



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/183258**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 000 922.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2019/023226**
(86) PCT-Anmeldetag: **20.03.2019**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **26.09.2019**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **05.11.2020**

(51) Int Cl.: **H04W 4/80 (2018.01)**
H04W 48/20 (2009.01)
H04W 52/02 (2009.01)

(30) Unionspriorität:
15/927,388 **21.03.2018** **US**
15/957,025 **19.04.2018** **US**

(71) Anmelder:
LINK LABS, INC., Annapolis, MD, US

(74) Vertreter:
Venner Shipley LLP, 85521 Ottobrunn, DE

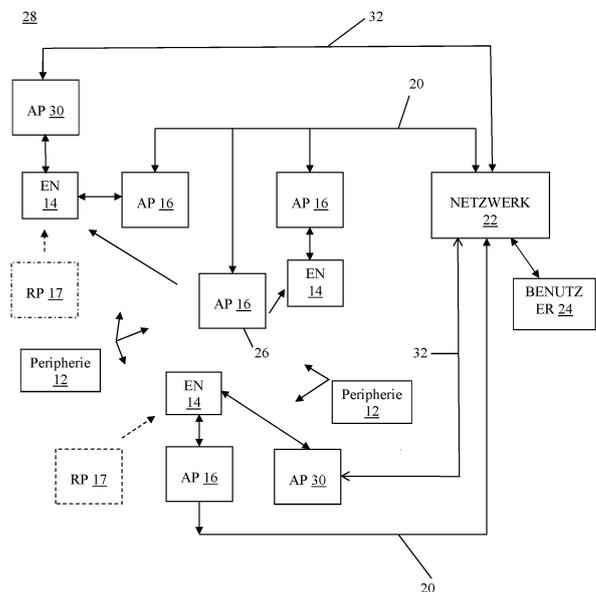
(72) Erfinder:
Bloechl, Mark, Annapolis, MD, US; Wohler, Scott, Annapolis, MD, US; Luna, Ricardo Jr., Annapolis, MD, US; Li, Patrick, Annapolis, MD, US; Ray, Brian Emery, Annapolis, MD, US

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **BLE-NETZWERKSYSTEME UND -METHODEN, DIE EINEN ROLLENTAUSCH VON ZENTRALE UND PERIPHERIE VORSEHEN GEMÄSS EINEM DAFÜR VORGEGEHEHENEN ZEITPLAN EINES NETZWERKS**

(57) Zusammenfassung: Es werden Systeme und Methoden zur Umkehrung der konventionellen Rollen von zentralen und peripheren Geräten in einem BLE-Netzwerk bereitgestellt. Dazu gehört die Implementierung eines Endknotens (EN) als alleiniger Initiator einer Verbindung zwischen einem bestimmten EN und anderen Komponenten innerhalb des Netzes. Eine solche Initiierung ist durch das Netzwerk steuerbar, um eine Übertragung der EN-Funktionalität zwischen einer oder mehreren der anderen Komponenten zu bewirken. Die Durchführung der Übertragung hängt von einer netzgesteuerten Zeitsteuerung ab, die die Funktionalität aller Netzkomponenten bestimmt. Dementsprechend ist das Netzwerk in der Lage, die Leistungsaufnahme dieser Komponenten zu beeinflussen, um die Nutzung ihrer jeweiligen Leistungsressourcen zu optimieren.



Beschreibung

QUERVERWEISE AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Dies ist eine teilweise/fortsetzende Fortsetzung der am 21. März 2018 eingereichten US-Anmeldung Nr. 15/927,388, die seinerseits eine teilweise/fortsetzende Fortsetzung der am 17. Juni 2017 eingereichten US-Anmeldung Nr. 15/626,083 ist, wobei der gesamte Inhalt der US-Anmeldungen Nr. 15/927,388 und 15/626,083 hiermit durch Verweis aufgenommen wird.

GEBIET DER OFFENLEGUNG

[0002] Die offengelegten Ausführungsformen beziehen sich auf die drahtlose Kommunikation und insbesondere auf die drahtlose Kommunikation zwischen mit BLUETOOTH Low Energy (BLE) ausgestatteten Geräten, bei denen die herkömmliche zentrale und periphere Rolle dieser Geräte bei der BLE vertauscht und auf Knoten eines BLE-fähigen Netzwerks anwendbar gemacht wird, um die Netzwerkfähigkeit der BLE zu verbessern.

HINTERGRUND

[0003] Etwa 2009 befand sich das Internet in einer Phase seiner Entwicklung, in der das Backbone (Router und Server) mit Randknoten verbunden war, die hauptsächlich aus Personalcomputern bestanden. Zu dieser Zeit blickte u.a. Kevin Ashton auf die nächste Entwicklungsstufe des Internets, die er als das Internet der Dinge („Internet of Things“, IoT) bezeichnete. In seinem Artikel „That ‚Internet of Things‘ Thing“, RFID Journal, 22. Juli 2009, beschreibt er das Internet von etwa 2009 als fast vollständig von menschlicher Interaktion abhängig, d.h. er behauptet, dass fast alle damals im Internet verfügbaren Daten durch Datenerfassungs-/Datenerstellungsketten von Ereignissen erzeugt wurden, die jeweils menschliche Interaktion einschlossen, z.B. Tippen, Drücken eines Aufnahmeknopfes, Aufnahme eines digitalen Bildes oder Scannen eines Strichcodes. In der Entwicklung des Internets stellt eine solche Abhängigkeit von menschlicher Interaktion als Glied in jeder Kette der Datenerfassung und/oder Datenerzeugung einen Engpass dar. Um mit diesem Engpass fertig zu werden, schlug Ashton vor, die mit dem Internet verbundenen Computer anzupassen, indem man sie mit Datenerfassungs- und/oder Datenerzeugungsfunktionen ausstattet und dadurch die menschliche Interaktion bei einem wesentlichen Teil der Datenerfassungs-/Datenerzeugungsketten eliminiert.

[0004] Im Zusammenhang mit dem IoT kann ein Ding ein natürliches oder von Menschenhand geschaffenes Objekt sein, dem eine eindeutige ID/Adresse zugewiesen wird und das mit der Fähigkeit

konfiguriert ist, Daten zu erfassen und/oder zu erstellen und diese Daten über ein Netzwerk zu übertragen. In Bezug auf das IoT kann ein Ding z.B. sein eine Person mit einem Herzmonitor-Implantat, ein Nutztier mit einem Biochip-Transponder, ein Auto mit eingebauten Sensoren, die den Fahrer warnen, wenn der Reifendruck zu niedrig ist, Vor-Ort-Einsatzgeräte, die die Feuerwehr bei der Suche und Rettung unterstützen, in die Kleidung eingewebte persönliche biometrische Monitore, die mit Thermostatsystemen und Beleuchtungssystemen interagieren, um die HVAC- und Beleuchtungsbedingungen in einem Raum kontinuierlich und unmerklich zu steuern, ein Kühlschrank, der sich seines entsprechend gekennzeichneten Inhalts „bewusst“ ist, der sowohl eine Vielzahl von Menüs aus den darin tatsächlich vorhandenen Lebensmitteln planen als auch die Benutzer vor abgestandenen oder verdorbenen Lebensmitteln warnen kann, usw.

[0005] In der Entwicklung des Internets nach 2009 in Richtung IoT ist das Segment der kleinen, kostengünstigen, vernetzten Verarbeitungsgeräte, die in allen Größenordnungen im Alltag verteilt sind, stark gewachsen. Von diesen sind viele für alltägliche Zwecke konfiguriert. Für das IoT werden die Randknoten im Wesentlichen aus solchen kleinen Geräten bestehen.

[0006] Innerhalb des Segments der Kleingeräte ist das Teilsegment mit dem größten Wachstumspotenzial eingebettete, stromsparende, drahtlose Geräte. Netzwerke solcher Geräte werden als das Wireless Embedded Internet („WET“) beschrieben, das eine Teilmenge des IoT darstellt. Insbesondere umfasst das WET eingebettete Geräte mit begrenzten Ressourcen, die typischerweise batteriebetrieben sind und die typischerweise über drahtlose Netzwerke mit geringem Stromverbrauch und niedriger Bandbreite („LoWPANs“) mit dem Internet verbunden sind.

[0007] Die BLUETOOTH Special Interest Group hat die BLE insbesondere unter Berücksichtigung von IoT-Geräten und Anwendungen entwickelt, die nicht auf eine kontinuierliche Verbindung(en) angewiesen sind, sondern auf eine verlängerte Batterielebensdauer angewiesen sind. Ein gutes Beispiel für diese Geräte ist ein Temperatursensor, der intermittierend Temperaturmesswerte an ein Kollektorgerät liefert, das diese Messwerte sammelt. Das heißt, eine kontinuierliche Verbindung zwischen dem Sensor und dem Kollektor ist nicht notwendig, um z.B. eine solche Temperaturmessung zu einem diskreten Zeitpunkt zu erhalten.

[0008] Die BLUETOOTH-Spezifikation, die den Betrieb von BLE-Geräten regelt, bezieht definierte Rollen auf jeden der oben genannten Sensoren und Kollektoren als periphere bzw. zentrale Sensoren.

[0009] In Übereinstimmung mit den üblichen Vernetzungsoperationen der BLE macht ein Peripheriegerät, wie z.B. ein Sensor oben, seine Anwesenheit jedem Zentralgerät, wie z.B. einem Sammler oben, lediglich dadurch bekannt, dass es kontinuierlich für seine Anwesenheit „wirbt“. Mit anderen Worten, das Peripheriegerät sendet kontinuierlich Baken-Werbeknachrichten zur Erkennung durch eine Zentrale, die selbst entscheidet, ob eine Verbindung mit dem erkannten Peripheriegeräth hergestellt werden soll. In einem BLE-Umfeld erfolgt eine solche Werbung über drei Werbekanäle oder Frequenzen, um Interferenzen zwischen den von mehreren Peripheriegeräten gesendeten Signalen zu reduzieren.

[0010] In einer solchen BLE-Umgebung gibt es jedoch mehrere Hindernisse für eine optimale Kommunikation zwischen einem Peripheriegerät, wie z.B. einem Endknoten (EN), und einem zentralen Gerät, wie z.B. einem Access Point (AP).

[0011] Ein Beispiel für ein solches Hindernis besteht in der Unsicherheit, die ein Peripheriegerät erfahren kann, wenn es tatsächlich weiß, warum seine Rundfunkwerbung von einem zentralen Gerät nicht anerkannt wurde. Insbesondere besteht eine solche Unsicherheit aufgrund der Unfähigkeit des Peripheriegeräts zu wissen, ob sich ein zentrales Gerät in einer Reichweite befindet, die den Empfang seiner Werbung ermöglicht, oder zusätzlich, ob ein in Reichweite befindliches zentrales Gerät einfach überlastet ist, so dass es nicht genügend Zeit oder Kapazität hatte, um die Werbung des Peripheriegeräts zu verarbeiten.

[0012] Ein weiteres Hindernis, das einem optimalen Verhältnis zwischen Peripherie und Zentrum entgegensteht, ist die Überlastung der Werbekanäle, die zu Kollisionssignalen und verpassten Werbeeinblendungen führt, die jeweils einen Mangel an Verbindung verursachen. Diese Ausfälle sind in Szenarien vorherrschend, in denen mehrere Peripheriegeräte gemeinsam platziert sind, d.h. in oder an einem Ort innerhalb einer Struktur wie einem Gebäude oder einem anderen Veranstaltungsort, in dem periphere und zentrale Funktionen erforderlich oder erwünscht sind.

[0013] Ein weiteres Hindernis für die Vernetzung der BLE besteht in der grundsätzlichen Komplexität, die durch das herkömmliche periphere/zentrale Verhältnis der BLE hervorgerufen wird. In dieser Beziehung verliert ein mobiles Peripheriegerät, das sich aus der Reichweite einer Zentrale, z.B. eines ersten Netzzugangspunkts (AP), an den es zuvor angeschlossen war, bewegt, im Wesentlichen jede etablierte Beziehung, die dieses Peripheriegerät mit diesem ersten AP eingegangen ist. Wenn sich das Peripheriegerät in diesem Fall in Reichweite eines anderen, zweiten AP bewegt, kann dieser zweite AP aufgrund der bestehenden Beziehung des Peripheriegeräts zum ers-

ten AP nicht sofort wissen, ob eine Verbindung im Hinblick auf Überlegungen wie Netzwerkkonfiguration, Sicherheit und Authentifizierung hergestellt werden sollte. Die einzige Grundlage für die Information des zweiten AP, ob eine Verbindung mit dem Peripheriegerät hergestellt werden sollte, sind Informationen, die er von einer koordinierenden Anwendung erhält, die auf dem BLE-Netz läuft und die den APs Informationen darüber liefert, ob eine Verbindung mit einem Peripheriegerät aufgrund seiner Rundfunkwerbung hergestellt werden sollte. Bis die koordinierende Anwendung jedoch im obigen Szenario von der verlorenen Verbindung mit dem ersten AP erfährt, ist eine beträchtliche Zeitspanne verstrichen, bevor die koordinierende Anwendung dem zweiten AP Verbindungsinformationen zur Verfügung stellen kann oder gestellt wird, um ihm die Möglichkeit zu geben, zu bestimmen, dass es eine Verbindung mit dem Peripheriegerät herstellen soll. Auf diese Weise wird also verstanden, dass die Ermöglichung einer Verbindung mit einem Peripheriegerät, das sich zwischen mehreren APs bewegt, nicht nur komplex ist, sondern dass weitere Nachteile bestehen, nämlich eine erhöhte Verbindungslatenz und eine höhere Auslastung des Backhaul aufgrund der notwendigen Informationen, die zur und von der koordinierenden Anwendung fließen müssen.

[0014] Daher wäre es wünschenswert, eine oder mehrere optimierte Netzwerkbeziehungen der BLE vorzusehen, die die oben genannten Hindernisse und Nachteile, die heute mit der oben diskutierten konventionellen Netzwerkbeziehung zwischen zentraler und peripherer BLE verbunden sind, angehen und überwinden. Genauer gesagt wäre es wünschenswert, die Anwendbarkeit solcher optimierten BLE-Beziehungen in Verbindung mit verschiedenen Anwendungsumgebungen zu ermöglichen, wie z.B. Gesundheitsfürsorge, Verbesserung der Fitness, Verbesserung der Internet-Konnektivität, Verbesserung der Näherungssensorik, Verbesserung der Warnsysteme, Verbesserung der Baustellenüberwachung, Verbesserung der Zugangskontrollsysteme, Verbesserung der Automatisierung und Verbesserung der Systeme und Methoden zur Nachverfolgung von zu inventarisierenden Gütern, für die der Standort bestimmt werden muss, sei es in einer kommerziellen oder privaten Umgebung, sowie für jede andere Anwendung, in der ein BLE-Netzwerkprotokoll eingesetzt wird.

[0015] In Verbindung mit einer solchen Optimierung wäre es ferner wünschenswert, beispielsweise die Verfolgung solcher Vermögenswerte zu koordinieren, da sich diese Vermögenswerte auf der Durchreise zwischen mehreren Standorten befinden, und zwar beispielsweise in Bezug auf einen endgültigen Bestimmungsort.

[0016] Darüber hinaus wäre es auch wünschenswert, diese Nachführung so effizient wie möglich durchzuführen, um Energie zu sparen, während die Nachführung stattfinden soll, und diese Energieeinsparung auch während der Ausführung einer oder mehrerer der ansonsten erwähnten Anwendungsumgebungen zu erreichen.

ZUSAMMENFASSUNG

[0017] Es ist zu verstehen, dass sowohl die folgende Zusammenfassung als auch die detaillierte Beschreibung beispielhaft und erläuternd sind und dazu dienen sollen, die gegenwärtigen Ausführungsformen, wie behauptet, weiter zu erläutern. Weder die Zusammenfassung noch die folgende Beschreibung sollen den Umfang der vorliegenden Ausführungsformen auf die in der Zusammenfassung oder in der Beschreibung erwähnten besonderen Merkmale definieren oder beschränken. Vielmehr wird der Umfang der vorliegenden Ausführungsformen durch die beigefügten Ansprüche definiert.

[0018] Ein Aspekt der Ausführungsformen umfasst ein BLE-Kommunikationssystem zur Kommunikation mit einem Netzwerk, einschließlich eines Zugangspunkts (AP), der so konfiguriert ist, dass er eine Verbindung mit dem Netzwerk herstellt und eine erste Baken-Werbenachrichtung überträgt, einen AP, der nicht so konfiguriert ist, dass er eine Verbindung mit dem Netzwerk herstellt, und eine zweite Baken-Werbenachrichtung überträgt, um einen Referenzpunkt (RP) zu definieren, einen Endknoten (EN), der so konfiguriert ist, dass er die erste und die zweite Baken-Werbenachrichtung empfängt und eine Verbindung mit dem AP für die Übertragung von Daten, die dem EN zugeordnet sind, an das Netzwerk und den Empfang von Daten vom Netzwerk initiiert, wobei jeder der AP, der RP und der EN vom Netzwerk so konfiguriert sind, dass sie entweder gemäß einem Wachzustand oder einem Ruhezustand arbeiten, wobei der AP so ausgewählt ist, dass er einen stationären AP oder einen mobilen AP umfasst.

[0019] Ein weiterer Aspekt der Ausführungsformen schließt ein Verfahren der BLE-Kommunikation ein, das in einem System mit einem Zugangspunkt (AP), der so konfiguriert ist, dass er eine Verbindung zu einem Netz herstellt und eine erste Baken-Werbenachrichtung sendet, einen AP, der nicht so konfiguriert ist, dass er eine Verbindung zu dem Netz herstellt und eine zweite Baken-Werbenachrichtung sendet, um einen Bezugspunkt (RP) zu definieren, und einen Endknoten (EN) umfasst, wobei der AP so ausgewählt ist, dass er einen stationären AP oder einen mobilen AP umfasst, und der EN so konfiguriert ist, dass er als Reaktion auf den Empfang der ersten Baken-Werbenachrichtung eine Verbindung mit dem AP initiiert,

[0020] Betreiben jedes der ausgewählten AP, der RP und der EN gemäß einer vorbestimmten Netzwerk-Zeitsteuerung, die so konfiguriert ist, dass sie einen alternativen Betriebsmodus des ausgewählten AP oder der RP oder einer Kombination davon auslöst.

[0021] In bestimmten Ausführungsformen können die offengelegten Ausführungsformen eines oder mehrere der hier beschriebenen Merkmale enthalten.

Figurenliste

[0022] Die begleitenden Zeichnungen, die hier eingearbeitet sind und einen Teil der Spezifikation bilden, veranschaulichen beispielhafte Ausführungsformen und dienen zusammen mit der Beschreibung weiterhin dazu, dem Fachmann die Herstellung und Verwendung dieser und anderer für den Fachmann sichtbarer Ausführungsformen zu ermöglichen. Die hierin enthaltenen Ausführungsbeispiele werden insbesondere in Verbindung mit den folgenden Zeichnungen beschrieben

Fig. 1 ist eine Illustration der BLE-Übertragung einer Baken-Werbenachrichtung zwischen einer BLE-Zentrale und einer BLE-Peripherie, entsprechend der zugehörigen Technik;

Fig. 2 ist eine Veranschaulichung der BLE-Übertragung einer Baken-Werbenachrichtung zwischen einem BLE-Endknoten (EN) und einem BLE-Zugangspunkt (AP) gemäß den hier offengelegten Ausführungsformen;

Fig. 3 ist eine Illustration eines BLE-fähigen Netzwerkes gemäß **Fig. 2**;

Fig. 4 ist ein Sequenzdiagramm der Proximity-Assoziation einer BLE EN mit einer BLE AP, in Übereinstimmung mit **Fig. 3**;

Fig. 5 ist ein Sequenzdiagramm der Erkennung eines BLE EN eines BLE AP durch ein BLE EN gemäß **Fig. 3**;

Fig. 6 ist ein Sequenzdiagramm der Verbindung der BLE EN mit der BLE AP gemäß **Fig. 3** und **Fig. 5**.

Fig. 7 ist eine Illustration eines BLE-fähigen Netzwerkes, die die Umstände für Interaktionen zwischen einem BLE EN und einem mobilen BLE AP zeigt;

Fig. 8 ist eine Illustration der kollektiven Bewegung von jeweils einer Vielzahl von BLE EN und mindestens einer BLE AP; und

Fig. 9 ist eine graphische Darstellung einer Anzahl von Herzschlagmeldungen, die während der kollektiven Bewegung der Mehrzahl von BLE EN und mindestens eines BLE AP aus **Fig. 8** von einem oder mehreren der Mehrzahl von BLE EN

relativ zu einem am BLE AP bekannten Zielort übertragen werden.

