wegpunkten **1001** bis **1011** verfolgt werden. Diese Wegpunkte entsprechen bekannten Orientierungspunkten oder Orten in unmittelbarer Nähe zu einer Relaisbrücke. Bekannte Orientierungspunkte oder Orte entsprechen typischerweise den Infrastrukturmerkmalen des Flughafenterminals und sind in **Fig. 6** als schraffierte Kästchen dargestellt. Der Einfachheit halber sind nur drei Orientierungspunkte **602**, **612**, **622** markiert.

**[0098]** Beispiele für bekannte Orientierungspunkte zur Verwendung als Wegpunkt sind einer/eines der zahlreichen Verkaufsstände oder Flughafenbüros **602** innerhalb des Terminals, ein Check-in-Schalter **612** der Fluglinie oder ein Aufbewahrungsbereich **622** der Fluglinien-Gepäckabfertigung. Jeder dieser Orientierungspunkte wird einem oder mehreren aus Reisenden, Flughafenmitarbeitern und Gepäckabfertigern bekannt sein.

**[0099]** Wie oben beschrieben, kann jeder Relaisbrücke ein Deskriptor entsprechend dem Wegpunktort zugeordnet werden, um die Identifizierung des Wegpunktorts zu unterstützen. Einer Relaisbrücke, die mit dem Wegpunkt **612** assoziiert ist, kann beispielsweise der Deskriptor „Swiss Air Check-In Desk“ zugeordnet werden, und einer anderen, mit dem Wegpunkt **622** assoziierten Relaisbrücke kann der Deskriptor „Swiss Air Baggage Holding Area“ zugeordnet werden.

**[0100]** In einer Ausgestaltung werden die Verfolungsdaten auf einem Flughafenterminalplan **600** dargestellt, wenn der Ortsalgorithmus berechnet, dass der Gepäckartikel an einem neuen Wegpunkt ankommt. Die Verfolungsdaten können den Wegpunktdeskriptor und die Ankunftszeit des Gepäcks beinhalten.

**[0101]** Alternativ kann der Ortsalgorithmus eine Tabelle füllen. Die folgende Tabelle 4 stellt das in **Fig. 6** gezeigte Gepäckreisebeispiel dar.

TABELLE 4

I.PN	Wegpunkt.-Nummer	Wegpunkt.-Deskriptor	Ereigniszeit.
0085123456	1001	Concourse J - waypoint 1	09:04:35
0085123456	1002	Concourse J waypoint 2	09:05:11
0085123456	1003	Concourse J - waypoint 3	09:06:02
0085123456	1004	Concourse J - waypoint 4	09:07:04
0085123456	1005	Concourse J - waypoint 5	09:07:38
0085123456	1006	Concourse J - waypoint 6	09:08:15
0085123456	1007	Swiss Air Check-In Desk	09:34:36
0085123456	1008	Baggage Track 001	09:36:05
0085123456	1009	Baggage Track 002	09:39:09
0085123456	1010	Swiss Air Baggage Holding Area	09:39:51
0085123456	1011	Departure Gate H4	11:34:07

**[0102]** Ein Gepäckartikel eines Reisenden kann daher wie folgt durch ein Flughafenterminal **601** verfolgt werden.

**[0103]** Wenn ein Reisender durch das Flughafenterminal **601** geht, werden Datenpakete, die von einem Beacon gesendet werden, das mit dem Gepäckartikel des Reisenden assoziiert ist, von einer oder mehreren nahegelegenen Relaisbrücken erfasst. Der Gepäckartikel kommt während der Vor-Check-in-Phase der Gepäckreise nahe an 6 Relaisbrücken vorbei, die mit den Wegpunkten **1001** bis **1006** assoziiert sind. Der Gepäckartikel wird am Wegpunkt **1007** eingchecked und kommt während der Nach-Check-in-Phase der Gepäckreise nahe an 3 Relaisbrücken vorbei, die mit den Wegpunkten **1008**, **1009** und **1010** assoziiert sind. Das Gepäck wird im Aufbewahrungsbereich **622** aufbewahrt, bis das Gepäck am Wegpunkt **1011** in das Flugzeug geladen wird. Während der Gepäckreise sammelt ein Verfolgungsdienst Gepäckverfolgungsdaten und berechnet den Zeitpunkt, zu dem der Gepäckartikel an jedem Wegpunkt vorbeikommt, wie oben beschrieben.

**[0104]** In einer Ausgestaltung kann eine mobile Applikation eine Benachrichtigung an einen Passagier senden, wenn ein Gepäckartikel an einem bestimmten Ort ankommt. Eine Benachrichtigung kann beispielsweise gesendet werden, wenn das Gepäck in einem Aufbewahrungsbereich ankommt, um auf die Verladung in ein Flugzeug zu warten. Die Benachrichtigung kann Informationen über den Ort des Gepäckartikels und die Ankunftszeit an diesem Ort enthalten. Die Benachrichtigung kann auch andere Informationen wie Passagierdaten, Flugnummer und Endreiseziel enthalten.