Fig. 10 ist ein Blockdiagramm, das alternative Konfigurationen eines mobilen BLE AP gemäß den hierin enthaltenen Verkörperungen veranschaulicht;

Fig. 11 ist ein Sequenzdiagramm, das die Art und Weise der Standortbestimmung einer ersten Konfiguration des mobilen BLE AP gemäß **Fig. 10** zeigt;

Fig. 12 ist ein Sequenzdiagramm, das die Art und Weise der Standortbestimmung einer zweiten Konfiguration des mobilen BLE AP gemäß **Fig. 10** zeigt;

Fig. 13 ist eine Tabelle, die eine beispielhafte BLE-Netzwerkkomponentenaktivität nach Szenarien für eine solche Aktivität darstellt; und

Fig. 14 ist ein Sequenzdiagramm für die Umsetzung eines entsprechenden Szenarios aus **Fig. 13**.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0023] Die vorliegende Offenlegung wird nun anhand verschiedener exemplarischer Ausführungsformen beschrieben. Diese Spezifikation legt eine oder mehrere Ausführungsformen offen, die Merkmale der vorliegenden Ausführungsformen enthalten. Die beschriebene(n) Ausführungsform(en) und Verweise in der Spezifikation auf „eine Ausführungsform“, „eine Ausführungsform“, „eine Beispielausführungsform“ usw. weisen darauf hin, dass die beschriebene(n) Ausführungsform(en) ein bestimmtes Merkmal, eine bestimmte Struktur oder ein bestimmtes Merkmal enthalten kann (können). Solche Formulierungen beziehen sich nicht notwendigerweise auf die gleiche Ausführungsform. Der Fachmann wird es zu schätzen wissen, dass ein bestimmtes Merkmal, eine bestimmte Struktur oder ein bestimmtes Merkmal, das in Verbindung mit einer Ausführungsform beschrieben wird, nicht notwendigerweise auf diese Ausführungsform beschränkt ist, sondern typischerweise Relevanz und Anwendbarkeit auf eine oder mehrere andere Ausführungsformen hat.

[0024] In den verschiedenen Abbildungen können gleiche Referenznummern für gleiche Elemente mit gleichen Funktionen auch in verschiedenen Zeichnungen verwendet werden. Die beschriebenen Ausführungsformen und deren detaillierte Konstruktion und Elemente dienen lediglich dazu, ein umfassendes Verständnis der vorliegenden Ausführungsformen zu erleichtern. Es ist daher offensichtlich, dass die vorliegenden Ausführungsformen auf vielfältige Weise ausgeführt werden können und keine der hier beschriebenen spezifischen Merkmale erfordern. Auch bekannte Funktionen oder Konstruktionen werden nicht im Detail beschrieben, da sie die vorliegenden

Ausführungsformen mit unnötigen Details verschleiern würden.

[0025] Die Beschreibung ist nicht in einem einschränkenden Sinne zu verstehen, sondern dient lediglich der Veranschaulichung der allgemeinen Grundsätze der vorliegenden Ausführungsformen, da der Anwendungsbereich der vorliegenden Ausführungsformen am besten durch die beigefügten Ansprüche definiert wird.

[0026] Es ist auch zu beachten, dass bei einigen alternativen Ausführungsformen die Blöcke in einem Flussdiagramm, die Kommunikationen in einem Sequenzdiagramm, die Zustände in einem Zustandsdiagramm usw. aus den in den Abbildungen dargestellten Reihenfolgen herauskommen können. Das heißt, die dargestellten Ordnungen der Blöcke/Kommunikationen/Zustände sind nicht als Begrenzung gedacht. Vielmehr können die dargestellten Blöcke / Mitteilungen / Zustände in jede beliebige geeignete Reihenfolge gebracht werden, und einige der Blöcke / Mitteilungen / Zustände können gleichzeitig auftreten.

[0027] Alle Definitionen, so wie sie hier definiert und verwendet werden, sind so zu verstehen, dass sie die Kontrolle über Wörterbuchdefinitionen, Definitionen in Dokumenten, die durch Verweis aufgenommen wurden, und/oder gewöhnliche Bedeutungen der definierten Begriffe haben.

[0028] Die unbestimmten Artikel „a“ und „an“, wie sie hier in der Spezifikation und in den Ansprüchen verwendet werden, sind, sofern nicht eindeutig das Gegenteil angegeben ist, als „mindestens einer“ zu verstehen.

[0029] Der Ausdruck „und/oder“, wie er hier in der Spezifikation und in den Ansprüchen verwendet wird, sollte so verstanden werden, dass er „eines oder beide“ der so zusammengeführten Elemente bedeutet, d.h. Elemente, die in einigen Fällen verbindend und in anderen Fällen trennend vorhanden sind. Mehrere Elemente, die mit „und/oder“ aufgeführt sind, sollten in der gleichen Weise interpretiert werden, d.h. „eines oder mehrere“ der so verbundenen Elemente. Andere als die durch den „und/oder“-Klausel spezifisch gekennzeichneten Elemente können optional vorhanden sein, unabhängig davon, ob sie mit den spezifisch gekennzeichneten Elementen in Beziehung stehen oder nicht. So kann sich als nicht einschränkendes Beispiel ein Verweis auf „A und/oder B“, wenn er in Verbindung mit einer Sprache mit offenem Ende wie „umfassend“ verwendet wird, in einer Ausführungsform nur auf A beziehen (gegebenenfalls einschließlich anderer Elemente als B); in einer anderen Ausführungsform nur auf B (gegebenenfalls einschließlich anderer Elemente als A); in einer weiteren Ausführungsform sowohl auf A als auch auf B (gegebenenfalls einschließlich anderer Elemente); usw.

[0030] Wie hier in der Spezifikation und in den Ansprüchen verwendet, sollte „oder“ so verstanden werden, dass es die gleiche Bedeutung wie „und/oder“ hat, wie oben definiert. Wenn z.B. Punkte in einer Liste getrennt werden, ist „oder“ oder „und/oder“ so zu interpretieren, dass es einschließend ist, d.h. dass es mindestens einen, aber auch mehr als einen einer Anzahl oder Liste von Elementen und, optional, zusätzliche nicht aufgeführte Punkte einschließt. Nur eindeutig gegenteilige Begriffe, wie „nur eines oder „genau eines von“ oder, wenn sie in den Ansprüchen verwendet werden, „bestehend aus“, beziehen sich auf die Aufnahme genau eines Elements einer Anzahl oder Liste von Elementen. Im Allgemeinen ist der Begriff „oder“, wie er hier verwendet wird, nur dann so auszulegen, dass er ausschließliche Alternativen bezeichnet (d.h. „das eine oder das andere, aber nicht beide“), wenn ihm Ausschließlichkeitsbegriffe vorangestellt sind, wie „entweder“, „eines von“, „nur eines von“ oder „genau eines von“, „im Wesentlichen bestehend aus“, wenn er in den Ansprüchen verwendet wird, seine gewöhnliche Bedeutung hat, wie sie auf dem Gebiet des Patentrechts verwendet wird.

[0031] Wie hier in der Spezifikation und in den Ansprüchen verwendet, sollte der Ausdruck „mindestens eines“ in Bezug auf eine Liste von einem oder mehreren Elementen so verstanden werden, dass er mindestens ein Element bezeichnet, das aus einem oder mehreren der Elemente in der Liste der Elemente ausgewählt wurde, aber nicht notwendigerweise mindestens eines von jedem einzelnen speziell in der Liste der Elemente aufgeführten Element einschließt und keine Kombinationen von Elementen in der Liste der Elemente ausschließt. Diese Definition erlaubt auch, dass optional andere Elemente als die in der Liste der Elemente, auf die sich der Ausdruck „mindestens eines“ bezieht, spezifisch identifizierten Elemente vorhanden sein können, unabhängig davon, ob sie mit den spezifisch identifizierten Elementen in Beziehung stehen oder nicht. So kann sich als nicht einschränkendes Beispiel „mindestens eines von A und B“ (oder, äquivalent, „mindestens eines von A oder B“ oder, äquivalent, „mindestens eines von A und/oder B“) in einer Ausführungsform auf mindestens eines, gegebenenfalls auch auf mehrere, A beziehen, ohne dass B vorhanden ist (und gegebenenfalls auch andere Elemente als B); in einer anderen Ausführungsform auf mindestens eine, gegebenenfalls mehr als eine, B, ohne Vorhandensein von A (und gegebenenfalls mit anderen Elementen als A); in einer anderen Ausführungsform auf mindestens eine, gegebenenfalls mehr als eine, A, und mindestens eine, gegebenenfalls mehr als eine, B (und gegebenenfalls mit anderen Elementen); usw.

[0032] Sowohl in den Ansprüchen als auch in der obigen Spezifikation sind alle Übergangsformulierungen wie „umfassen“, „einschließen“, „tragen“, „haben“, „enthalten“, „einbeziehen“, „einbeziehen“, „hal-

ten“, „zusammengesetzt aus“ und dergleichen so zu verstehen, dass sie ergebnisoffen sind, d.h. dass sie einschließen, aber nicht darauf beschränkt sind. Nur die Übergangssätze „bestehend aus“ und „bestehend im Wesentlichen aus“ sind geschlossene bzw. halbgeschlossene Übergangssätze, wie im Handbuch des US-Patentamts für Patentprüfungsverfahren, Abschnitt 2111.03, dargelegt.

[0033] Es wird davon ausgegangen, dass, obwohl die Begriffe „erste“, „zweite“ usw. hier verwendet werden können, um verschiedene Elemente zu beschreiben, diese Elemente nicht durch diese Begriffe eingeschränkt werden sollten. Diese Begriffe werden nur verwendet, um ein Element von einem anderen zu unterscheiden. Beispielsweise könnte ein erstes Element als ein zweites Element bezeichnet werden, und ebenso könnte ein zweites Element als ein erstes Element bezeichnet werden, ohne vom Anwendungsbereich der Beispielausführungen abzuweichen. In der hier verwendeten Form schließt der Begriff „und/oder“ alle Kombinationen von einem oder mehreren der zugehörigen aufgelisteten Elemente ein. In der hier verwendeten Form sollen die Singularformen „einer/eine/eines“ und „der/die/das“ auch die Pluralformen einschließen, es sei denn, aus dem Kontext geht eindeutig etwas anderes hervor.

[0034] Das Wort „exemplarisch“ wird hier verwendet, um „als Beispiel, Instanz oder Illustration zu dienen“. Jede hierin als „beispielhaft“ beschriebene Ausführungsform ist nicht notwendigerweise als bevorzugt oder vorteilhaft gegenüber anderen Ausführungsformen auszulegen. Darüber hinaus sollten alle hierin beschriebenen Ausführungsformen als beispielhaft angesehen werden, sofern nicht anders angegeben.

[0035] Das Wort „Netzwerk“ wird hier verwendet, um ein oder mehrere konventionelle oder proprietäre Netzwerke zu bezeichnen, die ein geeignetes Netzwerk-Datenübertragungsprotokoll oder andere Spezifikationen und/oder Richtlinien verwenden, die auf die Übertragung von Informationen anwendbar sein können. Beispiele für solche Netzwerke sind PSTN, LAN, WAN, WiFi, WiMax, Internet, World Wide Web, Ethernet, andere drahtlose Netzwerke und dergleichen.

[0036] Der Ausdruck „drahtloses Gerät“ wird hier verwendet, um ein oder mehrere konventionelle oder proprietäre Geräte zu bezeichnen, die Funkfrequenzübertragungstechniken oder andere Techniken verwenden, die die Übertragung von Informationen ermöglichen. Beispiele für solche drahtlosen Geräte sind Mobiltelefone, Desktop-Computer, Laptop-Computer, Handheld-Computer, elektronische Spiele, tragbare digitale Assistenten, MP3-Player, DVD-Player oder Ähnliches.

[0037] Die BLE-Vernetzung ermöglicht die Erkennung und Verbindung zwischen Geräten, die in der Regel keine ständige Verbindung zwischen ihnen benötigen, damit ein Informationsaustausch in Form von Daten stattfinden kann. Solche Geräte sind jedoch auf eine verlängerte Batterielebensdauer angewiesen, damit die Möglichkeit für einen solchen Austausch weiterhin zuverlässig besteht. Die Geräte selbst unterscheiden sich in ihrer Konstruktion, ob es sich z.B. um einen Sensor, ein Mobiltelefon, einen Netzzugangspunkt (AP) oder ein anderes Objekt handelt, das so konfiguriert ist, dass es BLE-Kommunikation(en) ermöglicht und/oder bereitstellt und das entweder stationär oder mobil ist, wie z.B. ein BLUETOOTH-Tag. Im Zusammenhang mit BLE-Netzwerken werden solche Geräte durch die BLUETOOTH-Kernspezifikation 4.0 vorgeschrieben und sind gegebenenfalls mit IEEE 802.15.1 kompatibel.

[0038] Typischerweise übernehmen eines oder mehrere dieser Geräte im Zusammenhang mit der BLE-Kommunikation die Rolle einer zentralen **10** und einer peripheren **12**, wie in **Fig. 1** dargestellt. Ein Peripheriegerät wird im Allgemeinen als ein Gerät verstanden, das lediglich seine Anwesenheit an ein anderes Gerät, das als zentral bezeichnet wird, sendet oder dafür wirbt, mit der Absicht, dass diese Anwesenheit von diesem zentralen Gerät erkannt wird. Die Übertragung erfolgt im Allgemeinen in Form einer Baken-Werbenachricht, die als Radiofrequenz-Signal (RF) übertragen wird. Sollte es zu einer Erkennung kommen, wird im Allgemeinen auch davon ausgegangen, dass die Zentrale entscheidet, ob eine Verbindung mit der Peripherie hergestellt werden soll. Wenn diese Feststellung bejaht wird, stellt die Zentrale eine Verbindung her und schreibt auch alle Bedingungen vor, unter denen eine Verbindung mit einem Peripheriegerät hergestellt werden soll. Der gerichtete Fluss der Übertragung der Baken-Werbenachricht, die ein HF-Signal vom Peripheriegerät enthält, ist in **Fig. 1** durch Pfeile „A“ dargestellt, während der gerichtete Fluss der Herstellung einer Verbindung mit dem Peripheriegerät durch die Zentrale durch Pfeile „B“ dargestellt ist.

[0039] Ein solches Schema macht die Vernetzung der BLE anfällig für die vielen oben diskutierten Mängel.

[0040] In dem Bemühen, diese Unzulänglichkeiten zu beheben, kehren die hierin offengelegten Verkörperungen also die Richtungsflüsse der Übertragung der Baken-Werbenachricht und der Verbindung um, um dadurch die Rollen einer konventionellen Zentrale und einer konventionellen Peripherie umzukehren und eine solche Rollenenumkehr auf geeignete Knoten in einem BLE-fähigen Netz anwendbar zu machen.

[0041] **Fig. 2** veranschaulicht eine solche Umkehrung der Rollen insofern, als jeder der beispielhaften

batteriebetriebenen BLE-Endknoten (ENs) **14** für die Erkennung einer Baken-Werbenachricht verantwortlich ist, die von einem beispielhaften batteriebetriebenen BLE-Zugangspunkt (AP) **16** in Richtung der Pfeile „A“ übertragen wird, und darüber hinaus, wobei diese ENs **14** allein für die Bewertung und/oder Feststellung verantwortlich sind, ob eine BLE-Verbindung mit dem AP **16** initiiert und/oder hergestellt werden soll, wie in Richtung der Pfeile „B“ gezeigt. Das heißt, in keiner Weise ist die AP **16** verantwortlich für die Bewertung und/oder Bestimmung eines Aspekts oder von Aspekten, ob eine Verbindung zwischen einer entsprechenden AP **16** und einer entsprechenden EN **14** hergestellt werden soll, und während solche Aspekte oder Aspekte vielmehr allein von der EN **14** bewertet und/oder bestimmt werden, so dass die EN **14** selbst in die Lage versetzt wird, dann allein die obengenannte Verbindung einzuleiten und/oder herzustellen, wenn dies von der EN **14** als angemessen erachtet wird. Der Begriff „einleiten“ bedeutet hier, alle anfänglichen Schritte zu unternehmen oder alle anfänglichen Verfahren in Kraft zu setzen, und die Begriffe „herstellen“ oder „etablieren“ bedeuten, alle Schritte zu unternehmen oder alle Verfahren in Kraft zu setzen, die sich darauf beziehen, ob eine Verbindung zwischen einem AP **16** und einer EN **14** verursacht und/oder aufrechterhalten werden soll, und danach eine solche Verbindung herzustellen und/oder aufrechtzuerhalten.

[0042] **Fig. 3-6** und die zugehörigen Beschreibungen unten befassen sich mit verschiedenen Arten der Zuordnung einer EN **14** zu einem AP **16**. Dabei veranschaulicht **Fig. 3** ein BLE-fähiges Netzwerk und dessen Kommunikationssystem, **Fig. 4** eine Art der Annäherungszuordnung eines BLE EN zu einem BLE AP, **Fig. 5** eine Art der Erkennung eines BLE AP durch ein BLE EN und **Fig. 6** eine Art der Verbindung eines BLE EN mit einem BLE AP. Dabei ist zu verstehen, dass ein EN **14** zu keinem Zeitpunkt seine Position an ein AP **16** überträgt, sondern dass die Position des EN **14** durch relative Zuordnung eines oder mehrerer APs **16** bestimmt werden kann.

[0043] Genauer gesagt, **Fig. 3** veranschaulicht ein BLE-fähiges Netzwerk **18** und dessen Kommunikationssystem gemäß den vorliegenden Ausführungen, in dem die ENs **14** eine empfangene Signalstärke (RSS) aller von den APs **16** übertragenen Baken-Werbenachrichten erkennen, nur die Nähe in bezug auf die APs **16** bestimmen und weiterhin nur alle Verbindungen zwischen den ENs **14** und den APs **16** initiieren und herstellen, und zwar als Reaktion auf die Bewertung und/oder Entscheidung z.B. in Bezug auf solche RSS, in der Baken-Werbenachricht enthaltene Informationen und/oder andere Informationen, wie unten in Bezug auf FIGS diskutiert. 4-6. Sobald eine Verbindung zwischen einer EN **14** und einem AP **16** hergestellt ist, Daten wie z.B., optional, identifizierende Informationen, außer Standortinformationen, der

EN 14 und identifizierende Informationen, außer dem verbundenen AP 16, des nächstgelegenen AP 16 und enthaltene Informationen der EN 14, einschließlich z.B. sensorische Informationen davon, kann an den jeweiligen AP 16 übertragen werden, um über einen Backhaul 20, der durch eine Zellular-, WiFi- oder Low Power Wide Area Network (LPWAN)-Konfiguration implementiert ist, an ein Netzwerk oder einen Cloud-Service 22 zur Übertragung an ein Endgerät 24 des Endbenutzers, wie z. B. ein Personal Computing oder ein anderes elektronisches Gerät, das zur Übertragung der oben genannten Informationen in der Lage ist, übertragen zu werden. Einschlägige Identifizierungs- und/oder Standortinformationen der APs 16 sind dem Netzwerk 22 bekannt. Ein solcher Netz- oder Cloud-Service 22 umfasst eine beliebige der verfügbaren Daten- und Konnektivitätsplattformen, um Benutzern von Knoten innerhalb des Netzes 18 beispielsweise die Verwaltung und Verteilung von Informationen, die für die Knoten relevant sind, und/oder von Informationen, die bei der Verwaltung der Knoten gewünscht werden, zu ermöglichen. Ein Beispiel für eine solche Plattform ist CONDUCTOR, erhältlich bei Link Labs, Inc. in Annapolis, Maryland.

[0044] Wie erwähnt, kann die EN 14 identifizierende Informationen der AP 16 übermitteln, die der EN 14 am nächsten kommt. Ein solcher AP 16 kann ein AP 16 sein, der an das Netzwerk 22 anschließbar ist, oder auch nicht, wie im Folgenden erläutert wird. In diesem Zusammenhang ist zu verstehen, dass ein AP 16 anschließbar ist, wenn er über Backhaul 20 an das Netzwerk 22 angeschlossen werden kann, und als nicht anschließbar, wenn eine solche Verbindung nicht hergestellt werden kann. Beispielsweise werden nicht anschließbare AP 16, die gemäß Fig. 3 im Netz 18 vorhanden sein können oder nicht, in gestrichelten Linien dargestellt, ebenso wie die Übertragungen ihrer Baken-Werbenachricht.

[0045] Des Weiteren ist zu verstehen, dass die Kommunikation zwischen einer EN 14 und AP 16 hier zwar im Zusammenhang mit dem BLE-Protokoll diskutiert wird, dass aber erwogen wird, dass eine solche Kommunikation gegebenenfalls auch optional nach einem anderen drahtlosen Protokoll erfolgen kann. Es ist auch zu verstehen, dass EN 14 und AP 16 beispielhaft für erste bzw. zweite Netzwerkknoten stehen, die ähnlich konfiguriert sein können wie EN 14 und AP 16, um Kommunikationen in Bezug auf die hier beschriebene BLE-Vernetzung und/oder gemäß dem anderen, oben besprochenen geeigneten drahtlosen Protokoll durchzuführen.