**[0105]** In der Luftfahrtindustrie herrscht eine angemessene Sorge über die Möglichkeit, dass aufgegebenes Gepäck verloren geht, gestohlen, verzögert oder beschädigt wird. Obwohl diese Eventualitäten selten sind, wissen die Passagiere während eines großen Teils ihrer Reise nichts über den genauen Ort und Status ihres Gepäcks. Ausgestaltungen der Erfindung haben daher den Vorteil, dass die Passagiere sicher sein können, dass ihr Gepäck ordnungsgemäß verarbeitet wurde, indem sie einem Passagier über eine mobile Applikation Benachrichtigungen über den Gepäckstatus senden.

**[0106]** In einer anderen Ausgestaltung generiert und sendet der Verfolgungsdienst eine BPM auf der Basis der empfangenen Ortsdaten und passagierbezogenen Daten, die von Gepäckabfertigungssystemen oder anderen Systemen bezogen werden, die Passagierinformationen speichern, bevor die Ortsdaten in der Datenbank gespeichert werden. Der Versand von BPMs an Gepäckabfertigungssysteme ermöglicht es Ausgestaltungen der Erfindung, Daten, die mit der Verfolgung eines Gepäckartikels assoziiert sind, effektiv an existierende Systeme zu übermitteln. BPMs, die Orts- und Verfolgungsdaten des Gepäcks enthalten, können mit Bezug auf das folgende Beispiel zu Gepäckabfertigungssystemen gesendet werden.

**[0107]** Ein Gepäcketikett-Beacon sendet das folgende Datenpaket **110** aus, das als Beispiel in **Fig. 1** dargestellt ist:

E7 F7 77 B9 29 B3 02 01 06 1A FF 4C 00 02 15 52 2E 90 9E 20 C5 4F B2 A0 E8 E9 73 81 2C A3 72  
01 23 00 0A C5

**[0108]** Das Datenpaket **110** umfasst eine Kombination von Identifizierungselementen, die in der folgenden Tabelle 5 enthalten sind.

TABELLE 5

MAC-Adresse	E7 F7 77 B9 29 B3
Geräteprotokoll-spezifisches Präfix	02 01 06 1A FF 4C 00 02 15
Geräte-UUID	52 2E 90 9E 20 C5 4F B2 A0 E8 E9 73 81 2C A3 72
Übergeordnete Kennung	01 23
Untergeordnete Kennung	00 0A
Beacon-Übertragungsleistung	C5

**[0109]** Das Datenpaket kann durch die Relaisbrücke mit Daten angereichert werden und wird entweder in das JSON-Format übersetzt, bevor es zum Verfolgungsdienst gesendet wird. Alternativ wird das Datenpaket zu einem Aggregationsdienst zur Übersetzung in das JSON-Format gesendet. Der Aggregationsdienst streamt anschließend die angereicherten Daten zum Verfolgungsdienst.

**[0110]** In dem in **Fig. 1** gezeigten Beispiel reichert die Relaisbrücke das Datenpaket **110** mit folgenden zusätzlichen Daten im Datenpaket **111** an:

EB 12 E6 2D B4 18 2F 19 09 05 4B 70 B1 9B 20 9B AE 76 41 BE A2

**[0111]** Die im Datenpaket **111** aufgenommenen zusätzlichen Daten umfassen eine Kombination von Identifizierungselementen, die in der folgenden Tabelle 6 enthalten sind.

TABELLE 6

Geräteindikator-Präfix	EB 12 E6 2D
Relaisgeräte-UUID	B4 18 2F 19 09 05 4B 70 B1 9B 20 9B AE 76 41 BE
Received Signal Strength Indicator (RSSI)	A2

**[0112]** Es folgt ein Beispiel für ein angereichertes Datenpaket im JSON-Format, das vom Verfolgungsdienst empfangen wird.

```
{
  "packetType": "iBeacon",
  "timestamp": "2017-04-18T17:09:28.049Z",
  "scanpointId": " b4182f19-0905-4b70-b19b-209bae7641be",
  "version": "1",
  "macAddress": "e7:f7:77:b9:29:b3",

  "uuid": "522e909e-20c5-4fb2-a0e8-e973812ca372",
  "major": 0123,
  "minor": 000A,
  "measuredPower": -59,
  "rssi": -94
}
```