[0046] In einem beispielhaften Fall, in dem eine entsprechende EN 14 mobil ist, ist die EN 14 mit einem Schätzer konfiguriert, der geeignete Software und/oder Hardware zur Schätzung der Nähe zu einem gegebenen AP 16 auf der Basis von RSS umfasst, und ist ebenfalls mit geeigneter Software und/oder Hard-

ware zur Durchführung aller Operationen konfiguriert, die mit der Initiierung und/oder dem Aufbau einer Verbindung mit einem AP 16 verbunden sind.

[0047] Der Schätzer führt eine Bayes'sche Schätzung durch, und zwar eine maximale a posteriori (MAP) Schätzung für jeden AP 16, auf den das Mobiltelefon EN 14 zum Zeitpunkt der Begegnung trifft, d.h. zum Zeitpunkt des Empfangs einer einzelnen oder mehrerer Baken-Werbenachrichten, um entweder eine einzelne RSS oder alternativ mehrere RSSs zu berücksichtigen. Mit anderen Worten, die MAP-Schätzung kann entweder (1) ein einzelnes RSS zum Zeitpunkt des Empfangs einer Baken-Werbenachricht von dem jeweiligen AP 16 oder (2) zur Milderung des RF-Hopping eine vorbestimmte Anzahl aufeinanderfolgender RSSs, z.B. fünf RSSs, die aus mehreren Baken-Werbenachrichten von dem jeweiligen AP 16 resultieren, berücksichtigen. Darüber hinaus können die EN 14 und ihr Schätzer auch so konfiguriert werden, dass die MAP-Schätzung jederzeit während des Betriebs der EN 14 durchgeführt wird. Die Schätzung ist durch die folgende Gleichung (1) gegeben,

$$p(x_t | y_{1:N}) = p(y_{1:N} | x_{1:N}) \int p(x_t | x_{t-1}) p(x_{t-1} | y_{t-1}) dx_{t-1}$$

Gleichung (1)

[0048] Auf diese Weise wird die posteriore Verteilung $p(x_t | y_{1:N})$ $p(x_{t-1} | y_{t-1})$ vom Zeitpunkt t-1 bis zum aktuellen Zeitpunkt t vorgenommen $p(x_t | x_{t-1})$. Es wird erwogen, dass eine Varianz der vorherigen Schätzung, $p(x_{t-1} | y_{t-1})$, um eine vorbestimmte Rate erhöht wird. Dementsprechend kann ein neuer nachträglicher Schätzwert auf der Grundlage aller Beobachtungen durch eine EN 14 in Übereinstimmung mit Gleichung (2) wie folgt erhalten werden:

$$p(y_{1:N} | x_{1:N}) = \prod_{i=1}^N p(y_i | x_i)$$

Gleichung (2)

Dabeisteht x_i für einen variablen Abstand von einem EN 14 zu einem AP 16, y_i für ein RSS einer einzelnen Baken-Werbenachricht oder RSSs mehrerer Baken-Werbenachrichten und N für eine Anzahl von Beobachtungen, d.h. eine Anzahl von empfangenen Baken-Werbenachrichten. In diesem Zusammenhang wird der höchste Wert oder die minimale Varianz der Verteilung als MAP-Schätzung gewählt.

[0049] Sobald die MAP-Schätzung erhalten wurde, wird für jeden AP 16, auf den die EN 14 stößt, ein Konfidenzwert berechnet, der einen Erwartungswert repräsentiert, dass ein entsprechender AP 16 der EN 14 am nächsten kommt, und zwar auf der Grundlage der geschätzten posterioren Verteilung und der nachstehenden Gleichung (3) und insofern, als eine vor-

gegebene Varianz von 10 dB in RSS als optionale, akzeptable Varianz dafür festgelegt wird:

$$P \frac{10 \text{ dB}}{10 \text{ dB}} = 1 - 2Q \left(\frac{10 \text{ dB}}{\sigma_{\text{posterior}}} \right).$$

Gleichung (3)

[0050] Es ist also zu verstehen, dass eine andere Varianzstufe als die vorgegebene Varianz eingestellt werden könnte, die z.B. von der/den Gerätekonfiguration(en) eines oder mehrerer der AP 16 und EN 14 abhängt.

[0051] Die Auswahl, welcher AP 16 der EN 14 am nächsten kommt, wird als der AP 16 bestimmt, der den höchsten Vertrauenswert ergibt. Wenn jedoch ein weiterer AP 16 einen nächst höheren Vertrauenswert ergibt, der einer vorgegebenen Toleranz für den Vertrauenswert entspricht, wird der AP 16 ausgewählt, der der EN 14 am nächsten kommt, und zwar aus allen AP 16, die eine von der EN 14 empfangene Baken-Werbenachricht ausgestrahlt haben. Darüber hinaus kann die Signalstärke eines AP 16 in Übereinstimmung mit einem in der Baken-Werbenachricht enthaltenen Anpassungsfaktor so eingestellt werden, dass die EN 14 die ausschließliche Auswahl trifft, d.h. jeder andere AP 16, dessen Baken-Werbenachricht die EN 14 empfangen hat, wird von der Betrachtung als dem EN 14 am nächsten liegend ausgeschlossen. Es ist zu verstehen, dass der Schätzer eines bestimmten EN 14 so konfiguriert werden kann, dass er einen statistischen Fingerabdruck der AP 16-Assoziationen erstellt, um die Interpretation zukünftiger Assoziationsmuster zu optimieren.

[0052] Fig. 4 legt eine Sequenz der oben genannten Näherungsbestimmung fest, die die Zuordnung einer entsprechenden EN 14 zu einer entsprechenden AP 16 ermöglicht.

[0053] Darin beginnt der Fluss im Entscheidungsblock 410 und geht weiter zum Entscheidungsblock 420, in dem eine EN 14 eine RSS von einem oder mehreren APs 16 erhält. Danach, im Entscheidungsblock 430, misst die EN 14 die RSSs. Im Entscheidungsblock 440 berechnet der Schätzer, der integral mit der EN 16 konfiguriert ist, eine MAP-Schätzung für jede der RSSs. Anschließend berechnet EN 14 im Entscheidungsblock 450 einen Konfidenzwert aus jeder der geschätzten posterioren Verteilungen. Im Entscheidungsblock 460 wird der AP 16, der den höchsten Vertrauenswert ergibt, als der AP 16 ausgewählt, der dem EN 14 am nächsten kommt. Der Fluss geht dann als Reaktion auf die Auswahl durch den EN 14 zu den Entscheidungsblöcken 470-480 über. Im Entscheidungsblock 470 zeichnet EN 14 die Auswahl des AP 16 gemäß dessen Identifizierungsinformationen auf, einschließlich z.B. seiner Netzwerkadresse oder anderer geeigneter Netzwerkidentifizierungsin-

formationen. Mit dem Entscheidungsblock 480 endet der Prozess der Nahbereichszuordnung.

[0054] Darüber hinaus wird erwogen, dass EN 14 sein Verhalten in Abhängigkeit von bestimmten Bedingungen modulieren kann. Beispielsweise kann die EN 14 die Häufigkeit, mit der sie ihre MAP-Schätzung durchführt, variieren, je nachdem, ob die EN 14 stationär oder in Bewegung ist. Das heißt, EN 14 kann seine Schätzung häufiger durchführen, wenn er sich bewegt, und weniger häufig, wenn er stationär ist. Darüber hinaus kann EN 14 so konfiguriert werden, dass es eine vorbestimmte Aktion ausführt, je nachdem, ob es sich an einem vorbestimmten Ort befindet (z.B. Aktivierung einer lichtemittierenden Vorrichtung (LED) oder eines Alarms) und/oder ob kein weiterer AP 16 erkannt wird (z.B. Deaktivierung einer Vorrichtung).

[0055] Zusätzlich und in Übereinstimmung mit den Fig. 5-6 wird die Entscheidung, mit welchem AP 16 sich ein mobiles EN 14 verbinden soll und an welchen es die Identifizierungsinformationen des nächstgelegenen AP 16 übermitteln darf, auf der Grundlage des Erreichens eines höchsten Verbindungswertes, der vom mobilen EN 14 berechnet wird, bestimmt. Das heißt, wenn sich eine mobile EN 14 in die Nähe eines oder mehrerer APs 16 bewegt, wird der Wert der Verbindung mit einem der APs auf der Grundlage mehrerer Komponenten, einschließlich des Konfidenzwertes gemäß Fig. 4 und eines zugehörigen Gewichtungsfaktors, eines Netzwerklastwertes und eines zugehörigen Gewichtungsfaktors sowie eines Assoziationsfaktors des sendenden AP 16, bewertet und durch die folgende Gleichung (4) gegeben:

$$\sigma = \alpha \cdot P + \beta \cdot L + \gamma, \quad \text{Gleichung (4)}$$

in der σ stellt den Verbindungswert als Absolutwert dar, α stellt einen Gewichtungsfaktor dar, der dem von der EN 14 berechneten Vertrauenswert zugeordnet ist, P stellt den Vertrauenswert dar, β stellt einen Gewichtungsfaktor dar, der der Auslastung des verbundenen Netzes zugeordnet ist, L stellt einen Auslastungswert des verbundenen Netzes dar und ist in der Baken-Werbenachricht enthalten, und γ stellt einen Assoziationsfaktor für einen jeweiligen AP 16 dar, so dass γ gleich Null ist, wenn die EN 14 keine vorherige Verbindung mit dem jeweiligen AP 16 hergestellt hat, und gleich einem vorbestimmten höchsten Wert ist, wenn der jeweilige AP 16 der AP 16 ist, mit dem die EN 14 eine vorhergehende Verbindung hergestellt hat.

[0056] Auf diese Weise kann eine EN 14, die sich zwischen verschiedenen APs 16 bewegt, die an das Netz 22 anschließbar oder nicht anschließbar sein können, eine optimale Verbindung zwischen diesen APs 16 auf der Grundlage der oben genannten Kom-

ponenten bestimmen, die gemäß Gleichung 4 den höchsten Verbindungswert ergibt.

[0057] Sobald eine solche Verbindung hergestellt ist, wie durch die beispielhaften Doppelpfeile in **Fig. 3** angedeutet, kann der angeschlossene AP 16 von der EN 14 die Identifikationsinformation eines anderen AP 16 erhalten, der in einem Fall, in dem festgestellt wurde, dass der angeschlossene AP 16 den höchsten Verbindungswert, aber nicht den höchsten Vertrauenswert erreicht hat, am nächsten liegt. Das andere, nächstgelegene AP 16 kann eines der folgenden sein: ein nicht anschließbares AP 16 oder ein anderes anschließbares AP 16, das in **Fig. 3** unter 26 angegeben ist und zu dem keine Verbindung hergestellt wurde, weil es nicht den höchsten Verbindungswert erreicht hat. Es ist also zu verstehen, dass die Berücksichtigung des Vertrauenswertes in Gleichung 4 die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass der nächstgelegene AP 16 derjenige ist, an den EN 14 angeschlossen wird. Dieses Szenario ist jedoch angesichts der Anschlussfähigkeit eines oder mehrerer APs 16 und anderer Überlegungen, die bei der Bestimmung des Anschlusswertes nach Gleichung 4 verwendet wurden, nicht sicher.

[0058] Die Art und Weise der Bestimmung der oben genannten optimalen Verbindung an der mobilen EN 14 wird durch den Ablauf der **Fig. 5-6** demonstriert. **Fig. 5** liefert eine Sequenz für die Abtastung zur Erkennung einer Baken-Werbenachricht, die jeweils von einem oder mehreren APs 16 übertragen wird, während **Fig. 6** eine Sequenz zur Bestimmung eines AP 16 liefert, mit dem sich die EN 14 verbinden sollte, basierend auf dem oben diskutierten Verbindungswert σ , wie er gemäß Gleichung 4 bestimmt wird.

[0059] Der Fluss beginnt in **Fig. 5** im Entscheidungsblock **510** und setzt sich bis zum Entscheidungsblock **520** fort, in dem EN 14 nach einer entsprechenden Baken-Werbenachricht von einem oder mehreren APs 16 sucht und diese erkennt, deren Identifikations- und/oder Standortinformationen dem Netz **22** bekannt sind. Danach verarbeitet EN 14 im Entscheidungsblock **530** eine erkannte Baken-Werbenachricht, um eine UUID-Übereinstimmung (Universally Unique Identifier) zu bestimmen, wobei die Identifikationsdaten des AP 16, der die Baken-Werbenachricht aussendet, als zum Netz **22** gehörend bestätigt werden. Von dort geht der Fluss zum Entscheidungsblock **540** weiter, um eine Token-Übereinstimmung zu bestimmen und zu bestätigen. Wenn eine Übereinstimmung bei **540** bestätigt wird, wird der sendende AP 16 im Entscheidungsblock **550** zu einer Liste der erkannten APs 16 („Erkennungsliste“) hinzugefügt, für die die Entscheidungen in den Blöcken **530** und **540** bestätigt wurden. Während des Betriebs des Schätzers in den Entscheidungsblöcken **520-540** berechnet der Schätzer von EN 14 entsprechende Konfidenzwerte für die erkannten APs und

zeichnet jeden der entsprechenden Konfidenzwerte für die erkannten APs 16 auf, so dass der erreichte Konfidenzwert einem entsprechenden erkannten AP 16 zugeordnet wird, wenn ein solcher AP 16 der Erkennungsliste hinzugefügt wird, und auch seine Auswahl des nächstgelegenen AP 16. Danach wird im Entscheidungsblock **560** festgestellt, ob der Scanvorgang abgelaufen ist. Falls nicht, wie bei negativen Entscheidungen in den Entscheidungsblöcken **530** und **540**, wird das Scannen fortgesetzt. Wenn der Abtastvorgang abgelaufen ist, läuft der Ablauf weiter, wie in **Fig. 6** dargestellt, um zu bestimmen, welche AP 16 aus der Liste der Nachweise die EN 14 verbinden sollen.

[0060] Auf der Grundlage eines aufgetretenen Timeout und der Erkennungsliste geht der Fluss dann vom Entscheidungsblock **560** zum Entscheidungsblock **610** von **Fig. 6** weiter, um eine Liste der APs 16 zu initialisieren, an die sich die EN 14 anschließen sollte (um eine „Verbindungsliste“ bereitzustellen). Sobald diese Verbindungsliste initialisiert ist, wird ein AP 16 mit seinem zugehörigen Vertrauenswert aus der Nachweisliste im Entscheidungsblock **620** gezogen und dann im Entscheidungsblock **630** bestimmt, ob ein solcher AP 16 z.B. an das Netz **22** aus **Fig. 3** angeschlossen werden kann. Wenn das gezeichnete AP 16 anschließbar ist, geht der Fluss in Bezug auf dieses gezeichnete AP 16 zum Entscheidungsblock **640**, wo ein Verbindungswert dafür gemäß Gleichung (4) berechnet wird. Der Fluss wird dann iterativ durch die Entscheidungsblöcke **620-640** geleitet, bis die im Entscheidungsblock **550** bereitgestellte Erkennungsliste leer ist. Aus den jeweiligen Verbindungswerten, die im Entscheidungsblock **640** berechnet wurden, wählt EN 14 im Entscheidungsblock **650** den AP 16 mit dem höchsten Verbindungswert gemäß Gleichung (4) aus und verbindet sich mit diesem, und fährt mit dem Ende im Entscheidungsblock **660** fort, sobald die Verbindung hergestellt ist.

[0061] Während dieser Verbindung können jedoch Identifizierungsinformationen, mit Ausnahme von Standortinformationen, eines AP 16, der der EN 14 am nächsten liegt, aber nicht an das Netz **22** angeschlossen werden kann, von der EN 14 an den AP 16 übertragen werden, mit dem die oben genannte Verbindung hergestellt wurde.

[0062] Auf diese Weise dient die oben erwähnte Näherungsbestimmung nach dem diskutierten Vertrauenswert dem doppelten Zweck, sowohl zu bestimmen, welcher AP 16, ob der AP 16 anschließbar oder nicht anschließbar ist, einer EN 14 am nächsten kommt, als auch eine Grundlage für die Bestimmung zu schaffen, welcher AP 16 die EN 14 anschließen sollte. Das heißt, der AP 16, mit dem die EN 14 letztlich verbunden wird, kann die Identifizierungsinformation eines nicht anschließbaren AP 16 erhalten, der der EN 14 am nächsten liegt, so dass eine relative

Bestimmung der Lage der EN 14 unter Bezugnahme auf diesen letzteren, nicht anschließbaren AP 16 bestimmt werden kann. Auf diese Weise wird die Granularität der obigen Näherungsbestimmung so erhöht, dass nicht anschließbare AP 16 und nicht nur anschließbare AP 16 vom Schätzer der EN 14 jeweils berücksichtigt werden, um eine genauere AP/EN-Näherungszuordnung verfügbar zu machen.

[0063] Dementsprechend kann, wenn sich die mobile EN 14 in den Bereich eines oder mehrerer APs 16 hinein und aus diesem heraus bewegt, die Verbindung mit einem entsprechenden AP 16 auf der Grundlage der oben genannten Vertrauens- und Verbindungswerte hergestellt werden, so dass der angeschlossene AP 16 ebenfalls einen höchsten Vertrauenswert ergeben kann, so dass er der EN 14 am nächsten kommt und die optimale Verbindung gemäß Gleichung (4) darstellt. In diesem Fall wird diese Nähe dem Benutzer **24** aufgrund der hergestellten Verbindung und des Fehlens anderer AP 16-Identifikationsinformationen, die an das Netz **22** übertragen werden, bekannt gemacht.

[0064] Eine solche Fähigkeit einer EN 14 zur Auswahl und Verbindung mit einem spezifizierten, jeweiligen AP 16 beseitigt die Unzulänglichkeiten der konventionellen BLE-Vernetzung, indem sie einer mobilen EN 14 die nötige Autonomie zur Initiierung und/oder Herstellung einer Verbindung mit einem AP 16 allein in Reaktion auf ihre eigene Bewertung und Entscheidungsfindung in Bezug auf Aspekte, die zu der oben genannten Nähe-Assoziierung, dem Verbindungswert und/oder anderen mit der EN 14 verbundenen Informationen beitragen, ermöglicht. Zum Beispiel können diese anderen Informationen optional einen oder mehrere Parameter in Bezug auf den Betrieb der EN 14 enthalten.

[0065] Bei der Beseitigung der oben genannten Mängel wird deutlich, dass die hier diskutierten Verkörperungen die konventionell überwältigende Zahl der von Peripheriegeräten übertragenen Werbung in der konventionellen BLE-Vernetzung beseitigen. Das heißt, die gegenwärtigen Verkörperungen reduzieren die Anzahl der zu einem bestimmten Zeitpunkt auftretenden Werbungen erheblich durch die hier diskutierte Rollenumkehr der BLE, bei der mehrere Endknoten die Werbung in Form von Baken-Werbenachricht von einem oder mehreren Zugangspunkten empfangen, anstatt sie zu übertragen.

[0066] Nach dem Anschluss kann die EN 14 dann ihre eigenen Identifizierungsinformationen, mit Ausnahme der Standortinformationen, und die Identifizierungsinformationen der nächstgelegenen AP 16 übertragen. Auf diese Weise wird, wenn Informationen eines AP 16, die nicht von dem angeschlossenen AP 16 stammen, nicht übertragen werden, davon ausgegangen, dass der angeschlossene AP 16 der

EN 14 am nächsten liegt. Gleichzeitig mit der Übertragung der oben genannten Informationen kann die EN 14 auch eine oder mehrere der in ihr enthaltenen Informationen übertragen, einschließlich sensorischer Informationen, Zugangsinformationen, Benachrichtigungsinformationen, Alarminformationen und alle anderen Status- und/oder Inhaltsinformationen davon, die für ihre spezielle Konfiguration anwendbar sind. Es ist zum Beispiel vorgesehen, dass die EN 14 jede der oben genannten Arten von Informationen so übertragen kann, dass sie auf solche Umgebungen anwendbar ist, einschließlich eines Arbeitsplatzes oder einer anderen Art von kommerzieller Umgebung, in der Handel ein Zweck ist, eines Wohnsitzes und einer medizinischen Einrichtung oder einer anderen Einrichtung, in der die Verfolgung von Personen oder Objekten notwendig und/oder erwünscht ist.

[0067] Die folgenden Beispiele beschreiben Beispiele für die Zuordnung eines bestimmten Endknotens (EN) 14 zu einem bestimmten Zugangspunkt (AP) 16. Darüber hinaus werden solche Beispiele im Kontext des BLE-aktivierten Netzwerks **18** von **Fig. 3** und mit dem beispielhaften Verständnis dargelegt, dass ein EN 14, der als BLE-Tag und/oder BLE-Tag definiert werden kann, der an einem bestimmten Objekt angebracht oder mit diesem verbunden ist, die Verbindung mit einem BLE-AP 16 sucht, der so konfiguriert ist, dass er Informationen des Tags über Backhaul **20** und Netzwerk **22** an einen Endbenutzer **24** meldet. In dieser Hinsicht wird in Betracht gezogen, dass EN 14 und AP 16 als beliebige stationäre und/oder mobile Knoten eines geeigneten drahtlosen Netzwerks verkörpert werden können und dass sie nach einem BLE-Protokoll oder einem anderen Protokoll arbeiten können, in dem solche Knoten als jeweilige erste und zweite Knoten gemäß einem der **Fig. 4, Fig. 5** und/oder **6** arbeiten können. In dieser Hinsicht ist auch zu verstehen, dass eine entsprechende EN 14 so konfiguriert werden kann, dass ihre Vertrauens- und Verbindungswerte gleichzeitig oder zu verschiedenen Zeiten berechnet werden können. Es ist davon auszugehen, dass die EN 14 jeden der Prozesse der **Fig. 4-6** zu jeder Zeit durchführen kann, unabhängig davon, ob die EN 14 mobil oder stationär ist. Somit ist die EN 14 so konfiguriert, dass sie zumindest eine Geschwindigkeit optimiert, mit der eine Verbindung hergestellt werden kann, zumindest im Hinblick auf die Nähe einer solchen Verbindung sowie die Effizienz einer solchen Verbindung, wie sie auf der Grundlage der Komponenten von Gleichung (4) verstanden wird.

[0068] In einem ersten Fall wird in Betracht gezogen, dass ein solches Etikett an einem Objekt, wie z.B. einem Krankenhausbett, angebracht wird, von dem man zu jedem Zeitpunkt, wenn es sich in einer Krankenhausumgebung bewegt, wissen möchte, wo es sich befindet. Man geht also davon aus, dass das Krankenhausbett mit dem daran befestigten An-

hänger im gesamten Krankenhaus vorübergehend ist und sich von Stockwerk zu Stockwerk und von Raum zu Raum bewegt, je nachdem, wann ein Patient einem bestimmten Verfahren unterzogen werden soll. Zu jedem beliebigen Zeitpunkt, wenn sich das Bett von einem Ort zum nächsten bewegt, kann sein Verbleib durch die Überwachung mit dem hier offengelegten BLE-Kommunikationssystem verfolgt werden.

[0069] Genauer gesagt, da sich das Krankenhausbett auf einer bestimmten Etage bewegen kann, wurde in Betracht gezogen, dass es sich zwischen einer Reihe von APs bewegen wird, deren Standort dem Krankenhausnetzwerk bekannt ist. Bei dieser Bewegung wird der am Bett angebrachte Tag nach Werbepfeilen scannen, die von den verschiedenen APs übertragen werden. Nach Empfang der übertragenen Signale wird das Tag so konfiguriert, dass es die oben besprochene MAP-Schätzung durchführt und einen höchsten Vertrauenswert für den AP berechnet, der sich zu einem gegebenen Zeitpunkt in nächster Nähe befindet und der mit dem Krankenhausnetzwerk verbunden werden kann oder auch nicht. Das Tag ist ferner so konfiguriert, dass es eine Verbindung mit einem bestimmten anschließbaren AP mit dem höchsten Verbindungswert herstellt, wie durch die beispielhaften Doppelpfeile gezeigt wird, die sich zwischen einem beispielhaften EN 14 und AP 16 von **Fig. 3** erstrecken, so dass die Identifizierungs- und anderen Informationen des AP in nächster Nähe zu einem gegebenen Zeitpunkt an den Endbenutzer übertragen werden können. Auf diese Weise kann sich das Bett und das daran befestigte Schild weiter bewegen, während der Prozess der Bestimmung der Nähe des Schildes sowohl zu anschließbaren als auch zu nicht anschließbaren APs bis zu dem optionalen Zeitpunkt fortgesetzt wird, an dem das Bett und das daran befestigte Schild stationär sind, so dass die Identifizierungsinformationen eines weiteren, anderen APs nicht gemeldet werden müssen.

[0070] Im Besonderen und in Fortführung des obigen Beispielszenarios ist das angehängte Tag alternativ und optional so konfiguriert, dass es einen Scan von Rundfunk-APs durchführt und ihre UUID- und Token-Informationen bewertet, um diese APs für die Aufnahme in eine aus dem Scan resultierende Erkennungsliste zu qualifizieren, aus der eine Verbindung mit einem bestimmten AP hergestellt wird, um die Identität des Tags, die Identitätsinformationen des AP, dem das Tag am nächsten ist, und/oder enthaltene Informationen des Tags an einen Endbenutzer zu übertragen. Sobald diese Erkennungsliste zusammengestellt und das Scannen abgeschlossen ist, sehen Verkörperungen der vorliegenden Offenlegung vor, dass das Tag so konfiguriert wird, dass es eine Verbindungsliste von APs aus den auf der Erkennungsliste zusammengestellten APs initialisiert. Nach der Initialisierung wird ferner erwogen, dass das Tag eine Bestimmung durchführt, ob ein AP über

Backhaul **20** mit dem Netzwerk **22** verbunden werden kann, um Informationen des Tags an einen Endbenutzer zu übertragen, der den Standort des Krankenhausbettes kennen möchte. Jeder anschließbare AP wird dann in Übereinstimmung mit der obigen Gleichung (4) hinsichtlich seines zugehörigen Verbindungswertes bewertet.

[0071] Genauer gesagt wird der Verbindungswert für jeden AP, der als mit dem Netzwerk **22** verbindbar bestimmt wird, auf der Grundlage von Komponenten bewertet, die einen Konfidenzwert, der ein Niveau der Erwartung repräsentiert, dass ein jeweiliger AP dem Tag am nächsten ist, und einen zugehörigen Gewichtungsfaktor, einen Netzwerklastwert und einen zugehörigen Gewichtungsfaktor sowie einen Assoziationsfaktor des AP umfassen. In Bezug auf den Assoziationsfaktor wird erwogen, dass ein solcher Faktor einen Wert von Null hat, wenn das Tag nicht mit dem zu evaluierenden AP verbunden ist, und einen höchsten Wert hat, wenn das Tag seine jüngste Verbindung mit diesem AP hatte. Auf diese Weise ergeben diejenigen verbindbaren APs, für die ein Verbindungswert durch das Tag ausgewertet wurde, einen AP mit dem höchsten Verbindungswert. Als solches wird das Tag dann diesen AP als den AP auswählen, mit dem eine Verbindung initiiert und aufgebaut werden soll, die die Übertragung relevanter Informationen des Tags, einschließlich der Identitätsinformationen des AP, dem das Tag am nächsten ist, an den Endbenutzer ermöglicht.

[0072] Bei der Betrachtung der obigen Ausführungsformen wird davon ausgegangen, dass die AP 16, wie in **Fig. 3** und **Fig. 7** dargestellt, in Bezug auf ihren Standort stationär sind, so dass ein Standort einer EN 14 aufgrund ihrer Nähe und/oder Verbindung zu einer bestimmten stationären AP 16, deren Standort dem Netz **22** als fest bekannt ist, der EN 14 zugeordnet wird. Dementsprechend befasst sich die folgende Diskussion im Zusammenhang mit der Bestimmung eines Standorts einer EN 14 in Bezug auf ein endgültiges Zielort TD, an dem die EN 14 voraussichtlich ankommen wird, mit der Art und Weise der Bestimmung des inkrementellen Standorts einer entsprechenden EN 14, während sich diese EN 14 auf dem Weg zu einem solchen endgültigen Zielort TD befindet.

[0073] In diesem Zusammenhang erwägen die **Abb. 7-9** und ihre begleitende Beschreibung die Bereitstellung eines BLE-fähigen Kommunikationssystems, bei dem der Standort einer oder mehrerer ENs 14 in Bezug auf einen variierenden/variablen Standort eines AP 30 bestimmt wird. Das heißt, der AP 30, der von einer oder mehreren ENs 14 als am nächsten gelegen bestimmt werden kann und mit dem eine oder mehrere ENs 14 verbunden werden können, ist mobil. Auf diese Weise und in Übereinstimmung mit einem mobilen AP 30, der einen höchsten Vertrauenswert in Übereinstimmung mit den Gleichun-

gen (1) - (3) und einen höchsten Verbindungswert in Übereinstimmung mit Gleichung (4), wie oben erläutert, erhält, ist eine Synchronität der Standortbestimmung zwischen jeder der einen oder mehreren ENs 14 und dem mobilen AP 30 gegeben. Wie weiter oben erläutert wird, wird eine solche Standortbestimmung durch die Zuordnung eines Standorts eines mobilen AP 30 zu einer EN 14 in Bezug auf ein endgültiges Ziel-TD erreicht, so dass z.B. der Verbleib einer bestimmten EN 14 an Punkten entlang einer Route in Richtung des endgültigen Zielortes inkrementell bekannt werden kann. Alternativ kann der Standort einer EN 14 durch Zuweisung eines oder mehrerer zufälliger Standorte des mobilen AP 30 bestimmt werden.

[0074] Unter Bezugnahme auf **Fig. 7** wird nun ein BLE-fähiges Netz **28** zur Verfügung gestellt, das dem Netz von **Fig. 3** ähnlich ist, jedoch enthält Netz **28** weiterhin beispielhafte batteriebetriebene mobile APs 30, wobei zwei davon so dargestellt sind, dass in anderen beispielhaften Ausführungsformen nur ein mobiles AP 30 oder mehrere zusätzliche mobile APs 30 eingebaut werden können. Jeder mobile AP 30 ist so konfiguriert, dass er über einen eigenen drahtlosen Backhaul **32** verfügt, der durch eine geeignete Hardware und/oder Software für die Übertragung von Informationen von und zu Netzwerk **22** implementiert wird und der z.B. ein Global System for Mobiles (GSM) oder Long-Term Evolution (LTE), einschließlich Cat-M1 oder NB-IoT, umfassen kann.

[0075] Zusätzlich und während jeder mobile AP 30 seine Baken-Werbenachricht in ähnlicher Weise sendet wie ein entsprechender AP 16 aus **Fig. 3**, wird die oben erwähnte Baken-Werbenachricht vom Netz **22** bereitgestellt, d.h. so konfiguriert, dass sie einen oder mehrere Parameter enthält, die anzeigen, dass ein entsprechender AP 30 mobil ist. Mit anderen Worten, ein mobiler AP 30 ist so eingestellt, dass er anzeigt, dass sein Standort nicht fest oder stationär ist. Dies steht im Gegensatz zu Baken-Werbenachrichten, die von stationären APs 16 des Netzes **28** gesendet werden, die vom Netz **28** so konfiguriert werden, dass sie anzeigen, dass diese APs 16 stationär sind.

[0076] Darüber hinaus kann ein solcher mobiler AP 30 ebenfalls über das Netz **22** oder auf andere Weise, z.B. durch anfängliche interne Programmierung, zur Verfügung gestellt werden, um einen Standort eines endgültigen Zielortes TD zu umfassen.

[0077] In Bezug auf die Bestimmungen durch eine EN 14, von denen das Mobilgerät AP 30 am nächsten liegt, funktioniert das Netz **28** gemäß den Gleichungen (1) - (3) anders als das Netz **Fig. 3**. Insbesondere das Netz **28** verleiht eine Verzerrung zugunsten der stationären APs 16. Das heißt, nach Empfang einer Baken-Werbenachricht von mindestens einem stationären AP 16 nimmt eine EN 14 ihre Annähe-

rungsbestimmung allein auf der Grundlage der Nachrichten von einem oder mehreren stationären APs 16 vor, so dass Nachrichten von allen mobilen APs 30, die sich in Reichweite der EN 14 befinden können, unberücksichtigt bleiben, um damit verbundene Werbung zu empfangen. Auf diese Weise kann ein Endbenutzer durch Kommunikation mit dem Netz **22** einen Standort einer EN 14 erhalten, d.h. den zugewiesenen Standort eines bestimmten stationären AP 16, bei dem dieser Standort dem Netz **22** bereits als fester Standort bekannt ist.

[0078] Eine EN 14 des Netzes **28** wird jedoch den Anschluss an das Netz **22** in Übereinstimmung mit Gleichung 4 bewerten, indem sowohl die stationären APs 16 als auch die mobilen APs 30 als potenzielle Anschlusspunkte berücksichtigt werden. Mit anderen Worten, sobald eine EN 14 ihre Verbindung gemäß Gleichung 4 bestimmt hat und sich entweder mit einem stationären AP 16, der sich in Reichweite der EN 14 befindet, oder einem mobilen AP 30, der sich in Reichweite der EN 14 befindet, verbunden hat, wird die Identifizierungsinformation, d.h. die MAC-Adresse (Media Access Control) des nächstgelegenen AP 16 oder AP 30, wie von der EN 14 gemäß den Gleichungen (1) - (3) bestimmt, von der EN 14 über die bestimmte Verbindung an das Netzwerk **22** übertragen und dann vom Netzwerk **22** als Standort der EN 14 zugewiesen. Wie zuvor diskutiert, bestimmt eine EN 14 ihre Nähe aus (1) nur stationären APs 16, wenn sich ein mobiler AP 30 ebenfalls in Reichweite der EN 14 befindet, oder (2) nur mobilen APs 30, wenn sich kein stationärer AP 16 in Reichweite der EN 14 befindet.

[0079] Die variable Positionierung eines mobilen AP 30 wird mit Hilfe der auf dem AP 30 selbst konfigurierten Hardware bestimmt. Diese Hardware kann aus einem oder mehreren herkömmlichen GPS-Empfängern (Global Positioning Satellite), einem herkömmlichen WiFi-Empfänger und einem herkömmlichen zellularen Modem bestehen. Wie im Folgenden erläutert wird, werden die Positionskordinaten des mobilen AP 30, wie z.B. Breiten- und Längengrad, zum Zweck der Zuweisung dieser Koordinaten durch das Netzwerk **22** an einen EN 14 ermittelt, der bestimmt hat, dass der mobile AP 30 am nächsten ist und/oder zu dem eine Verbindung mit ihm hergestellt werden sollte.

[0080] Wenn ein mobiler AP **30** mit einem GPS-Empfänger konfiguriert ist, bestimmt ein mobiler AP **30** Längen- und Breitengrad wie z.B. ein Smartphone oder ein anderes Computergerät, das GOOGLE MAPS oder eine andere bekannte globale Positionierungsanwendung ausführt.

[0081] Bei Konfiguration mit einem WiFi-Empfänger kann ein mobiler AP **30** für ein oder mehrere drahtlose lokale Netzwerke (WLANs), wie z. B. ein oder

mehrere WiFi-Netzwerke, Empfangssignalstärke-Indikatoren (RSSIs) für erkannte Netzwerke, Service Set IDs (SSIDs), die einen Namen eines bestimmten WiFi-Netzwerks darstellen, und Basic Service Set IDs (BSSIs), die die MAC-Adresse von Zugangspunkten innerhalb des erkannten Netzwerks darstellen, erhalten. Mit diesen Informationen, insbesondere den BSSIs für erkannte Netzwerke, ist der mobile AP **30** dann in der Lage, erkannte Adressen an Netzwerk **22** zu übermitteln. Netzwerk **22** koordiniert dann den Zugang zu Positionierungsdatenbanken für WiFi-Netzwerke, einschließlich z.B. der von GOOGLE verwalteten Datenbanken. Durch diese Koordination und den Abgleich dieser Adressen kann ein relativer Standort des mobilen AP **30**, der einen Breiten- und Längengrad für die detektierten Adressen umfasst, bestimmt und durch das Netz **22** jedem mobilen AP **30** zugeordnet werden, für den eine EN 14 seine Näherungs- und Verbindungsbestimmungen durchgeführt hat.

[0082] Bei Konfiguration mit einem Zellularmodem wird die Zellular-ID (CID) der Basis-Transceiverstation (BTS), mit der der mobile AP **30** kommuniziert, dem Netz **22** vorgeschaltet. Dort greift Netzwerk **22** auf eine Abbildung der BTS zu, wie sie von einem Mobilfunkanbieter mit Rechten an der BTS, wie VERIZON, AT&T oder ähnlichen Netzwerkbetreibern, verwaltet wird. Mit dieser Kartierung kann ein relativer Standort des mobilen AP **30**, der den Breiten- und Längengrad der kommunizierenden BTS umfasst, gelernt und vom Netz **22** jedem mobilen AP **30** zugeordnet werden, für den eine EN 14 seine Näherungs- und Verbindungsbestimmungen durchgeführt hat.

[0083] Wenn das Netzwerk **22** mit einer beliebigen Kombination von mobiler AP **30** Standortbestimmungs-Hardware einschließlich des GPS-Empfängers, des WiFi-Empfängers und des zellularen Modems, wie oben beschrieben, konfiguriert wird, ist das Netzwerk **22** so konfiguriert, dass es den relativen Standort des mobilen AP **30** innerhalb einer vorgegebenen Toleranz der Breiten- und Längenkoordinaten der Position berechnet und bestimmt. Eine solche Bestimmung kann z.B. in einem Fall erfolgen, in dem das Netzwerk **22** den Standort eines mobilen AP **30** unter Verwendung einer Kombination von z.B. GPS-Koordinaten und abgeleiteten WiFi-Koordinaten bestimmt, obwohl andere Kombinationen in Betracht gezogen werden.

[0084] In Bezug auf die Kommunikation zwischen einer EN 14 und einem mobilen AP 30 ist das Netzwerk **22** so konfiguriert, dass es eine EN 14 über einen mobilen AP 30 meldet, um bestimmte Einstellungen der EN 14 bereitzustellen. Zu diesen Einstellungen gehören Aspekte einer Herzschlag-Nachricht, d.h. einer von der EN 14 an das Netz **22** gesendeten Nachricht, die das Netz **22** über den Kommunikationszustand der EN 14 informiert. Als Beispiele können sol-

che Aspekte eine oder mehrere einer Batteriekonfiguration, ein Herzschlag-Nachrichtenintervall, das eine Zeitspanne zwischen den Übertragungen von Herzschlag-Nachrichten definiert, „Scans per fix“, das eine Anzahl von Scans definiert, die für jede Näherungsstandortbestimmung eines nächstgelegenen stationären AP 16 oder mobilen AP 30 durchzuführen sind, sowie alle Aktualisierungsinformationen in Bezug auf einen der vorgenannten Aspekte umfassen. Eine übertragene Herzschlag-Nachricht enthält die MAC-Adresse des nächstgelegenen stationären AP 16 oder mobilen AP 30.

[0085] Das Herzschlag-Meldungsintervall für eine stationäre EN 14, die im Netz **18** von **Fig. 3** in Betrieb ist, muss nicht so kurz sein wie z.B. eine EN 14, die im Netz **28** von **Fig. 7** in Betrieb ist. Dies ist der Fall, da der relative Standort einer EN 14 des Netzes **18** aufgrund ihrer Verbindung mit einem stationären AP 16, dessen Standort im Netzspeicher gehalten wird, bekannt ist. Mit anderen Worten, ein relativer Standort, der einer EN 14 aufgrund eines festen Standorts einer stationären AP 16 zugewiesen wird, ist im Wesentlichen unveränderlich.

[0086] Im Gegensatz dazu ist ein relativer Standort einer EN 14 des Netzes **28** variabel, da, wie diskutiert, ein solcher Standort in Abhängigkeit von einem genauen Standort eines mobilen AP **30** bestimmbar ist, der nach der EN 14 als am nächsten gelegen bestimmt wird und/oder zu dem eine Verbindung hergestellt werden sollte.

[0087] Dementsprechend ist das Netzwerk **22** so konfiguriert, dass ein Herzschlag-Nachrichtenintervall eines mobilen AP **30** anders bereitgestellt wird, so dass das oben erwähnte Intervall wesentlich kürzer ist als das eines stationären AP 16. Dies ist besonders nützlich, da Netzwerk **22** dadurch in die Lage versetzt wird, schnell von einem relativen Standort einer EN 14 zu erfahren, der sich aus einem zugewiesenen Standort eines mobilen AP **30** ergibt. Auf diese Weise können Metriken, die von einem Endbenutzer mit einem solchen Standort assoziiert werden, auf einer Bedarfsbasis oder in Echtzeit bewertet werden, je nach der durch das Netzwerk **22** bestimmten Bereitstellung. Solche Metriken können z.B. und in einem Fall, in dem die EN 14 mit einem Paket verbunden ist, das verfolgt werden muss, eine Berechnung von Strafen aufgrund einer überfälligen Ankunftszeit beinhalten.

[0088] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8** wird ein exemplarischer Container **34** mit einer Aggregation von ENs 14 gezeigt, die (wie durch die angegebenen Pfeile gezeigt) mit mindestens einem mobilen AP 30 kommunizierbar sind, von denen jeder so konfiguriert ist, dass er vom Netz **22** bereitgestellt werden kann. Container **34** kann jede Art von Haltevorrichtung umfassen, einschließlich z.B. einer Kiste, eines Kartons

oder einer anderen Vorrichtung, die in der Lage ist, Gegenstände sicher an ihrem Platz zu halten und ihre Entfernbarkeit zu ermöglichen. Wie gezeigt, ist Container **34** an einer beweglichen Plattform **36** befestigt, die in Richtung des Zielortes TD ausgerichtet werden kann. Die bewegliche Plattform **36** kann jede Art von Struktur umfassen, die in der Lage ist, Container **34** zu tragen, wie z.B. ein Bett oder der Bodenbelag eines Lieferfahrzeugs, Zinken eines Gabelstaplers, wie man sie in einem Lagerhaus oder in einem Seehafen mit mehreren Laderampen finden kann. Die Richtung des Zielbestimmungsortes TD kann jede abbildbare Richtung umfassen, so dass der Standort von Container **34** und sein Inhalt in Bezug auf diesen Zielbestimmungsort mit Hilfe der für ein mobiles AP **30** verfügbaren GPS-, WiFi- und Zellenkonfigurationen bestimmt werden kann.