**[0113]** Im obigen Beispiel definiert „packetType“ das Datenpaket-Quellprotokoll, indem das protokollspezifische Präfix identifiziert wird. In diesem Beispiel wird das Datenpaket als iBeacon-Nutzlast identifiziert, „timestamp“ definiert den Zeitpunkt, zu dem die Relaisbrücke ein Datenpaket empfängt. „scanpointID“ definiert die Relaisbrückenkennung und wird vom Verfolgungsdienst verwendet, um einen bekannten Ort und die assoziierten Attribute des Ortes dem Ereignis zuzuordnen. In dem obigen Beispiel ist ScanpointID eine UUID, die mit einem ScanpointID-Deskriptor assoziiert ist. Für die obige ScanpointID ist der ScanpointID-Deskriptor „684“. Die Assoziation zwischen einer ScanpointID und einem ScanpointID-Deskriptor kann gespeichert und referenziert werden, wenn eine BPM generiert wird. „version“ ist ein optionales Element, das die Versionsnummer des Datenpaketlayouts definiert. „macAddress“ ist in diesem Beispiel die eindeutige MAC-Adresse des Beacon-Geräts. „uuid“ ist die eindeutige Geräteerkennung wie oben beschrieben. „major“ und „minor“ sind konfigurierbare Elemente im Gerätedatenpaket. „measuredPower“ entspricht der Beacon-Übertragungsleistung in Tabelle 3 und definiert die konstante Empfangssignalstärke des Gerätes bei 1 Meter, gemessen in dBm. „rssi“ definiert die von der Relaisbrücke berechnete Empfangssignalstärke.

**[0114]** In den oben gezeigten Datenpaketbeispielen **110** und **111** werden sowohl RSSI als auch Beacon-Übertragungsleistung als Hexadezimalwerte dargestellt. Da sowohl RSSI als auch die Beacon-Übertragungsleistung negative dBm-Werte sind, beinhaltet die Umrechnung zwischen Dezimalwerten und Hexadezimalwerten die allgemein bekannte Anwendung einer Zweierkomplement-Operation.

**[0115]** Der Verfolgungsdienst nutzt die UUID- und ScanpointID-Daten, um Informationen zu identifizieren, die mit der UUID und ScanpointID assoziiert sind, wie z.B. die LPN und der Gepäckort. Eine Beispiel-BPM, die aus dem obigen JSON-Datenpaket generiert wurde, ist unten dargestellt.

MESSAGE CODE LINE	MELDUNGSZEILEN-BESCHREIBUNG
BPM<=	Standard-Meldungskennung
.V/1LMIA<=	Version 1; Lokales Gepäck am Flughafen Miami (MIA)
.J/S//684/18APR/120928L<=	Verarbeitungsinformationen: sekundärer Code; ScanpointID-Deskriptor, Datum und Ortszeit
.F/US101/18APR/JFK/F<=	Outbound Carrier und Flug; Datum; Ziel; Klasse
.N/000110025200252<=	LPN - IATA Airline Code plus Gepäckstücknummer; Nummer von fortlaufenden Etiketten
ENDRPM<=	Meldungsende-Kennung

**[0116]** Die zweite Zeile des obigen Beispiels, die mit .V beginnt, definiert den aktuellen Ort des Gepäcks, Miami, und zeigt an, dass das Gepäck von dort stammt.

**[0117]** Die dritte Zeile, die mit J beginnt, definiert Verarbeitungsinformationen für das Gepäck. In diesem Fall beziehen sich die Verarbeitungsinformationen auf den Gepäckort und beinhalten den ScanpointID-Deskriptor der nächstgelegenen Relaisbrücke sowie das Datum und die Uhrzeit, an dem/zu der der Gepäckartikel an dieser Relaisbrücke angekommen ist.

**[0118]** Die vierte Zeile, die mit .F beginnt, definiert den Reiseverlauf. In diesem Fall wurde am 18. April ein Gepäckartikel auf US Airways Flug US101 zum JFK International Airport aufgegeben und gehört einem First-Class-Passagier. Reiseverlaufsdaten sind in BPMs obligatorisch, wenn sie im Rahmen eines Abgleich- oder Sortierprozesses verwendet werden.

**[0119]** In der fünften Zeile gibt .N die Gepäck-LPN an, die mit der im Datenpaket enthaltenen UUID assoziiert ist.

**[0120]** Die obige Ausgestaltung hat daher den Vorteil, dass sie in existierende Gepäckabfertigungssysteme integriert werden kann und gleichzeitig verbesserte Gepäckverfolungsdaten liefert.

**[0121]** Die vorstehende detaillierte Beschreibung von Ausgestaltungen der Erfindung soll nicht erschöpfend sein oder die Erfindung auf die genaue offenbarte Form beschränken. Während beispielsweise Prozesse oder Blöcke in einer bestimmten Reihenfolge dargestellt werden, können alternative Ausgestaltungen Routinen mit Schritten in einer anderen Reihenfolge ausführen oder Systeme mit Blöcken in einer anderen Reihenfolge verwenden, und einige Prozesse oder Blöcke können gelöscht, verlagert, hinzugefügt, unterteilt, kombiniert und/oder geändert werden. Jeder dieser Prozesse oder Blöcke kann auf verschiedene Arten und Weisen im-



plementiert werden. Auch wurden zwar Prozesse oder Blöcke zuweilen als in Serie ausgeführt dargestellt, aber diese Prozesse oder Blöcke können stattdessen parallel oder zu verschiedenen Zeiten ausgeführt werden.

**[0122]** Die Lehren der hierin enthaltenen Erfindung können auf andere Systeme angewendet werden, nicht unbedingt auf das oben beschriebene System. Die Elemente und Handlungen der verschiedenen oben beschriebenen Ausgestaltungen können zu weiteren Ausgestaltungen kombiniert werden.

**[0123]** Es wurden zwar einige Ausgestaltungen der Erfindungen beschrieben, aber diese Ausgestaltungen wurden nur beispielhaft gegeben und sollen den Umfang der Offenbarung nicht begrenzen. Tatsächlich können die hierin beschriebenen neuen Systeme in einer Vielfalt anderer Formen ausgestaltet sein; ferner können verschiedene Auslassungen, Substitutionen und Änderungen an der Form der hierin beschriebenen Systeme vorgenommen werden, ohne vom Wesen der Offenbarung abzuweichen.

### Schutzansprüche

1. Artikelverfolgungssystem, das Folgendes umfasst:
  - a. ein mit einem Artikel assoziiertes Beacon zum Aussenden einer Mehrzahl von Kurzstreckenfunksignalen, wobei jedes Kurzstreckenfunksignal eine Beacon-Kennung und eine Beacon-Übertragungsleistung beinhaltet;
  - b. eine Mehrzahl von Relaisgeräten mit jeweils bekannten Orten, die mit einem Wegpunkt auf einer Reise des Artikels assoziiert sind, jeweils zum Erfassen der Kurzstreckenfunksignale, Berechnen eines Received Signal Strength Indicator (RSSI) für jedes erfasste Kurzstreckenfunksignal, Umwandeln jedes erfassten Kurzstreckenfunksignals in ein Relaisignal und Übertragen der jeweiligen Relaisignale, wobei die Relaisignale eine eindeutige Relaisgeräteerkennung und RSSI-Informationen beinhalten;
  - c. Zeitstempelmittel zum Versehen jedes Relaisignals mit einem Zeitstempel; und
  - d. ein Verfolgungsgerät zum kontinuierlichen Empfangen der Relaisignale von den jeweiligen Relaisgeräten, Vergleichen einer Charakteristik der empfangenen Relaisignale von den jeweiligen Relaisgeräten, um zu bestimmen, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten das Beacon am nächsten ist, und Speichern des Zeitstempels, der Beacon-Kennung und der eindeutigen Relaisgeräteerkennung des bestimmten nächstgelegenen Relaisgeräts.
2. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, wobei das Beacon mit dem Artikel durch Versehen des Artikels mit dem Beacon assoziiert wird.
3. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, wobei die Beacon-Kennung eine eindeutige Benutzeridentifikationsnummer (UUID) beinhaltet.
4. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, wobei die Beacon-Kennung mit einer Gepäck-LPN (Licence Plate Number) assoziiert ist.
5. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, wobei die Beacon-Kennung mit einer Gepäck-LPN (Licence Plate Number) assoziiert wird, indem die LPN in die Beacon-Kennung einbezogen wird.
6. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, wobei das Zeitstempelmittel jedes Relaisignal mit einem Zeitstempel versieht, bevor das Verfolgungsgerät das Relaisignal empfängt.
7. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, wobei das Zeitstempelmittel ein Relaisignal mit einem Zeitstempel versieht, nachdem das Verfolgungsgerät das Relaisignal empfangen hat.
8. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, wobei die Charakteristik der empfangenen Relaisignale von den jeweiligen Relaisgeräten einen berechneten RSSI beinhaltet.
9. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 8, wobei das Verfolgungsgerät bestimmt, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten ein Beacon am nächsten ist, basierend auf einem Vergleich eines durchschnittlichen berechneten RSSI für eine Mehrzahl von Relaisignalen, die mit den jeweiligen Relaisgeräten assoziiert sind.
10. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, wobei die Charakteristik der empfangenen Relaisignale von jedem Relaisgerät einen berechneten RSSI und eine Beacon-Übertragungsleistung beinhaltet.

11. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 10, wobei das Verfolgungsgerät bestimmt, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten das Beacon am nächsten ist, basierend auf einem durchschnittlichen Verhältnis zwischen berechnetem RSSI und Beacon-Übertragungsleistung für eine Mehrzahl von Relaisignalen, die mit den jeweiligen Relaisgeräten assoziiert sind.

12. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, wobei die Charakteristik der empfangenen Relaisignale von jedem Relaisgerät eine berechnete durchschnittliche Distanz zwischen dem Beacon und den jeweiligen Relaisgeräten beinhaltet.

13. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 12, wobei die berechnete durchschnittliche Distanz zwischen dem Beacon und jedem der Relaisgeräte auf dem berechneten RSSI und einem inversen Quadratgesetz für eine Mehrzahl von Relaisignalen beruht, die mit den jeweiligen Relaisgeräten assoziiert sind.

14. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 12, wobei die berechnete durchschnittliche Distanz zwischen dem Beacon und jedem der Relaisgeräte auf einer bekannten Potenzfunktion des durchschnittlichen Verhältnisses zwischen berechnetem RSSI und Beacon-Übertragungsleistung der Relaisignale für eine Mehrzahl von Relaisignalen beruht, die mit den jeweiligen Relaisgeräten assoziiert sind.

15. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 12, wobei das Verfolgungsgerät bestimmt, welchem aus der Mehrzahl von Relaisgeräten das Beacon am nächsten ist, basierend auf einer durchschnittlichen berechneten Distanz zwischen dem Beacon und jedem der Relaisgeräte.

16. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, wobei das Verfolgungsgerät eine Meldung, die die gespeicherte Zeit, die Beacon-Kennung und die eindeutige Relaisgeräteerkennung enthält, zu einem externen Datenverarbeitungssystem sendet.

17. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 16, wobei das Verfolgungsgerät eine Meldung, die von einer externen Datenbank empfangene passagierbezogene Informationen enthält, zu einem externen Datenverarbeitungssystem sendet.

18. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, wobei mehrere Beacons jeweils mit einem Artikel assoziiert sind.

19. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 16, wobei die Charakteristik der empfangenen Relaisignale von jedem Relaisgerät eine Beacon-Kennung beinhaltet.

20. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, das ferner einen Aggregator zum Aggregieren von Relaisgerätemeldungen und zum Streamen der aggregierten Meldungen zum Verfolgungsgerät umfasst.

21. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, das ferner das Verfolgungsgerät umfasst, das so konfiguriert ist, dass eine Ankunftszeit für den Artikel an einem bestimmten Relaisgerät mit einem bekannten Ort bestimmt wird, basierend auf dem Zeitpunkt, zu dem sich der Artikel innerhalb einer akzeptablen Distanz von dem bestimmten Relaisgerät befindet.

22. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, das ferner eine mobile Applikation zum Senden der Beacon-Kennung und der Artikelkennung zum Verfolgungsgerät umfasst.

23. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, das ferner eine mobile Applikation zum Anzeigen der Reise des Artikels einem Benutzer umfasst.

24. Artikelverfolgungssystem nach Anspruch 1, das ferner eine mobile Applikation zum Benachrichtigen eines Passagiers oder Benutzers umfasst, wenn der Artikel an einem bestimmten Relaisgerät mit einem bekannten Ort ankommt.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