[0089] Obwohl nur ein Container **34** gezeigt wird, wird erwogen, dass die bewegliche Plattform **36** mehrere ähnlich konfigurierte Container **34** tragen kann. Ebenso können ein oder mehrere der Container mehrere mobile APs **30** enthalten.

[0090] Jede der ENs **14** und der mobilen APs **30** kann in Bezug auf den Zielort TD bereitgestellt werden, so dass der Standort jeder dieser ENs **14** und mobilen APs **30** mit einer gewünschten Rate und Zeit genau bestimmt werden kann. Das heißt, der mobile AP **30** wird mit dem Zielort konfiguriert, und die ENs **14** werden jeweils mit einem Herzschlag-Meldungsintervall und einer Aktualisierungsrate dafür konfiguriert, um den Empfang von Baken-Werbemeldungen von einem oder mehreren mobilen APs **30** zu erkennen. Das heißt, das Herzschlag-Meldungsintervall kann entsprechend der untenstehenden Diskussion in Bezug auf **Fig. 9** konfiguriert werden. Genauer gesagt kann das Herzschlag-Meldungsintervall vom Netz **22** so konfiguriert werden, dass es mit abnehmender Entfernung vom Zielort TD abnimmt.

[0091] **Fig. 9** enthält eine grafische Darstellung, die ein beispielhaftes Szenario für eine Anzahl von Herzschlag-Nachrichtenübertragungen in Bezug auf ein Zielort TD eines mobilen AP **30** und die zugehörigen ENs **14** darstellt. Darin wird gezeigt, dass diese Anzahl von Übertragungen am größten ist, wenn das mobile AP **30** und die zugehörigen EN **14** dem Zielort am nächsten sind. Dies ist natürlich auf ein abnehmendes Herzschlag-Meldungsintervall zurückzuführen, das sich aus der Annäherung des mobilen AP **30** an den Zielort TD ergibt.

[0092] Während die relative Nähe des mobilen AP **30** in Form der Entfernung, d.h. in Meilen, angegeben wird, ist zu verstehen, dass andere messbare Parameter, wie z.B. Zeiteinheiten, ersetzt werden können. Obwohl der Standort bisher als Maßstab für die Bestimmung einer Einstellung des Herzschlagmeldungsintervalls relativ zur Bewegung des mobilen AP

30 diskutiert wurde, sollte auch verstanden werden, dass andere Kriterien, wie z.B. Temperatur oder andere sensorische Wahrnehmbarkeit, mit denen ein EN **14** ausgestattet sein kann, ebenfalls als Grundlage für die oben genannte Einstellung dienen können. Wenn z.B. eine EN **14** mit einer sensorischen Wahrnehmbarkeit, z.B. für die Temperatur, ausgestattet ist, kann die EN **14** vom Netz **22** bereitgestellt werden, um ihr Herzschlagintervall beim Auftreten einer bestimmten Temperatur oder eines bestimmten Temperaturbereichs anzupassen. Darüber hinaus kann die Einstellung des Intervalls der Herzschlagnachricht auch eine Funktion eines oder mehrerer Flags sein, die in der vom mobilen AP **30** übertragenen Baken-Werbemeldung gesetzt werden, so dass die EN **14** ihre Herzschlagnachricht entsprechend überträgt.

[0093] Die folgenden Beispiele beschreiben Beispiele für die Zuordnung einer EN **14** zu einem bestimmten mobilen AP **30** und sind daher speziell im Zusammenhang mit dem Netzwerk **28** der **Fig. 7-9** anwendbar, um die Übertragung von Informationen zu einer EN **14** zu ermöglichen und deren Standort während des Transports zwischen mehreren Standorten zu bestimmen.

[0094] Ein erster Anwendungsfall umfasst eine Situation, in der ein Bestand ausgewählter, in einer Versandpalette enthaltener Artikel ermittelt werden soll. Bei einer solchen Bestimmung ist es wichtig, den Standort der verschiedenen auf der Palette enthaltenen Artikel zu kennen. Dementsprechend sehen die hier vorgestellten Ausführungen die Anbringung einer EN **14** an den Gegenständen sowie die Aufnahme eines mobilen AP **30** auf der Palette vor, wobei der mobile AP **30** entweder gemäß der Konfiguration A oder der Konfiguration B wie oben beschrieben definiert werden kann. Wenn sich die Palette zwischen mehreren Orten und in Richtung eines Zielortes TD bewegt, kann ein Endbenutzer als Reaktion auf Herzschlagnachrichten, die von der zugehörigen EN **14** übertragen werden, über den Standort eines beliebigen Palettenartikels informiert werden. Wie bereits besprochen, enthalten solche Herzschlag-Meldungen notwendigerweise die MAC-Adresse des mobilen AP **30**, und als Ergebnis einer solchen Einbeziehung wird der Standort der zugehörigen EN **14** durch die Zuweisung des Standorts des mobilen AP **30** bekannt.

[0095] Ein zweiter Anwendungsfall nach den offengelegten Ausführungsformen sieht vor, den Standort von Gütern zu verfolgen, die von Ort zu Ort und schließlich zu einem Käufer der Güter geschleppt werden sollen. Nehmen wir als Beispiel die beabsichtigte Lieferung von gasgefüllten Tanks, die Gase wie Sauerstoff oder Stickstoff enthalten. In diesem Beispiel wäre es sowohl für den Verkäufer als auch für den Käufer von Vorteil, während des Lieferprozesses sowohl den Standort und den Zustand der Tanks als auch ihren Inhalt zu kennen. Um dieses Wissen zu

vermitteln und zu erleichtern, wird in den vorliegenden Ausführungsformen die Anbringung einer EN 14 an jedem Tank in Betracht gezogen, wobei die EN 14 in die Lage versetzt wird, Parameter eines bestimmten Tanks zu beurteilen, einschließlich z.B. der Menge des enthaltenen Inhalts, des Drucks und/oder der Temperatur des Inhalts. Darüber hinaus wird in den vorliegenden Ausführungen auch der Einbau eines mobilen AP 30 in den Lastwagen mit den Tanks in Betracht gezogen, sowie eines weiteren mobilen AP 30, das durch das Smartphone des Fahrers verkörpert wird, das so konfiguriert ist, dass es eine Anwendung enthält, die dessen GPS-, WiFi- und zelluläre Fähigkeiten nutzt. Auf diese Weise und in Übereinstimmung mit den Gleichungen (1) - (4), die sich auf die Bestimmung des nächstgelegenen mobilen AP 30 und die Verbindung zu demjenigen mobilen AP 30 beziehen, der den höchsten Verbindungswert erzielt, können sowohl der Standort eines bestimmten Tanks als auch Informationen zu den oben genannten Parametern gelernt werden. Dies gilt selbst dann, wenn es zu inkrementalen Bewegungen des mobilen AP 30 vom LKW zum Zielort kommt. Der Standort und die entsprechenden Informationen können zum Beispiel über das Smartphone des Fahrers beim Entladen eines bestimmten Tanks aus dem Lastwagen und seiner Lieferung an den Zielort gelernt werden. Dies ist der Fall, da die zugehörige EN 14 bei einer zu erwartenden geringen Entfernung, d.h. nur wenige Meter, von dem zu entladenden Tank zum Zielort wahrscheinlich in Richtung Verbindung mit dem Smartphone des Fahrers verzerrt wird.

[0096] In einem dritten Anwendungsfall wird in Betracht gezogen, dass im obigen Beispiel das im Lastwagen enthaltene mobile AP 30 keinen Anschluss an das Netzwerk 22 beinhaltet. Infolgedessen würde ein solcher mobiler AP 30 lediglich als Referenzpunkt dienen, der von einer bestimmten EN 14 an das Smartphone des Fahrers gemeldet werden kann. Auf diese Weise könnten der Aufenthaltsort des Lastwagens, des Fahrers und der vom Lastwagen mitgeführten Tanks gleichzeitig bekannt sein. In jedem der oben genannten Anwendungsfälle und in anderen, die in Übereinstimmung mit den offengelegten Ausführungsformen anwendbar sein können, wird davon ausgegangen, dass der Nichterhalt einer Herzschlagmeldung anzeigt, dass sie sich außerhalb der Reichweite eines oder mehrerer mobiler APs 30 bewegt hat. Daher kann der letzte gemeldete Standort einer EN 14 als ihr endgültiger Standort angesehen werden.

[0097] In Bezug auf die oben beschriebenen Ausführungsformen können eine oder mehrere der EN 14 und ein mobiles AP 30 für die Erfassung von Temperatur, Licht, Schall, Druck, Feuchtigkeit, Dichte, Feuchte, Beschleunigung, Spannung, Strom, Materialinhaltsniveau und -druck, Bewegung, Nähe, Magnetismus, Rotation, Orientierung, Geschwindigkeit

und/oder Abweichung vom Originalzustand konfiguriert werden.

[0098] Wie oben erwähnt, umfasst ein entsprechender mobiler AP 30 des Netzwerks 28 ein drahtloses Backhaul 32, das die Verbindung mit dem Netzwerk 22 ermöglicht. Darüber hinaus kann ein solcher mobiler AP 30, wie ebenfalls oben erwähnt, einen oder mehrere GPS-Empfänger und einen WiFi-Empfänger umfassen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 10** illustriert Konfiguration A einen mobilen AP 30, in dem jeweils ein Kommunikationsmodul, d.h. ein Modem, ein GPS-Empfänger und ein WiFi-Empfänger, enthalten sind, so dass eine Standortbestimmung des mobilen AP 30, wie oben beschrieben, möglich ist. Alternativ veranschaulicht Konfiguration B eine Dezentralisierung von Konfiguration A. enthält Konfiguration B ein batteriebetriebenes BLE-Kommunikationsmodul/Modem 37 und separate batteriebetriebene BLE-GPS- und WiFi-Module 38 und 40, wobei jedes dieser Module so konfiguriert ist, dass es kommunikativ mit dem Kommunikationsmodul 37 gekoppelt ist, wie durch die Pfeile in **Fig. 10** dargestellt. Das heißt, dass die Module 38 und 40 so konfiguriert sind, dass sie nach der Bestimmung ihrer relevanten Informationen diese an das Kommunikationsmodul 37 zur Weiterleitung an das Netzwerk 22 übertragen.

[0099] Auf diese Weise bieten die alternativen Konfigurationen A und B Flexibilität hinsichtlich der Frage, welche davon für den Einsatz in einer bestimmten Situation besser geeignet ist, in der es erwünscht ist, einen Standort und/oder Informationen einer EN 14 zu erfahren, der der Standort des mobilen AP 30 zuzuordnen ist. Es kann zum Beispiel der Fall eintreten, dass aufgrund physikalischer Einschränkungen die Konfiguration A aufgrund der Größe usw. nicht geeignet wäre, während die Konfiguration B angemessen wäre.

[0100] Die Art und Weise, in der das mobile AP 30 gemäß Konfiguration A oder Konfiguration B seinen Standort erhält, unterscheidet sich in Bezug auf die Zuweisung der Positionskoordinaten. **Fig. 11** und **Fig. 12** zeigen diesbezüglich die für die Konfigurationen A bzw. B durchzuführenden Schritte für eine solche Zuordnung sowie die Zuordnung eines Standortes des mobilen AP 30 zu einer EN 14.

[0101] Unter Bezugnahme auf **Fig. 11** beginnt die Zuweisung von Positionskoordinaten an einen mobilen AP 30 gemäß Konfiguration A im Entscheidungsblock 1110 und geht weiter zum Entscheidungsblock 1120, wo Positionskoordinaten für den mobilen AP 30 entweder durch GPS- und/oder WiFi-Erkennung ermittelt und an das Netzwerk 22 übertragen werden. Im Entscheidungsblock 1130 beginnt der mobile AP 30 mit der Übertragung von Backhaul-Nachrichten zur Erkennung durch eine oder mehrere ENs 14. Im Entscheidungsblock 1140 empfängt der mobile AP

30 Herzschlag-Nachrichten von einer oder mehreren der ENs **14**. Bei der Übertragung vom mobilen AP **30** an das Netz **22** enthält eine entsprechende Herzschlag-Nachricht die MAC-Adresse des mobilen AP **30**.

[0102] Somit ist das Netz **22** im Entscheidungsblock **1150** dann so ausgerüstet, dass es den Standort des mobilen AP **30** der sendenden EN 14 zuordnet, während der Prozess dann im Entscheidungsblock **1160** endet. Auf diese Weise kann ein Standort der EN 14 durch Zuweisung des Standorts des mobilen AP **30** ermittelt werden, wobei ein solcher Standort den mobilen AP **30** als denjenigen definiert, über den die EN 14 mit dem Netz **22** verbunden ist, sowie als denjenigen, der der EN 14 vielleicht am nächsten liegt.

[0103] Unter Bezugnahme auf **Fig. 12** wird ein Verfahren zur Standortbestimmung eines mobilen AP **30** gemäß Konfiguration B und anschließender Standortbestimmung eines EN 14 gezeigt. Das Verfahren beginnt mit dem Entscheidungsblock **1210** und geht weiter zum Entscheidungsblock **1220**, wobei Netzwerk **22** zunächst eine MAC-Adresse des GPS-Moduls **38** und/oder des WiFi-Moduls **40** mit dem Kommunikationsmodul **37** verbindet. Das heißt, die Zuordnung der Module **38** und **40** wird vorläufig so durchgeführt, dass die Gruppierung der Module **37**, **38** und **40** dem Netzwerk **22** bekannt ist. Im Entscheidungsblock **1230** wirbt das Kommunikationsmodul **37** für eines oder beide der GPS- und WiFi-Module **38** und **40**. Ob das GPS-Modul **38** oder das WiFi-Modul **40** in der Lage ist, eine übertragene Werbung zu erfassen, hängt von einer Einstellung, d.h. einem Flag oder einem anderen Unterscheidungsparameter, ab, die in der Werbung enthalten ist und vermittelt, dass die Werbung nur von einem oder beiden der GPS- und WiFi-Module **38** und **40** empfangen werden soll. Beim Entscheidungsblock **1240** und beim Empfang der Baken-Werbenachricht werden die GPS- und/oder WiFi-Module **38**, **40** so konfiguriert, dass sie ihre jeweiligen GPS- oder WiFi-Informationen an das Kommunikationsmodul **37** in Übereinstimmung mit den Gleichungen (1) - (4) und in Form von Herzschlag-Nachrichten übertragen, damit sie vom Kommunikationsmodul **37** an das Netzwerk **22** weitergeleitet werden. Danach, im Entscheidungsblock **1250** und vor dem Ende des Prozesses im Entscheidungsblock **1260**, bestimmt das Netzwerk **22** einen Standort des mobilen AP **30** der Konfiguration B, um diesen Standort für die Zuweisung an einen angeschlossenen EN 14 als Antwort auf die Übertragung seiner Herzschlag-Nachrichten verfügbar zu machen. Als solcher definiert der Standort des mobilen AP **30** den mobilen AP **30** als denjenigen, über den die EN 14 mit dem Netz **22** verbunden ist, sowie als denjenigen, der der EN 14 vielleicht am nächsten liegt.

[0104] Dementsprechend ist das Netzwerk **22** in der Lage, die korrekte Paarung von Kommunikations-, GPS- und WiFi-Modulen **37**, **38** und **40** sicherzustellen, so dass ein oder mehrere GPS-Module **38** und WiFi-Module **40** ihre jeweiligen Informationen über jedes Kommunikationsmodul **37**, das mit dem Netzwerk **22** verbunden werden kann, melden können. Auf diese Weise kann der Standort einer angeschlossenen EN 14 trotz der Anzahl und der Muster von GPS- und WiFi-Verbindungen zwischen verschiedenen Kommunikationsmodulen **37** gelernt werden.

[0105] Die Optimierung von Vernetzungsverfahren und -prozessen, wie sie oben beschrieben sind, ist ein Kernaspekt der Erhaltung und Verbesserung der Funktionalität von Netzwerkkomponenten. Dies gilt insbesondere im Zusammenhang mit BLE-Geräten, die batteriebetrieben sind und die daher auf einen minimierten Energieverbrauch angewiesen sind, um ihre Netzwerkaufgaben weiterhin optimal erfüllen zu können.

[0106] In dieser Hinsicht bietet die Bereitstellung von Komponentenfunktionalität, die zentral durch das Netzwerk koordiniert wird, viele Vorteile, wenn solche Komponenten Aufgaben wie z.B. die Verfolgung von Vermögenswerten und die Weiterleitung gewünschter Informationen übernehmen sollen. Zu diesen Vorteilen gehört die Fähigkeit, die Batterielebensdauer der Komponenten zu maximieren und damit die damit verbundene längere Zeit, in der eine Komponente funktionieren kann.

[0107] In dieser Hinsicht ist das Netzwerk **22** so konfiguriert, dass es eine Zeitplanung für den Betrieb seiner Komponenten, einschließlich eines oder mehrerer seiner anschließbaren und nicht anschließbaren stationären APs **16**, mobilen APs **30** und ENs **14**, bereitstellt, damit diese ihre Netzwerkfunktionalität, wie oben beschrieben, gemäß einer koordinierten Zeitplanung ausführen können. Genauer gesagt ist die Zeitplanung so konfiguriert, dass sie für alle stationären APs **16**, alle mobilen APs **30** oder alle ENs **14** und deren jeweilige Untergruppen sowohl aktive, d.h. aufgeweckte, als auch Schlafmodi/-zustände bereitstellt, und zwar auf der Grundlage einer gemeinsamen Netz22 Systemzeit, auf die diese Komponenten periodisch neu synchronisiert werden können, um individuelle Taktabweichungen auszugleichen. In ihrem aktiven Modus führen die oben genannten Komponenten ihre jeweiligen Funktionalitäten wie oben beschrieben aus, während im Ruhemodus diese Funktionalitäten für die entsprechende Dauer ausgesetzt sind, wie vom Netzwerk **22** bereitgestellt. Solche Aktiv- und Ruhemodi können so konfiguriert werden, dass sie während einer der folgenden Perioden, auch in Echtzeit, oder während einer diskreten Planungsperiode auftreten, z.B. im Verlauf eines vorbestimmten Intervalls oder einer vorbestimmten Anzahl von Stunden, oder während der

Wartung einiger oder aller Netzkomponenten oder während einer Kombination der vorgenannten.

[0108] Darüber hinaus ist das Netz **22** auf der Grundlage der Terminierung so konfiguriert, dass es für die jeweiligen der oben genannten Komponenten alternative, d.h. andere als die oben beschriebene Funktionalität vermittelt, wie im Folgenden erörtert wird.

[0109] Auf diese Weise wird der Zusammenfluss von unterschiedlich bereitgestellter Zeitplanung und entsprechender Komponentenfunktionalität gemäß einer Reihe von Aktivitätsszenarien dargestellt, die in **Fig. 13** detailliert dargestellt sind. Darin werden mindestens drei Szenarien, darunter Szenario **1 (S1)**, Szenario **2 (S2)** und Szenario **3 (S3)**, in Bezug auf die im Netz **22** vorgesehenen Zeiten für Aktiv- und Schlafmodi zwischen stationären APs **16** und mobilen APs **30**, die an das Netz **22** anschließbar sind, stationären APs **16**, die nicht an das Netz **22** anschließbar sind, d.h. Referenzpunkte (RPs) **17**, und EN **14** dargestellt. In dieser Hinsicht wird davon ausgegangen, dass jeder der APs **16** und **30**, RPs **17** und ENs **14** zunächst entsprechend der Systemzeit des Netzes **22** konfiguriert werden kann, um in Bezug auf ein bestimmtes Szenario aktiv zu sein oder zu schlafen. Bei den APs **16** und **30** und ENs **14** wird erwo-gen, die Netzwerkbereitstellung über ihre regelmäßig durchgeführten Netzwerkkommunikationen, wie hier beschrieben, zu empfangen und anzuwenden. RPs **17** hingegen sollen jeweils eine Netzwerkbereitstellung erhalten, die ihren Betrieb gemäß **S1 - S3** durch die anfängliche Programmierung als EN **14** ermöglicht. Das heißt, eine RP **17** wird, um gemäß **S1, S2** oder **S3** zu arbeiten, zunächst so konfiguriert, dass sie als EN **14** funktioniert, um auf das von einem AP **16** oder **30** und/oder einer RP **17** ausgestrahlte Netzwerk zu hören. Nach der Erkennung kann sich die RP **17** dann über ein AP **16** oder **30** mit dem Netz **22** verbinden, um Mailboxnachrichten mit ihren Konfigurationsdaten abzurufen. Nach dem Abruf kann die RP **17** dann gemäß diesen Konfigurationsdaten in Bezug auf ein bestimmtes Szenario funktionieren.