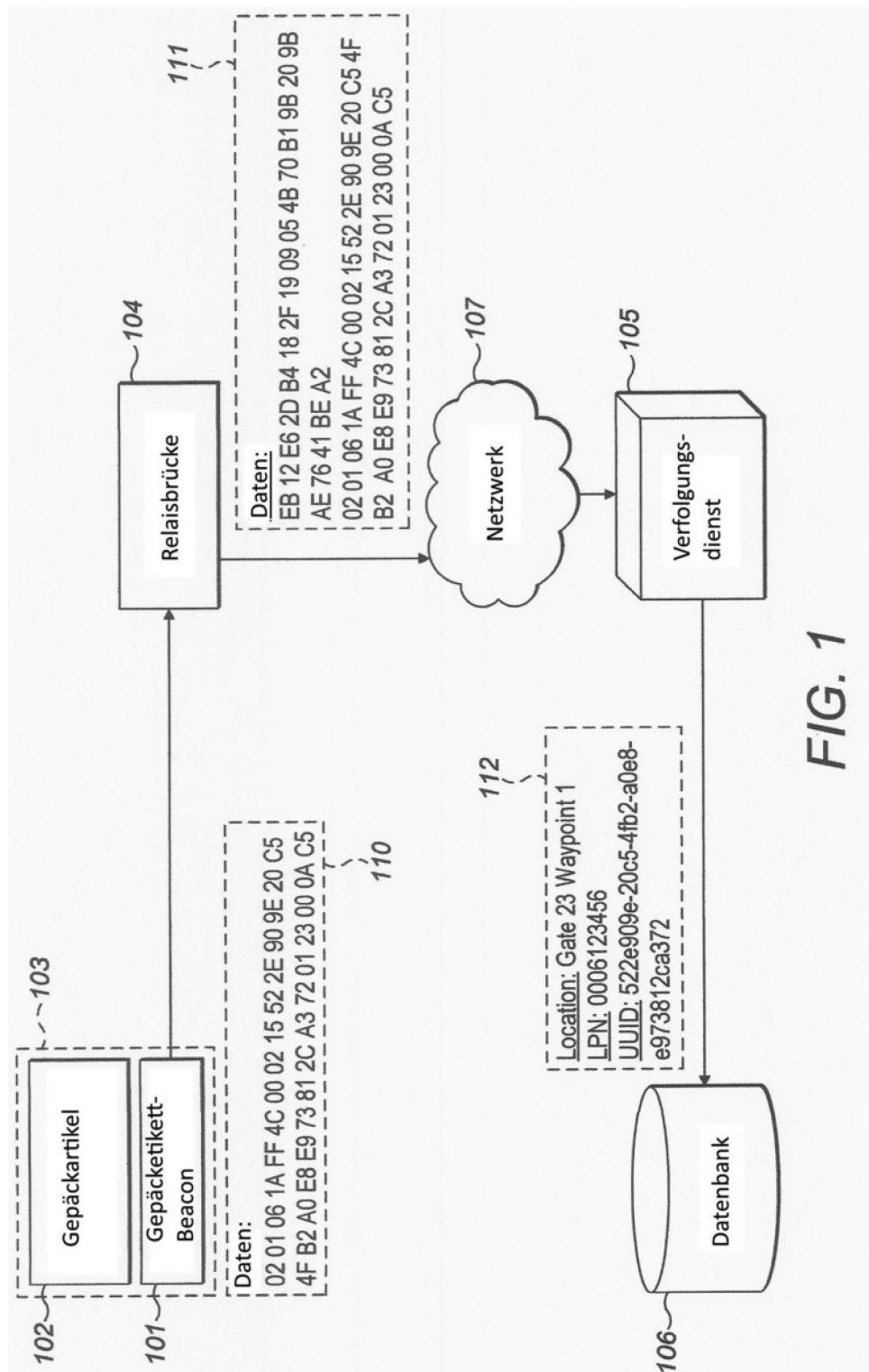


FIG. 1

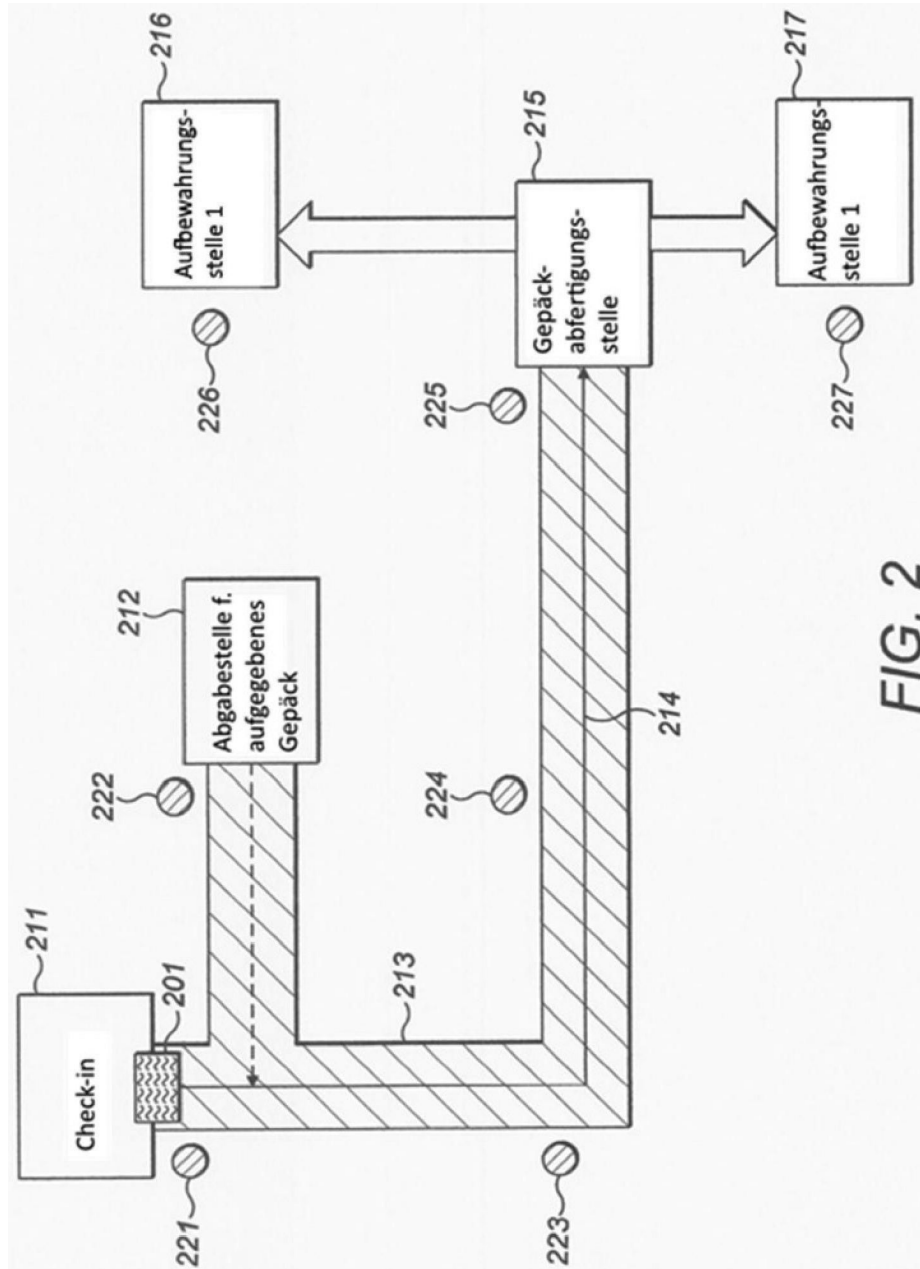