[0110] In **S1** arbeiten die APs **16** und **30**, die RPs **17** und die ENs **14** gemäß der im Netz **22** vorgesehenen Zeitsteuerung im aktiven Modus, so dass sie wie oben im Zusammenhang mit **Fig. 3** und **Fig. 7** beschrieben funktionieren. Das heißt, die ENs **14** erkennen aktiv Baken-Werbenachrichten, die von den APs **16** und **30** und den RPs **17** übertragen werden, um in Übereinstimmung mit den Gleichungen (1) - (4) ihren nächstgelegenen Zugangspunkt sowie denjenigen zu bestimmen, zu dem eine Verbindung für die Weiterleitung von Informationen zum und den Empfang von Informationen vom Netz **22** initiiert werden sollte. Sobald die regelmäßig geplanten Aufgaben abgeschlossen sind, wird jede dieser Komponenten so konfiguriert, dass sie bis zum Eintreten einer nächsten, durch den bereitgestellten Zeitplan definierten

Weckzeit in einen Ruhezustand oder Schlafzustand versetzt wird. Insbesondere können die ENs **14** ihre Mailboxnachrichten überprüfen, wenn sie über einen AP **16** oder AP **30** verbunden sind, und auch in Übereinstimmung mit den an das Netzwerk **22** weitergeleiteten Informationen handeln, die danach vom Netzwerk **22** analysiert werden, um notwendige Anpassungen zu bestimmen, die über eine bestehende Verbindung an die ENs zurückgesendet werden. Zum Beispiel in einer Situation, in der ein EN **14** Sensordaten wie z.B. einen Temperaturmesswert weiterleitet, kann ein EN **14**, wenn es so konfiguriert ist, als Reaktion auf den Empfang von Meldungen vom Netz **22** einen Alarm auslösen oder anderweitig anzeigen, um dies als Ergebnis einer Bewertung durch das Netz **22**, dass dies angemessen ist, zu tun. Zusätzlich kann ein EN **14**, wenn es an das Netzwerk angeschlossen ist, Anpassungen für einen weiteren Parameter und Bedingungen erhalten, die diese Parameter beeinflussen, einschließlich z.B. Herzschlagintervall und Latenz. Auch ein AP **16** oder **30** kann seine eigene Anpassung für einen oder mehrere seiner Parameter und Bedingungen, die diese Parameter beeinflussen, erhalten. Solche Parameter können für einen oder mehrere der APs **16** oder **30** einen RSSI-Offset (dBm), einen Standortversatz (dB), einen Sendeleistungspegel (dBm) oder eine Latenz oder eine Werbe-rate oder eine Kombination davon umfassen, wobei der Standortversatz eine Anpassung des RSSI eines AP **16** oder **30** darstellt, um dessen Auswahl gemäß den Gleichungen (1) - (3) als am nächsten liegend zu beeinflussen.

[0111] **S2** erwägt, wie in **Fig. 13** dargestellt, einen Fall, in dem die netzwerkgestützte Zeitsteuerung bewirkt, dass die APs **16** und **30** jeweils aktiv sind, während die ENs **14** und RPs **17** schlafen. Da in diesem Fall keine Verbindung von einem entsprechenden EN **14** aufgrund seines Ruhezustands initiiert werden kann und da ein entsprechendes RP **17** nicht in der Lage ist, sich mit dem Netzwerk **22** zu verbinden, sind die AP **16** und **30** so konfiguriert, dass sie durch Zeitmultiplexing als Zentralen **10** gemäß **Fig. 1** arbeiten. Das heißt, dass die APs **16** und **30** weiterhin so funktionieren können, dass sie Baken-Werbenachrichten von Peripheriegeräten empfangen können, die nicht als ENs **14** funktionieren, d.h. Peripheriegeräte **12** gemäß **Fig. 1**. Als Ergebnis eines solchen Empfangs erhalten die APs **16** und **30** die MAC-Adressen der sendenden Peripheriegeräte **12** und führen eine Messung der RSSI durch. Auf diese Weise kann das Netz **22** dann die MAC-Adressen und die RSSI-Messungen empfangen und eine relative Position der sendenden Peripheriegeräte **12** auf der Grundlage ihrer Baken-Werbenachrichten bestimmen. Zusätzlich können die APs **16** und **30**, wenn sie mit einer Spektrumanalysefunktion konfiguriert sind, auch andere HF-Signale, die nachweisbar sind, analysieren und dem Netzwerk **22** melden.

[0112] Unter Bezugnahme auf **Fig. 13** definiert **S3** ein drittes Szenario für die Zeitplanung des bereitgestellten Netzes. In diesem Szenario können alle oder Teilmengen der APs **16** und **30** und alle oder Teilmengen der RPs **17** so konfiguriert werden, dass sie synchron im aktiven Modus arbeiten, während die ENs **14** schlafen. Ein solcher synchroner Betrieb ermöglicht die Nutzung alternativer Betriebsarten, wie unten beschrieben.

[0113] Vor allem die fehlende Anschlussmöglichkeit der RP an das Netz **22** in diesem Szenario wie auch in **S2** veranlasst die RP **17**, zunächst als EN **14** zu arbeiten, um ihre anfängliche Versorgung mit Netz **22** für das gegebene Szenario über eine verfügbare Verbindung zu erhalten.

[0114] So bedeutet eine erste alternative Betriebsart, dass jeder der RPs **17** als Reaktion auf den Erhalt der oben erwähnten Bereitstellung so konfiguriert wird, dass er als EN **14** funktioniert. Auf diese Weise kann sich ein RP **17** dann mit einem AP **16** oder einem AP **30** verbinden, um im Netz **22** auf Mailboxnachrichten zu prüfen und Konfigurationsnachrichten zu erhalten, die geeignet sind, den Betrieb gemäß **S1** oder **S2** auszulösen.

[0115] Zusätzlich bedeutet eine zweite Betriebsart nach **S3**, dass alle oder Teilmengen der APs **16** und **30** und RPs **17** nacheinander ihre Funktionsfähigkeit auf die einer EN **14** umschalten. In diesem Beispiel würde eine RP **17** zunächst ihre Betriebsart auf die einer EN **14** und dann eine AP **16** oder **30** auf die einer EN **14** umschalten. Als solche ist ein RP **17** in der Lage, seine Mailboxnachrichten zu erhalten und seine Näherungs- und Verbindungsbestimmungen gemäß den Gleichungen (1) - (4) auszuwerten.

[0116] Insbesondere bietet **S3** die Möglichkeit, RSSI-Messungen auf der Grundlage von Baken-Werbenachrichten zu erhalten, die von den APs **16** und/oder **30** und RPs **17** übertragen werden, die nicht auf den Betrieb gemäß **S3** umgeschaltet haben, d.h. die gemäß ihrer Funktionalität gemäß **S1** arbeiten, während sie auf die sequentielle Umschaltung gemäß **S3** warten. In einem Fall, in dem z.B. die RPs **17** auf Betrieb nach EN **14** umgeschaltet haben, können RSSI-Messungen durch die RP **17** für Baken-Werbenachrichten erhalten werden, die von APs **16** und/oder **30** gesendet werden, die über Baken verfügen, die auf die von **S3** vorgeschriebene sequentielle Umschaltung warten. Auf diese Weise ist ein RP **17**, das als EN **14** arbeitet, in der Lage, eine Herzschlag-Nachricht zu übertragen, die die MAC-Adresse der APs **16** und/oder **30**, die als am nächsten liegend erachtet werden, die MAC-Adresse des AP **16** und/oder **30**, mit dem es verbunden ist, die RSSI-Messung für die empfangene(n) Baken-Werbenachricht(en) sowie seinen eigenen RP-Sendeleistungspegel und RSSI-Offset enthält. In einem anderen Bei-

spiel, in einem Fall, in dem die APs **16** und/oder **30** auf den Betrieb als EN **14** umgeschaltet haben, was bei der abschließenden Verbindung der RPs **17** mit dem Netz **22** geschieht, können diese APs **16** und/oder **30** RSSI-Messungen für Baken-Werbenachrichten erhalten, die von den RPs **17** übertragen werden, die auf die von **S3** vorgeschriebene sequentielle Umschaltung warten. Somit ist ein AP **16** oder **30**, der als EN **14** arbeitet, in der Lage, über seinen Backhaul **20** bzw. **32** die MAC-Adresse der RP **17** oder RPs **17**, die die empfangene(n) Baken-Werbenachricht(en) übertragen hat/haben, die RSSI-Messung für die empfangene(n) Nachricht(en) sowie seinen eigenen AP-Sendeleistungspegel und RSSI-Offset zu übertragen. Auf diese Weise arbeitet ein AP **16** oder **30** durch Zeitmultiplex sowohl als EN **14** nach **S3** als auch entsprechend seiner S1-Funktionalität für die Übertragung zu und den Empfang von Informationen aus dem Netz **22**.

[0117] Dementsprechend kann das Netz **22** durch Anpassung einer Abstimmungsfunktion an diesem Netz **22** dann über ein angeschlossenes AP **16** oder **30** eine Anpassung eines oder mehrerer Parameter desselben und der Bedingungen, die diese Parameter beeinflussen, sowie die der RPs **17** liefern, wenn diese über ein AP **16** oder **30** angeschlossen sind. Solche Parameter können für einen oder mehrere der RPs **17** und APs **16** oder **30** einen RSSI-Versatz (dBm), einen Ortsversatz (dB), einen Sendeleistungspegel (dBm) oder eine Latenzzeit oder eine Werbungsrate oder eine Kombination davon umfassen, wobei der Ortsversatz eine Anpassung des RSSI eines RP **17** oder AP **16** oder **30** darstellt, um dessen Auswahl gemäß den Gleichungen (1) - (3) als am nächsten liegend zu beeinflussen.

[0118] Auf diese Weise bietet **S3** die Möglichkeit, eine Gesamtkartierung der Übertragungsaktivitäten und der damit verbundenen Parameter für alle oder die jeweiligen der APs **16** und **30** und RPs **17** zu erreichen und zu erhalten. Auf der Grundlage dieser Kartierung werden die Genauigkeit der Standortbestimmung und die Gesamtleistung des Systems aufgrund der Fähigkeit zur Kontrolle des Batterieverbrauchs, z.B. durch die Optimierung der Sendeleistung, verbessert.

[0119] In jedem der Bereiche **S1** bis **S3** ist zu beachten, dass der Betrieb eines oder mehrerer ENs **14** und die Betriebsmodi anderer Komponenten, die als ENs **14** arbeiten durch das Netz **22** so eingestellt werden können, dass nach der Erkennung von keinen oder einem gleichen Zugangspunkt längere Schlafperiodenausgeführt werden. Im Hinblick auf diese Erkennung können solche ENs **14** auch vorgesehen werden, um die Rate einzustellen, mit der Herzschlagnachrichten als Reaktion auf die Erkennung bestimmter Parameter, die in einer übertragenen Baken-Werbenachricht enthalten sind, ein-

schließlich z.B. eines vorbestimmten RSSI, für das die ENs **14** zur Erkennung konfiguriert wurden, übertragen werden. In ähnlicher Weise können Zugangspunkte wie z.B. mobile APs **30** vom Netz **22** bereitgestellt werden, um ihre Baken-Werbenachrichten als Reaktion auf ihre Positionierung an oder nahe einer vorbestimmten Position mit zunehmender Frequenz zu übertragen .

[0120] Dementsprechend dient jedes der oben genannten Szenarien dazu, die Auslastung der Netzwerkkomponenten zu optimieren, indem die effektive Nutzung des Batterieverbrauchs koordiniert wird , während gleichzeitig verschiedene Betriebsmodi der Komponenten genutzt werden, um Anpassungen vorzunehmen, die diesen Verbrauch beeinflussen.

[0121] Unter Bezugnahme auf **Fig. 14** wird ein Prozess für den Betrieb der mit **S1** bis **S3** verbundenen Netzkomponenten gezeigt, der im Entscheidungsblock **1410** beginnt und zum Entscheidungsblock **1420** führt. Dort bestimmt Netz **22** das betriebsfähige Szenario der Netzkomponentenaktivität zwischen **S1** bis **S3**. In Übereinstimmung mit dieser Bestimmung wird jede der anwendbaren Netzkomponenten so konfiguriert, dass sie entweder in einem aktiven Modus oder in einem Ruhemodus betrieben werden kann, sei es durch Netzbereitstellung oder Anfangseinstellung . Im Entscheidungsblock **1430** implementieren die Netzkomponenten und das Netz **22** eine vorgegebene Netzkomponentenfunktionalität entsprechend dem ermittelten Szenario. Mehrere Szenarien können zyklisch implementiert werden . Sobald das Netzwerk **22** festgestellt hat, dass die für das eine oder die mehreren Szenarien relevante Anwendungsumgebung erfüllt ist, endet der Prozess am Entscheidungsblock **1440**.

[0122] Es wird davon ausgegangen, dass eine oder mehrere der APs **16** und **30**, RPs **17** und ENs **14** gemäß **S1**, **S2** und **S3** oder einer Kombination aus **S1**, **S2** und **S3** oder einer Kombination aus **S3** zusammenwirken können und so konfiguriert sind, dass sie die oben genannten Detektionen von Temperatur, Licht, Schall, Druck, Feuchtigkeit, Dichte, Feuchtigkeit, Beschleunigung, Spannung, Strom, Materialinhaltsniveau und -druck, Bewegung, Nähe, Magnetismus, Rotation, Orientierung, Geschwindigkeit und/oder Abweichung vom ursprünglichen Zustand erhalten.

[0123] Am Beispiel der Bewegungserkennung ist es wünschenswert, die Genauigkeit einer Näherungsbestimmung , die von einer EN **14** nach den Gleichungen (1) - (3)durchgeführt wird, zu erhöhen , falls eine solche Bestimmung durch gleich beabstandete HF-Übertragungen von Baken-Werbenachrichten verzerrt werden könnte. Genauer gesagt ist die Erzielung einer solchen erhöhten Genauigkeit in einem Fallvorteilhaft, in dem die Schräglage mit denjenigen

HF-Übertragungen zusammenhängt, die durch feste Barrieren hindurchgehen, wie z.B. eine Trennwand zwischen benachbarten strukturell definierten Bereichen, d.h. benachbarten Räumen in einem Gebäude, und wenn es wünschenswert ist, die Nähe der EN **14** in Bezug auf einen dieser Bereiche zu kennen . So kann eine RP **17** oder AP **16** so konfiguriert werden, dass sie einen Infrarotsensor, z.B. einen Passiv-Infrarot-Sensor (PIR-Sensor), enthält und in ihrer gesendeten Baken-Werbenachricht einen Hinweis auf eine oder mehrere Bewegungsarten , für die der PIR-Sensor so konfiguriert ist, dass er sie erkennt, verarbeitet und in ihre gesendete Baken-Werbenachricht einschließt. Zu diesen Bewegungstypen können solche gehören , die auf der Grundlage von Kategorien für ihre Vergleichsgeschwindigkeit charakterisiert werden können, wie z. B. gehende Bewegung, nicht gehende oder schnelle Bewegung und Leerlaufaktivität, obwohl auch andere Bewegungstypen erkannt und angezeigt werden können. Ein Beispiel für mindestens eine dieser anderen Bewegungsarten kann diejenige sein, die z.B. durch eine Richtungsänderung gekennzeichnet ist. Dementsprechend kann eine EN **14** so konfiguriert werden, dass sie ihren eigenen Typ von Bewegung mit vergleichsweise hohem Tempo erkennt, z.B. durch den Einbau eines Beschleunigungsmessers, wobei andere Bewegungsarten durch den Einbau eines geeigneten Mechanismus erkannt werden können. So kann das EN **14** so konfiguriert werden, dass es seinen nächstgelegenen RP **17** oder AP **16** in Übereinstimmung mit den Gleichungen (1) - (3)bestimmt, basierend auf der Bestimmung eines übereinstimmenden Bewegungszustands zwischen dem des EN **14** und dem des RP **17** oder AP **16** durch das EN **14**. Mit anderen Worten, RSSs aus einer RP **17** oder AP **16**, deren erfasster Bewegungszustand nicht mit dem Bewegungszustand der EN **14** übereinstimmt ,würden in den von der EN **14** implementierten Auswertungen bei der Ausführung der Gleichungen (1) - (3) nicht berücksichtigt. Auf diese Weise stellt die Bestimmung eines übereinstimmenden Bewegungszustands eine Voraussetzung für die Näherungsbestimmung dar, die von der EN **14**durchgeführt wird , und gewährleistet somit deren Genauigkeit bei der Darstellung der HF-Verzerrung.

[0124] Alternativ, und um die oben diskutierte HF-Verzerrung zu verhindern, kann ein RP **17** oder AP **16** mit einem Infrarot- oder Ultraschallsender ausgestattet werden , um zusätzlich zu seiner Baken-Werbenachricht ein Infrarotsignal zu senden . Dementsprechend könnte eine EN **14** mit einem Infrarot- oder Ultraschall-Detektor ausgestattet sein. Auf diese Weise und wenn nur die Verwendung von Infrarot in Betracht gezogen wird (da Ultraschall ähnlich funktionieren würde), ist der RP **17** oder AP **16** für aktive Infrarotübertragung und der EN **14** für aktive Detektion konfiguriert. In diesem Fall wird das von der RP **17** oder AP **16** übertragene Signal mit der MAC-Adresse

oder einer anderen eindeutigen Kennung für die RP 17 oder AP 16 kodiert, für die die EN 14 für die Dekodierung konfiguriert ist. Nach der Dekodierung und der fehlerfreien Erkennung des Infrarotsignals durch die EN 14 (wie durch eine Prüfsumme verifiziert), schaltet die EN 14 jede Näherungsbestimmung durch die EN 14 so ab, dass die sendende RP 17 oder AP 16 (durch ihre zugehörige MAC-Adresse oder andere Kennung) als am nächsten liegend identifiziert würde. In Fällen, in denen ein Fehler angezeigt wird, würde die EN 14 zu ihrer Näherungsbestimmung gemäß den Gleichungen (1) - (3) zurückkehren .

[0125] Zusätzlich kann jede der hier beschriebenen APs 16 und RPs 17 so konfiguriert werden, dass sie gerichtete und zirkular polarisierte Antennen enthält, um ihre Sendungen besser zu fokussieren und den Polarisationsverlust zu verringern, der manchmal bei vertikal polarisierten Antennen auftritt. Auf diese Weise können EN 14-Näherungsbestimmungen mit erhöhter Genauigkeit erreicht werden.

[0126] Auf diese Weise wird davon ausgegangen, dass die hier offengelegten Verkörperungen die Effizienz eines BLE-fähigen Netzwerks optimieren, indem sie zumindest den Stromverbrauch der Netzwerkressourcen reduzieren . Es wird ebenfalls davon ausgegangen, dass die hier offengelegten Ausführungsformen eine Bestimmung der relativen Lage eines Endknotens im Hinblick auf seine Nähe zu einem Zugangspunkt ermöglichen, unabhängig davon, ob dieser Zugangspunkt anschließbar oder nicht anschließbar ist.

[0127] Die vorliegenden Ausführungsformen beschränken sich nicht auf die besonderen Ausführungsformen, die in den Zeichnungen abgebildet und oben ausführlich beschrieben sind. Diejenigen, die sich in dieser Kunst auskennen, werden erkennen, dass andere Ausführungsformen entwickelt werden könnten. Die vorliegenden Ausführungsformen umfassen jede mögliche Kombination der verschiedenen Merkmale jeder der offengelegten Ausführungsformen. Eines oder mehrere der Elemente, die hier in Bezug auf verschiedene Ausführungsformen beschrieben werden, können in einer stärker getrennten oder integrierten Art und Weise umgesetzt werden, als ausdrücklich beschrieben, oder in bestimmten Fällen sogar entfernt oder als unbrauchbar gemacht werden, wie es in Übereinstimmung mit einer bestimmten Anwendung nützlich ist. Während die vorliegenden Ausführungsformen unter Bezugnahme auf spezifische illustrative Ausführungsformen beschrieben wurden, können Modifikationen und Variationen der vorliegenden Ausführungsformen konstruiert werden, ohne vom Geist und Umfang der vorliegenden Ausführungsformen abzuweichen, wie in den folgenden Ansprüchen dargelegt wird.