FIG. 2

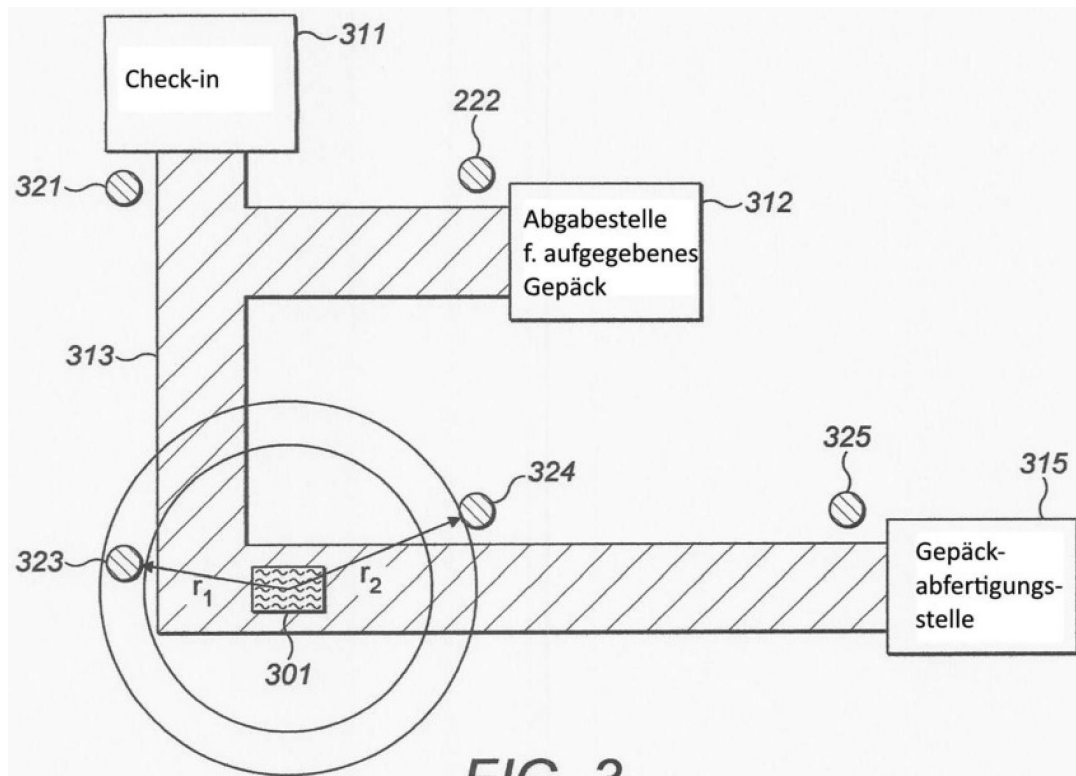


FIG. 3

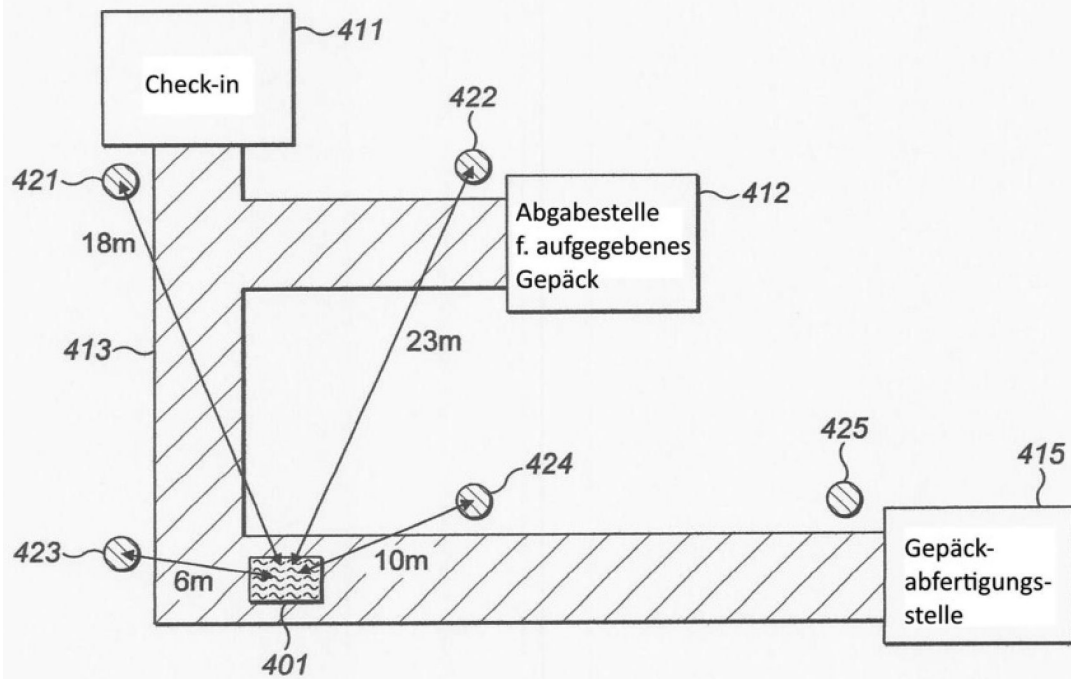


FIG. 4

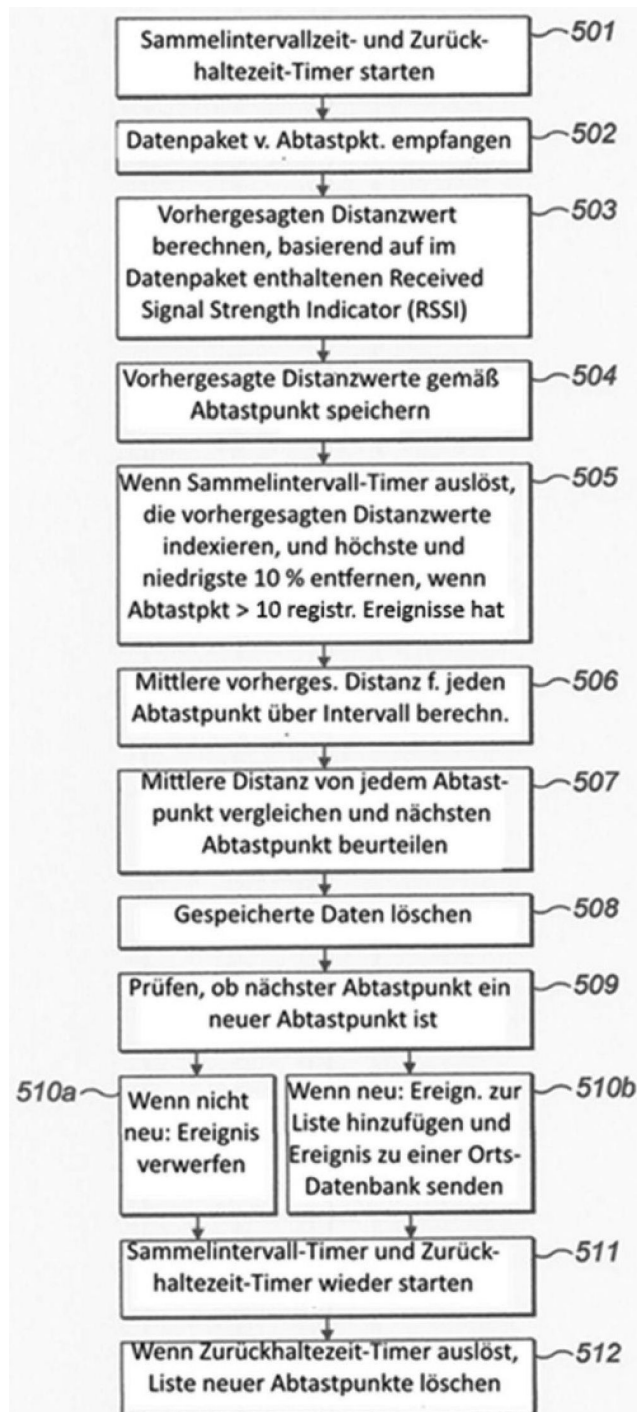


FIG. 5