[0128] Während die vorliegenden Ausführungsformen im Zusammenhang mit den hier ausdrücklich besprochenen Ausführungsformen beschrieben wurden, werden diejenigen, die sich in der Kunst auskennen, es zu schätzen wissen, dass die vorliegenden Ausführungsformen in Form eines computerverwendbaren Mediums (in einer Vielzahl von Formen), das computerausführbare Anweisungen enthält, implementiert und verbreitet werden können und dass die vorliegenden Ausführungsformen unabhängig von dem besonderen Typ des computerverwendbaren Mediums, das zur Durchführung der Verbreitung verwendet wird, gleichermaßen anwendbar sind. Ein beispielhaftes computerverwendbares Medium ist so an einen Computer gekoppelt, dass der Computer Informationen einschließlich der computerausführbaren Befehle davon lesen und (wahlweise) Informationen darauf schreiben kann. Alternativ kann das computerverwendbare Medium integraler Bestandteil des Computers sein. Wenn die computerausführbaren Befehle in den Computer geladen und von ihm ausgeführt werden, wird der Computer zu einem Gerät zum Üben der Verkörperungen. Wenn zum Beispiel die computerausführbaren Befehle in einen Allzweckcomputer geladen und von diesem ausgeführt werden, wird der Allzweckcomputer dadurch zu einem Spezialcomputer konfiguriert. Beispiele für geeignete computerverwendbare Medien sind: flüchtige Speicher wie RAM (Random Access Memory); nichtflüchtige, hartkodierte oder programmierbare Medien wie ROMs (Read Only Memories) oder löschbare, elektrisch programmierbare Festwertspeicher (EEPROMs); beschreibbare und/oder wiederbeschreibbare Medien wie Disketten, Festplattenlaufwerke, Compact Discs (CDs), Digital Versatile Discs (DVDs) usw.; und Übertragungsmedien, z.B. digitale und/oder analoge Kommunikationsverbindungen wie solche, die auf elektrischen Stromleitern, Lichtleitern und/oder elektromagnetischer Strahlung basieren.

[0129] Obwohl die vorliegenden Ausführungsformen detailliert beschrieben wurden, werden diejenigen, die sich in der Technik auskennen, verstehen, dass verschiedene Änderungen, Ersetzungen, Variationen, Erweiterungen, Nuancen, Abstufungen, geringere Formen, Abänderungen, Überarbeitungen, Verbesserungen und Abschlüsse der hier offengelegten Ausführungsformen vorgenommen werden können, ohne vom Geist und Umfang der Ausführungsformen in ihrer breitesten Form abzuweichen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 15927388 [0001]
- US 15626083 [0001]

Patentansprüche

1. Ein BLE-Kommunikationssystem zur Kommunikation mit einem Netzwerk, aufweisend einen Zugangspunkt (AP), der so konfiguriert ist, dass er eine Verbindung mit dem Netzwerk herstellt und eine erste Baken-Werbenachricht überträgt; ein AP, der nicht konfiguriert ist, um eine Verbindung mit dem Netzwerk herzustellen und eine zweite Baken-Werbenachricht zu übertragen, so dass ein Referenzpunkt (RP) definiert wird; einen Endknoten (EN), der so konfiguriert ist, dass er die erste und zweite Baken-Werbenachricht empfängt und eine Verbindung mit dem AP für die Übertragung von Daten, die mit dem EN verbunden sind, an das Netzwerk und den Empfang von Daten vom Netzwerk initiiert, wobei

als Reaktion darauf, dass die Verbindung mit dem AP durch das EN initiiert wird und die mit dem EN verbundenen Daten mindestens Identifizierungsinformationen des EN und Identifizierungsinformationen von einem oder mehreren der AP und der RP umfassen, der AP veranlasst wird, die mindestens Identifizierungsinformationen des EN und die Identifizierungsinformationen von einem oder mehreren der AP und der RP an das Netzwerk zu übertragen, der EN bestimmt, ob die Verbindung mit dem AP als Reaktion auf die Auswertung der ersten Baken-Werbenachricht zum Zeitpunkt der Übertragung der ersten Baken-Werbenachricht eingeleitet werden soll, und zwar jeweils mindestens (a) ob eine Nähe des AP zum EN eine nächste Nähe ist und (b) eine Belastung des Netzes, an das der AP angeschlossen ist, und jeder der AP, der RP und der EN vom Netzwerk so konfiguriert wird, dass er entweder in einem Wachzustand oder in einem Ruhezustand arbeitet, wobei der AP so ausgewählt wird, dass er einen stationären AP oder einen mobilen AP umfasst.

2. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 1, wobei der ausgewählte AP, der EN und der RP so konfiguriert sind, dass sie in ihrem zugehörigen Wach- oder Schlafzustand auf der Grundlage einer vorgegebenen Netzwerkzeit betriebsbereit sind.

3. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 2, bei dem die vorgegebene Netzwerk-Zeitsteuerung Echtzeit oder ein vorgegebenes Zeitintervall oder eine Kombination davon umfasst.

4. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 3, wobei als Reaktion darauf, dass der EN und der RP in einem zugeordneten Ruhezustand betriebsbereit sind, der ausgewählte AP ferner so konfiguriert wird, dass er eine dritte Baken-Werbenachricht empfängt und Informationen, die mit der dritten Baken-Werbenachricht verbunden sind, an das Netzwerk überträgt.

5. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 4, wobei die dritte Baken-Werbenachricht durch einen EN übertragen wird, der so konfiguriert ist, dass er die dritte Baken-Werbenachricht zum Empfang durch den ausgewählten AP überträgt.

6. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 3, wobei als Reaktion darauf, dass der EN in einem zugehörigen Ruhezustand betriebsbereit ist, der RP so konfiguriert wird, dass er die erste Baken-Werbenachricht empfängt und eine Verbindung mit dem ausgewählten AP für die Übertragung von Daten, die dem RP zugeordnet sind, an das Netzwerk und den Empfang von Daten, die dem RP zugeordnet werden sollen, vom Netzwerk initiiert.

7. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 6, wobei die mit dem RP verbundenen Daten und die mit dem RP zu verbindenden Daten Sensordaten oder einen Indikator für die empfangene Signalstärke (RSSI) oder einen Ortsversatz oder ein Niveau der Sendeleistung oder eine Werberate oder eine Latenzbedingung oder eine Kombination davon umfassen.

8. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 3, wobei: als Reaktion darauf, dass der EN in einem zugehörigen Ruhezustand betriebsbereit ist, der RP und der ausgewählte AP so konfiguriert sind, dass sie nacheinander eine Verbindung mit dem Netzwerk für die Übertragung von Daten, die dem RP bzw. dem ausgewählten AP zugeordnet sind, und den Empfang von Daten, die dem RP bzw. dem ausgewählten AP zugeordnet werden sollen, vom Netzwerk initiieren.

9. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 8, wobei die sequentielle Initiierung der Verbindung zum Netzwerk von dem RP initiiert wird.

10. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 9, wobei der RP die Verbindung zum Netzwerk über den ausgewählten AP initiiert.

11. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 10, wobei der ausgewählte AP so konfiguriert ist, dass er die Verbindung zum Netzwerk als Reaktion auf den RP initiiert, der dessen initiierte Verbindung beendet.

12. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 11, wobei: die Daten, die mit dem RP und dem ausgewählten AP verbunden sind, Sensordaten oder einen Indikator für die empfangene Signalstärke (RSSI) oder einen Ortsversatz oder ein Niveau der Sendeleistung oder eine Werberate oder eine Latenzbedingung oder eine Kombination davon umfassen.

13. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 12, wobei:

als Reaktion auf den Empfang der mit dem RP und dem ausgewählten AP verbundenen Daten durch das Netzwerk der AP so konfiguriert wird, dass er die erste Baken-Werbenachricht entsprechend dem Empfang eines netzwerkeingestellten RSSI für die erste Baken-Werbenachricht überträgt, und der RP so konfiguriert wird, dass er die zweite Baken-Werbenachricht entsprechend dem Empfang eines netzwerkeingestellten RSSI für die zweite Baken-Werbenachricht überträgt.

14. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 13, wobei:

der RP und der ausgewählte AP gerichtete und zirkular polarisierte Antennen aufweisen.

15. Das BLE-Kommunikationssystem nach Anspruch 1, wobei der EN so konfiguriert ist, dass er eine Annäherung an den RP und den ausgewählten AP auf der Grundlage einer Übereinstimmung eines Typs des Bewegungszustands des EN mit einem Typ des Bewegungszustands, der durch den RP erfasst wird, bzw. einer Übereinstimmung des Typs des Bewegungszustands des EN mit einem Typ des Bewegungszustands, der durch den ausgewählten AP erfasst wird, bestimmt.

16. Ein Verfahren der BLE-Kommunikation, aufweisend:

in einem System mit einem Zugangspunkt (AP), der so konfiguriert ist, dass er eine Verbindung zu einem Netz herstellt und eine erste Baken-Werbenachricht sendet, einem AP, der so konfiguriert ist, dass er keine Verbindung zu dem Netz herstellt und eine zweite Baken-Werbenachricht sendet, um einen Bezugspunkt (RP) zu definieren, und einem Endknoten (EN), wobei der AP so ausgewählt ist, dass er einen stationären AP oder einen mobilen AP umfasst und der EN so konfiguriert ist, dass er als Reaktion auf den Empfang der ersten Baken-Werbenachricht eine Verbindung mit dem ausgewählten AP initiiert, und Betreiben jedes der ausgewählten AP, der RP und der EN gemäß einer vorbestimmten Netzwerk-Zeitsteuerung, die so konfiguriert ist, dass sie einen alternativen Betriebsmodus des ausgewählten AP oder der RP oder einer Kombination davon auslöst, wobei

als Reaktion auf die Verbindung mit dem ausgewählten AP, die durch den EN initiiert wird, der AP veranlasst wird, an das Netzwerk zumindest identifizierende Informationen des EN und identifizierende Informationen eines oder mehrerer der ausgewählten AP und des RP zu übertragen, der EN bestimmt, ob die Verbindung mit dem ausgewählten AP zu initiieren ist als Reaktion auf die Auswertung von der ersten Baken-Werbenachricht zum Zeitpunkt der Übertragung der ersten Baken-Werbenachricht jeweils mindestens (a) ob eine Nähe des

ausgewählten AP zum EN eine nächste Nähe ist und (b) eine Belastung des Netzes, an das der ausgewählte AP angeschlossen ist.

17. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 16, wobei:

die vorbestimmte Netzwerkzeitgebung Echtzeit oder ein vorbestimmtes Zeitintervall oder eine Kombination davon umfasst.

18. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 17, wobei:

als Reaktion auf die vorbestimmte Zeit, die einem Schlafzustand für die EN und die RP entspricht, die alternative Betriebsart des ausgewählten AP umfasst ferner die Konfiguration, eine dritte Baken-Werbenachricht zu empfangen und Informationen, die mit der dritten Baken-Werbenachricht verbunden sind, an das Netzwerk zu übertragen.

19. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 18, wobei:

die dritte Baken-Werbenachricht durch ein EN übertragen wird, das so konfiguriert ist, dass es die dritte Baken-Werbenachricht zum Empfang durch den ausgewählten AP überträgt.

20. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 17, wobei:

als Reaktion auf die vorbestimmte Zeit, die einem Schlafzustand des EN entspricht, die alternative Betriebsart des RP darin besteht, dass sie so konfiguriert ist, dass sie die erste Baken-Werbenachricht empfängt und eine Verbindung mit dem ausgewählten AP für die Übertragung von Daten, die mit dem RP verbunden sind, an das Netz und den Empfang von Daten, die mit dem RP verbunden werden sollen, vom Netz einleitet.

21. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 20, wobei:

die mit dem RP verbundenen Daten und die mit dem RP zu verbindenden Daten Sensordaten oder einen Indikator für die empfangene Signalstärke (RSSI) oder einen Ortsversatz oder ein Niveau der Sendeleistung oder eine Werberate oder eine Latenzbedingung oder eine Kombination davon umfassen.

22. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 17, wobei:

als Reaktion auf die vorbestimmte Zeit, die einem Schlafzustand des EN entspricht, der alternative Betriebsmodus des ausgewählten AP und des RP umfasst, dass er so konfiguriert ist, dass er sequenziell eine Verbindung mit dem Netzwerk für die Übertragung von Daten, die mit dem RP bzw. dem ausgewählten AP assoziiert sind, und den Empfang von Daten, die mit dem RP bzw. dem ausgewählten AP assoziiert werden sollen, vom Netzwerk initiiert.

23. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 22, wobei:
die sequentielle Initiierung der Verbindung zum Netzwerk wird von der RP initiiert.

24. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 23, wobei:
initiiert die RP die Verbindung zum Netzwerk über das ausgewählte AP.

25. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 24, wobei:
der ausgewählte AP so konfiguriert ist, dass er die Verbindung zum Netzwerk als Reaktion auf den RP initiiert, der dessen initiierte Verbindung beendet.

26. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 25, wobei:
die Daten, die dem RP und dem ausgewählten AP zugeordnet sind und zugeordnet werden sollen, Sensordaten oder einen Indikator für die empfangene Signalstärke (RSSI) oder einen Ortsversatz oder ein Niveau der Sendeleistung oder eine Werberate oder eine Latenzbedingung oder eine Kombination davon umfassen.

27. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 26, wobei:
als Reaktion auf den Empfang der mit dem RP und dem ausgewählten AP verbundenen Daten durch das Netzwerk wird der AP so konfiguriert, dass er die erste Baken-Werbenachricht entsprechend dem Empfang eines netzwerkeingestellten RSSI für die erste Baken-Werbenachricht überträgt, und der RP wird so konfiguriert, dass er die zweite Baken-Werbenachricht entsprechend dem Empfang eines netzwerkeingestellten RSSI für die zweite Baken-Werbenachricht überträgt.

28. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 27, wobei:
die RP und die ausgewählte AP bestehen aus gerichteten und zirkular polarisierten Antennen.

29. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 16, wobei:
der EN so konfiguriert ist, dass er eine Annäherung an den RP und den ausgewählten AP auf der Grundlage einer Übereinstimmung eines Typs des Bewegungszustands des EN mit einem Typ des Bewegungszustands, der durch den RP erfasst wird, bzw. einer Übereinstimmung des Typs des Bewegungszustands des EN mit einem Typ des Bewegungszustands, der durch den ausgewählten AP erfasst wird, bestimmt.

30. Das Verfahren der BLE-Kommunikation nach Anspruch 16, wobei:
der EN so konfiguriert ist, dass er eine Nähe zum RP oder dem ausgewählten AP bestimmt, basie-

rend auf einer Bayes'schen Maximum a posteriori (MAP)-Schätzung einer Vielzahl von aufeinanderfolgend empfangenen Signalstärken (RSSs) der jeweiligen Baken-Werbenachrichten, die vom RP oder dem AP empfangen wurden.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1
(verwandte Technik)

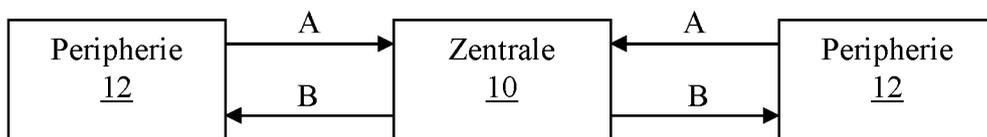


FIG. 2

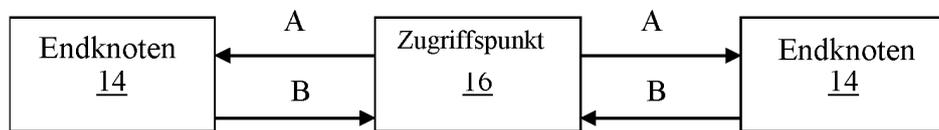


FIG. 3

18

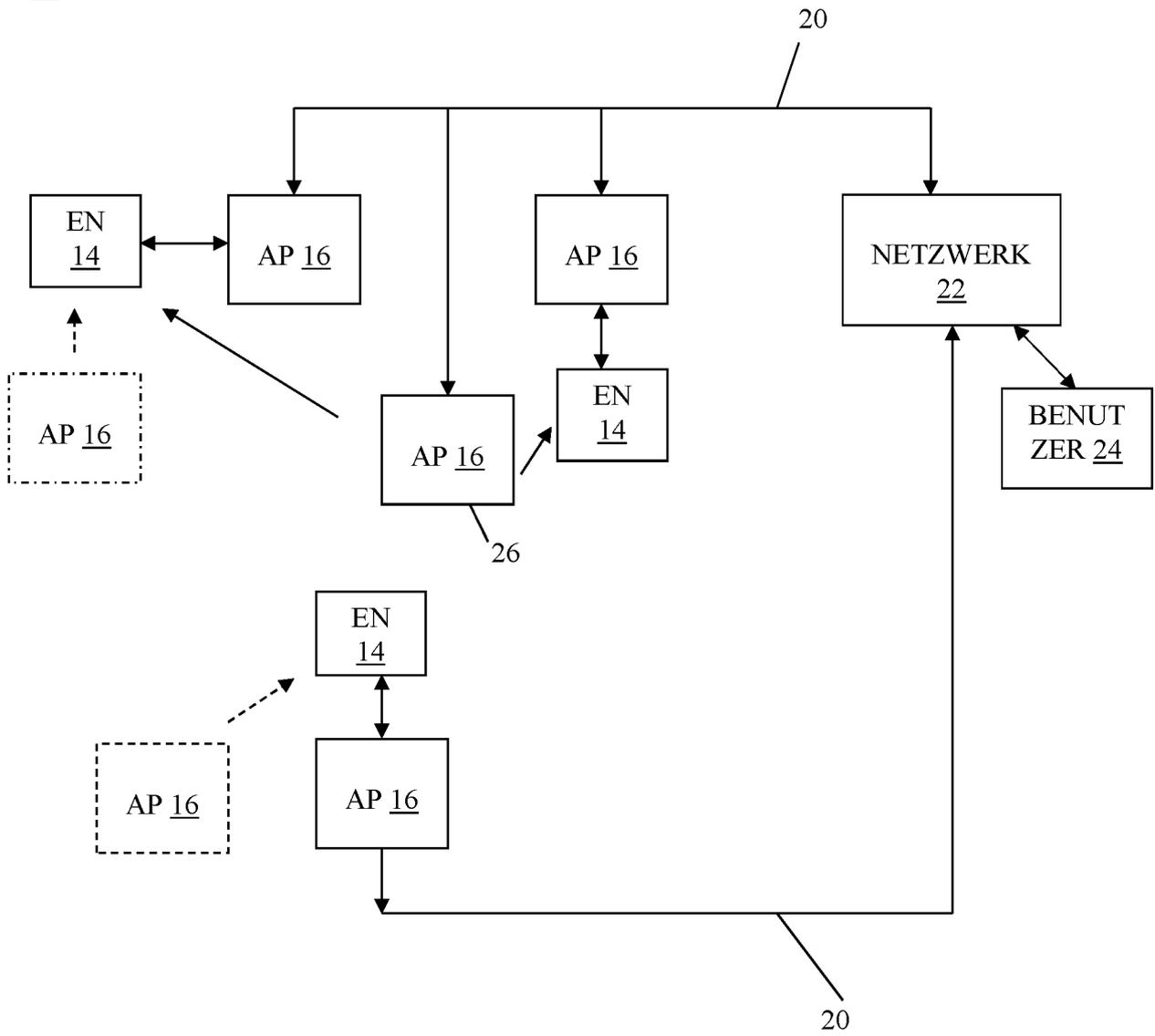


FIG. 4

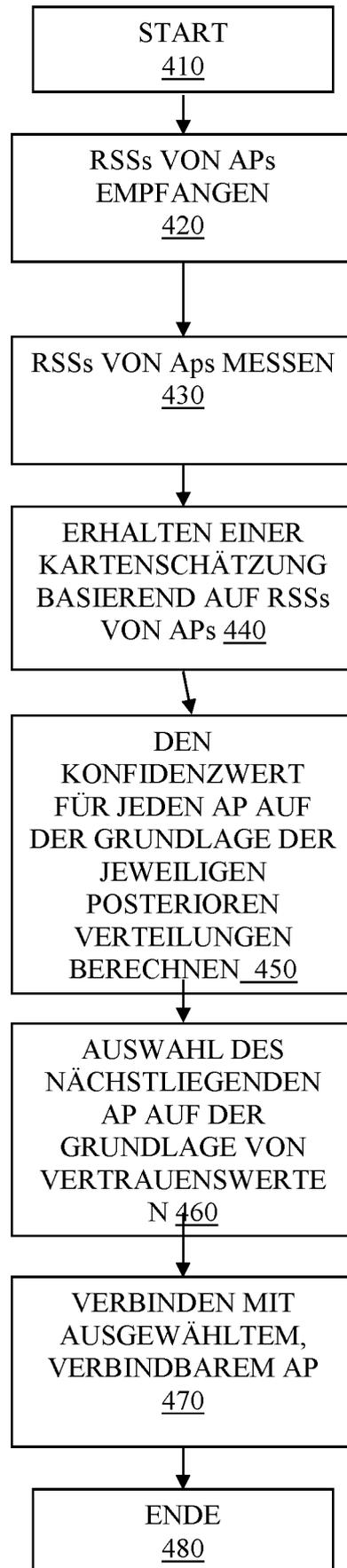


FIG. 5

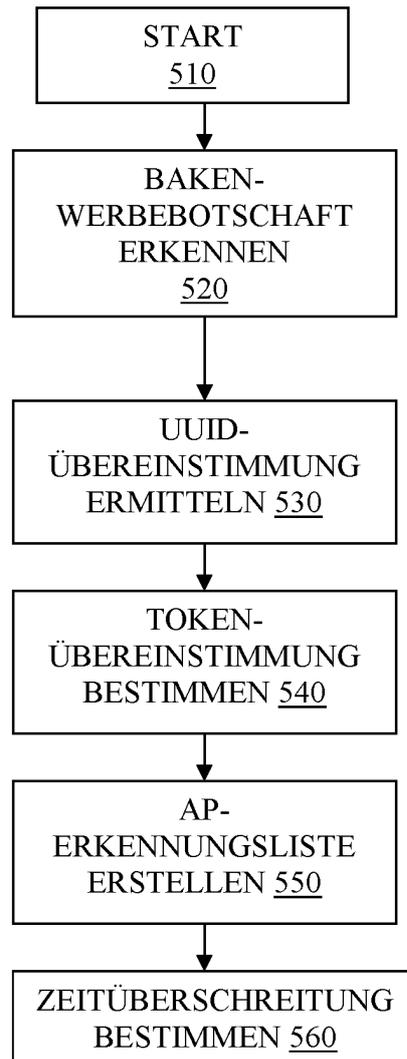


FIG. 6

VON 560

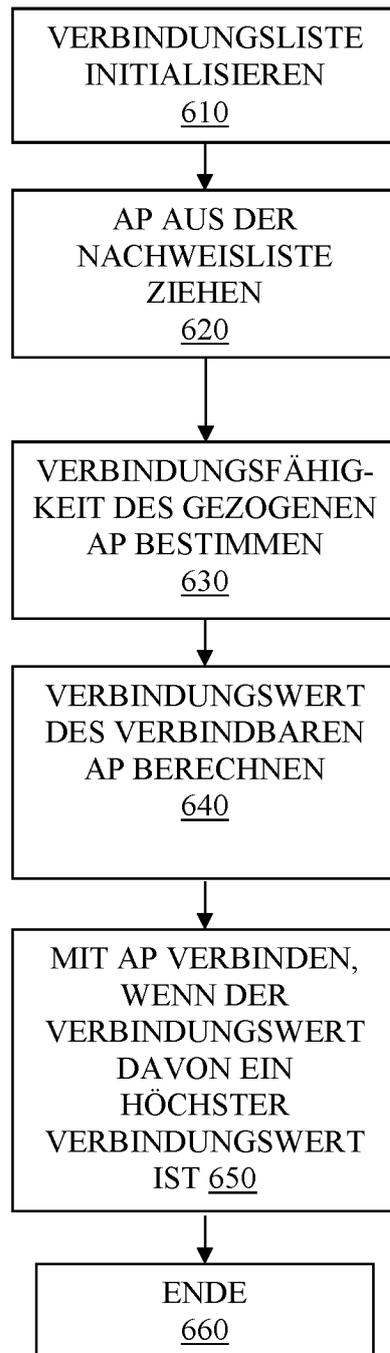


FIG. 7

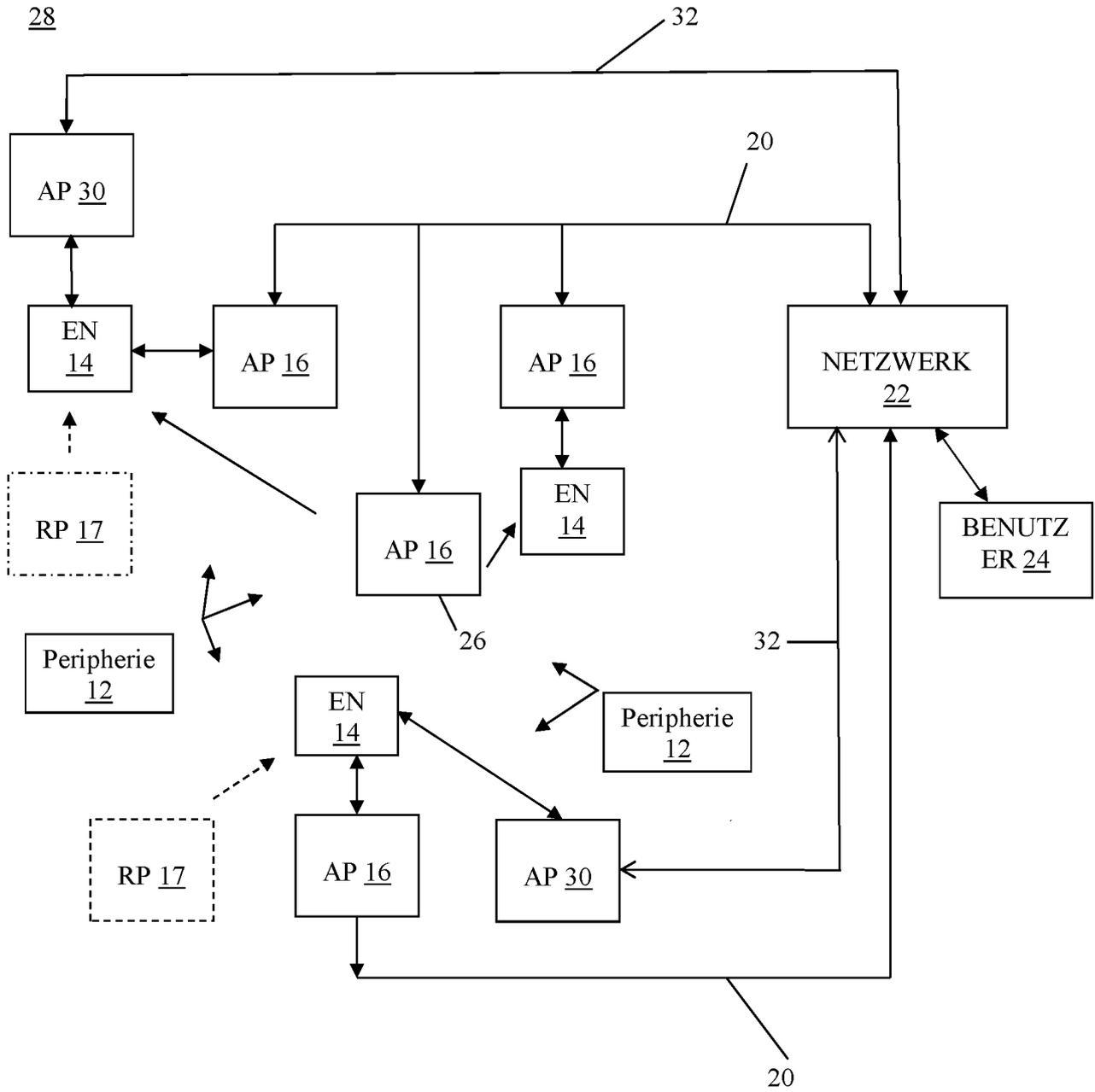


FIG. 8

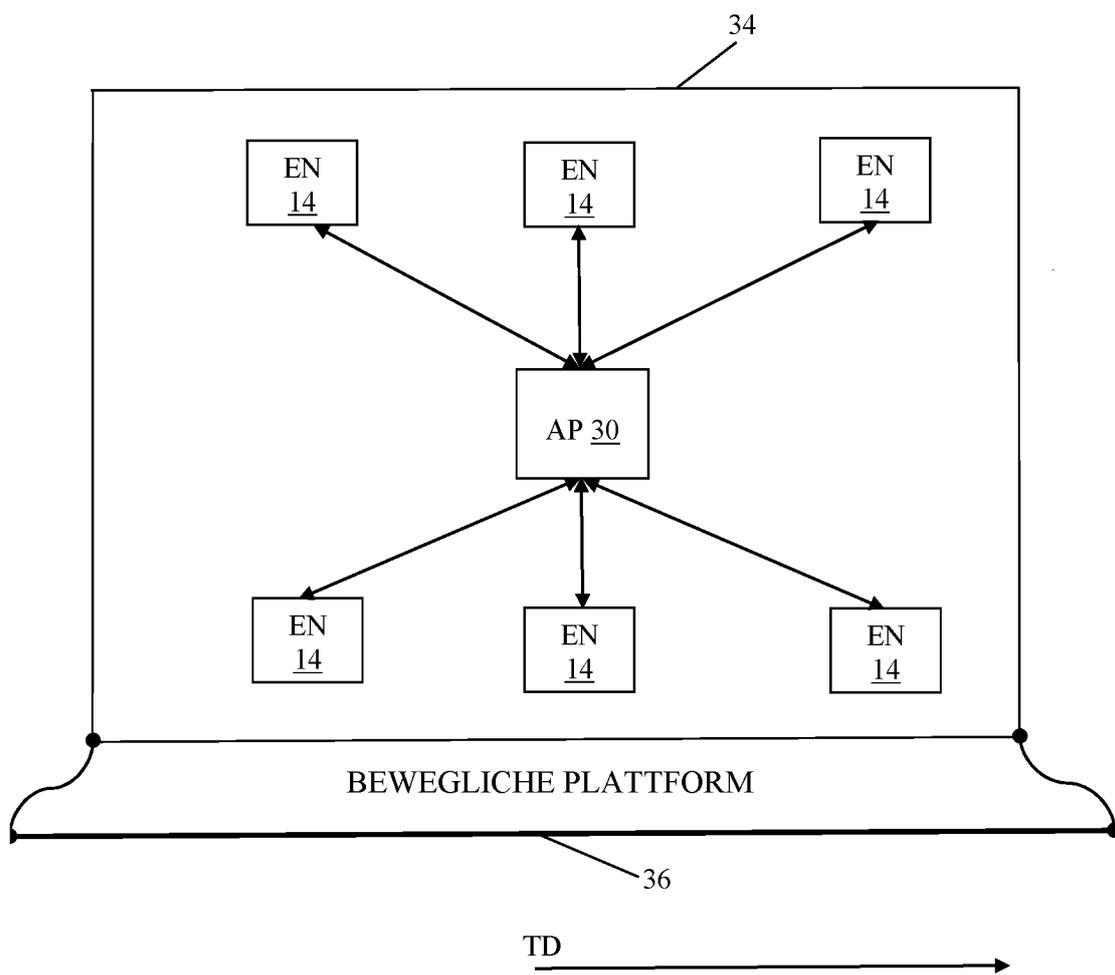


FIG. 9

**ENDKNOTEN (EN) HERZSCHLAG-
NACHRICHTENÜBERTRAGUNGEN
WÄHREND DES TRANSITS ZUM ZIELORT (TD)**

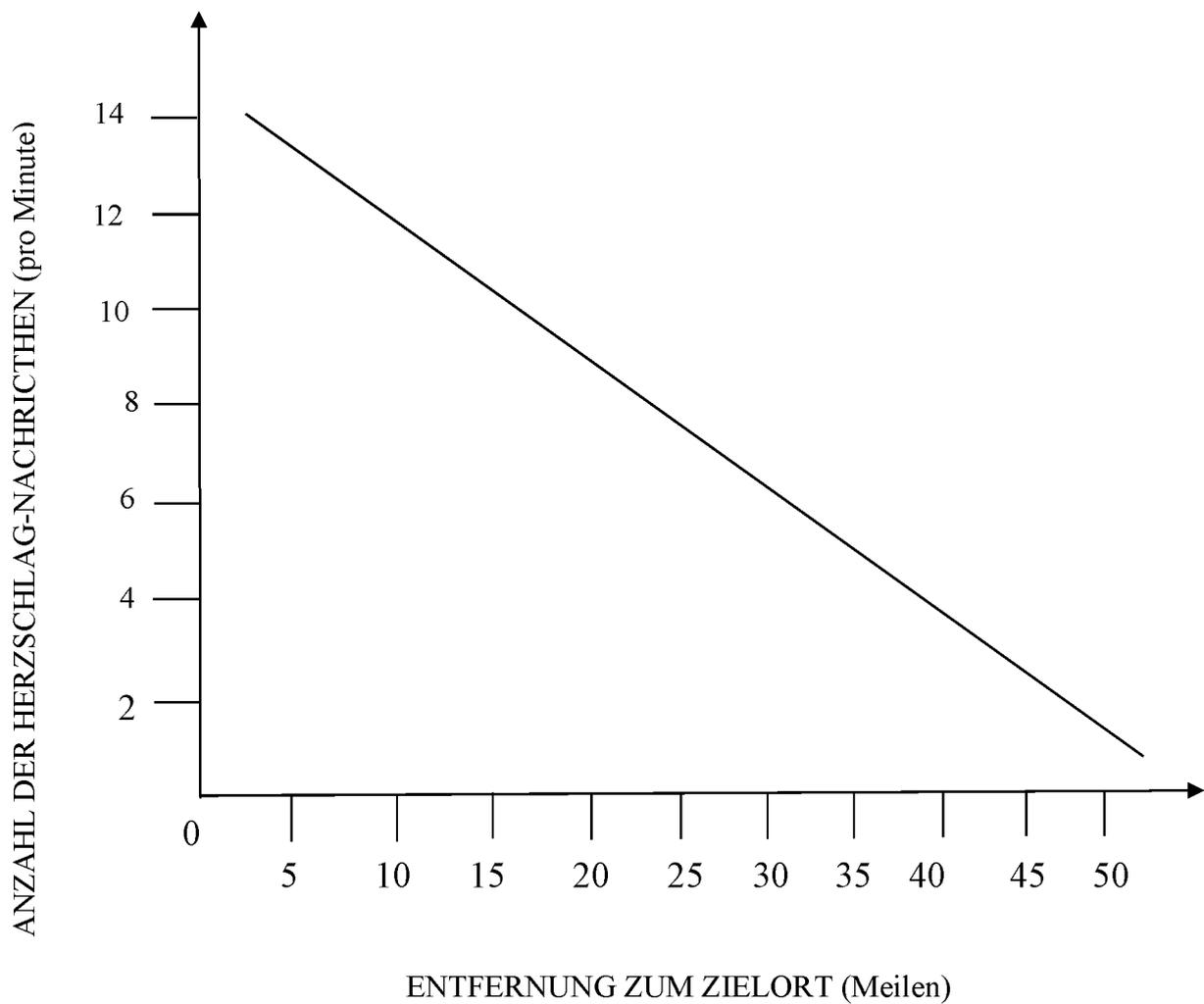
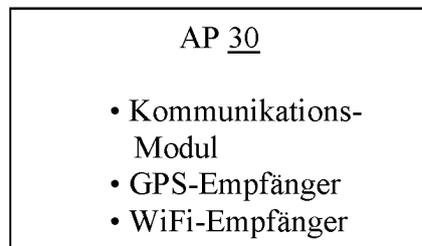


FIG. 10

(A)



(B)

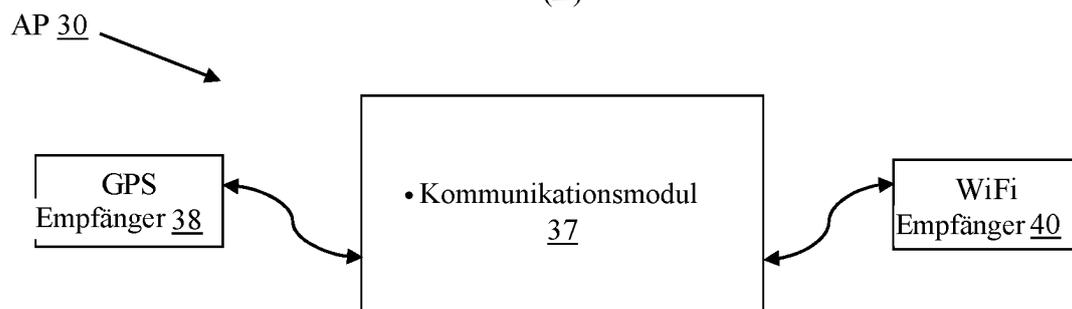


FIG. 11

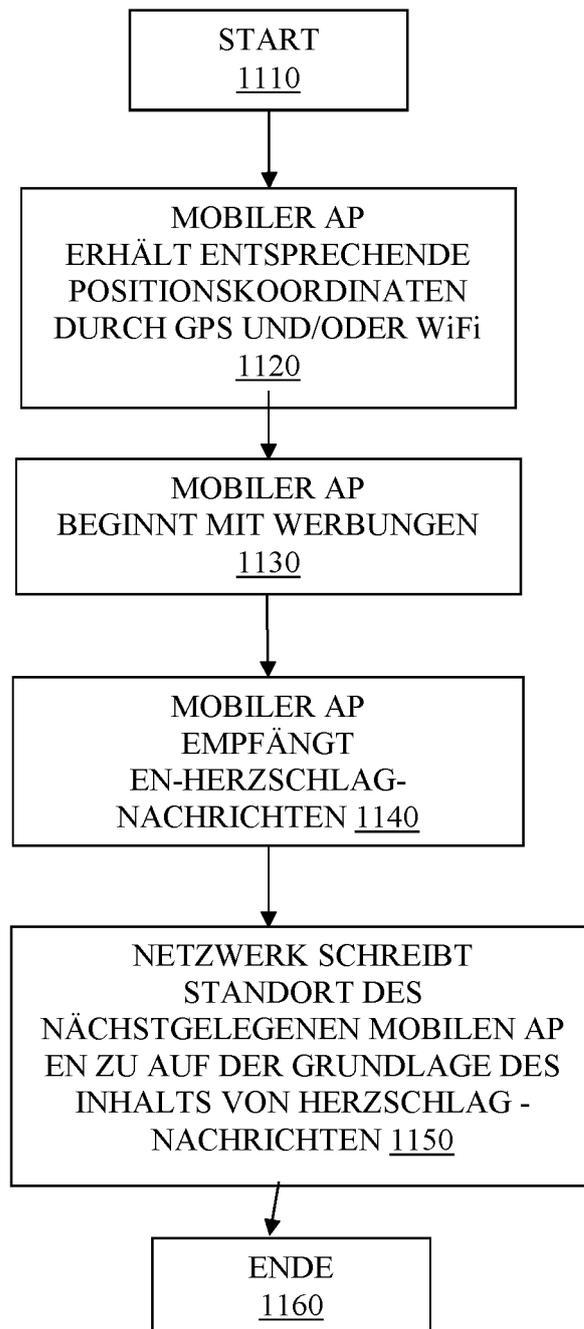


FIG. 12

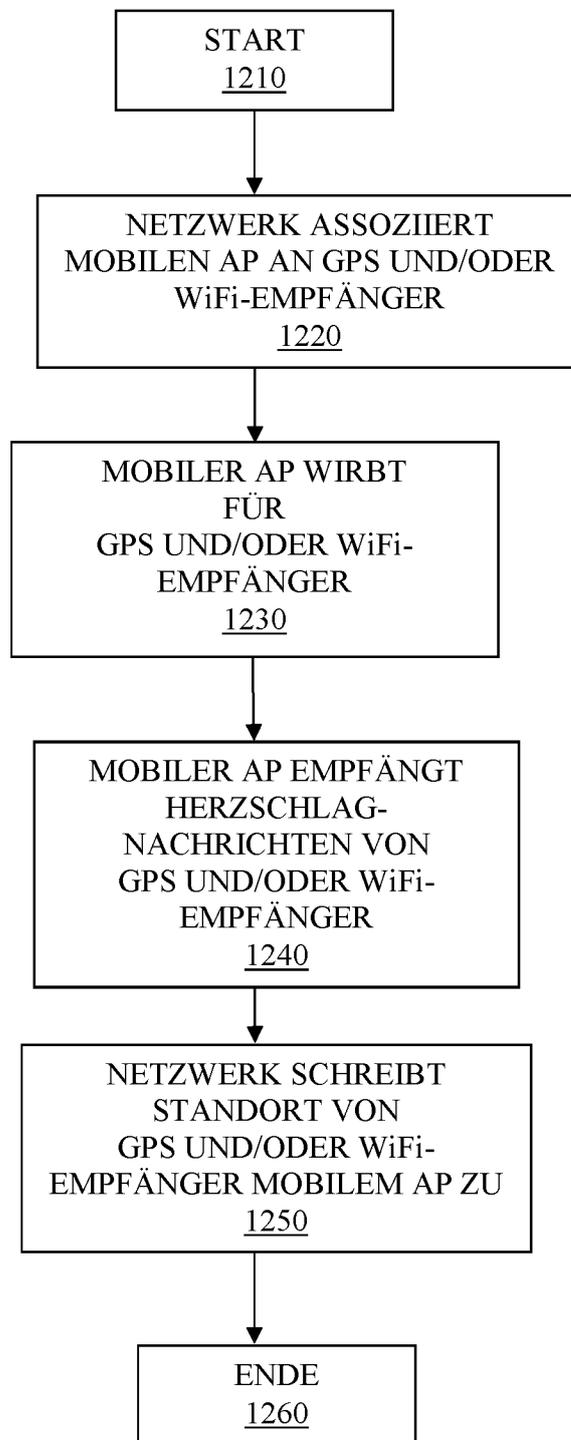


FIG. 13**NETZWERK-KOMPONENTEN-AKTIVITÄT**

KOMPONENTE	SZENARIO 1	SZENARIO 2	SZENARIO 3
stationärer AP	1	1	1
mobiler AP	1	1	1
RP	1	0	1
EN	1	0	0

Legende:

1 = wach

0 = schlafend

FIG. 14

