



(10) **DE 10 2014 104 538 A1** 2015.10.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 104 538.6**

(22) Anmeldetag: **31.03.2014**

(43) Offenlegungstag: **01.10.2015**

(51) Int Cl.: **H04W 72/00 (2009.01)**

H04W 88/06 (2009.01)

(71) Anmelder:

Intel Corporation, Santa Clara, Calif., US

(74) Vertreter:

Viering, Jentschura & Partner, 01099 Dresden, DE

(72) Erfinder:

**Msallem, Majdi, 80796 München, DE; Mueck,
Markus Dominik, 85579 Neubiberg, DE; Drewes,
Christian, 82110 Germering, DE; Hasholzner,
Ralph, 81739 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US 2009 / 0 180 451 A1

US 2013 / 0 028 069 A1

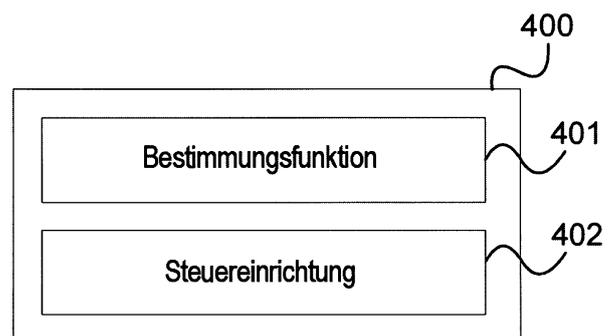
US 2013 / 0 083 678 A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **KOMMUNIKATIONSENDGERÄTE, KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG, VERFAHREN ZUM ERSTELLEN EINER KOMMUNIKATION, ZUM BESTIMMEN VON KOMMUNIKATIONSVERBINDUNGEN FÜR EINE KOMMUNIKATION UND ZUM DURCHFÜHREN EINER KOMMUNIKATION**

(57) Zusammenfassung: Ein Kommunikationsendgerät wird beschrieben, umfassend eine Bestimmungsfunktion, die dazu ausgestaltet ist, für jedes einer Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken eine physikalische Verbindungskonfiguration zu bestimmen, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar ist, die dem Kommunikationsendgerät unter einer Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind, einen maximalen Informationsdurchsatz zur Verfügung stellt und eine Steuereinrichtung, die dazu ausgestaltet ist, für jedes der Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken zu überprüfen, ob einem Informationsdurchsatzkriterium entsprochen wird, wenn das Kommunikationsendgerät mit dem Kommunikationsnetzwerk mit einer physikalischen Verbindungskonfiguration kommuniziert, die weniger als den maximalen Informationsdurchsatz zur Verfügung stellt, und eine Kommunikationsverbindung zu einem oder mehreren der Kommunikationsnetzwerke auf der Basis des Ergebnisses der Überprüfung zu erstellen.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die hierin beschriebenen Ausführungsformen betreffen im Allgemeinen Kommunikationsendgeräte, Kommunikationsvorrichtungen, Verfahren zum Erstellen einer Kommunikation, zum Bestimmen von Kommunikationsverbindungen für eine Kommunikation und zum Durchführen einer Kommunikation.

Allgemeiner Stand der Technik

[0002] Moderne Kommunikationsendgeräte können in heterogenen Umgebungen betrieben werden, d. h. in Szenarien, in denen eine Vielzahl von Basisstationen oder Zugangspunkten Funkzugriff gemäß unterschiedlichen Funkzugriffstechnologien anbieten. Da die Auswahl der Kommunikationsverbindungen, die für ein Kommunikationsendgerät verwendet werden, nicht nur einen Einfluss auf den Informationsdurchsatz hat, sondern auch auf die Leistungsaufnahme des Kommunikationsendgerätes, sind effektive Verfahren zum Auswählen von Kommunikationskonfigurationen, z. B. einschließlich der Anzahl und Art von Funkverbindungen als auch deren zu erstellende Konfiguration, wünschenswert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0003] In den Zeichnungen beziehen sich durchgängig in den verschiedenen Ansichten gleiche Bezugszeichen im Allgemeinen auf dieselben Teile. Die Zeichnungen sind nicht unbedingt maßstabsgerecht, stattdessen wird das Augenmerk im Allgemeinen auf die Veranschaulichung der Prinzipien der Erfindung gerichtet. In der nachfolgenden Beschreibung werden verschiedene Aspekte unter Bezugnahme auf die nachfolgenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0004] Fig. 1 ein Kommunikationssystem gemäß LTE zeigt.

[0005] Fig. 2 eine Kommunikationsanordnung in einem heterogenen Verbindungsszenario zeigt.

[0006] Fig. 3 ein Diagramm bezüglich Datenübertragungsrate vs. Sendeleistung zeigt, in welchem Arbeitspunkte in einem heterogenen Verbindungsszenario dargestellt werden.

[0007] Fig. 4 ein Kommunikationsendgerät zeigt.

[0008] Fig. 5 ein Ablaufdiagramm zeigt, in welchem ein Verfahren zum Erstellen einer Kommunikation dargestellt wird.

[0009] Fig. 6 ein Ablaufdiagramm zeigt, in welchem ein Verfahren zum Bestimmen von Kommunikationsverbindungen für eine Kommunikation dargestellt wird.

[0010] Fig. 7 eine Kommunikationsvorrichtung zeigt.

[0011] Fig. 8 ein Kommunikationsendgerät zeigt.

[0012] Fig. 9 ein Ablaufdiagramm zeigt, in welchem ein Verfahren zum Durchführen einer Kommunikation dargestellt wird.

[0013] Fig. 10 eine Kommunikationsanordnung in einem heterogenen Verbindungsszenario zeigt.

[0014] Fig. 11 ein Ablaufdiagramm eines Prozesses für eine Verbindung in einer mobilen Vorrichtung zeigt.

[0015] Fig. 12 Ressourcenblöcke gemäß LTE zeigt.

[0016] Fig. 13 die Rahmenstrukturen gemäß WiFi zeigt.

[0017] Fig. 14 die Rahmengrößen für IEEE.11b, IEEE.11a/g, IEEE.11n und IEEE.11ac angibt.

[0018] Fig. 15 eine Kommunikation zwischen einer LTE-Basisstation, die z. B. einer der Basisstationen entspricht, und einer mobilen Vorrichtung zeigt, die z. B. der mobilen Vorrichtung entspricht.

- [0019]** Fig. 16 ein Diagramm Datenübertragungsrate vs. Sendeleistung zeigt.
- [0020]** Fig. 17 eine Kommunikation zwischen einer LTE-Basisstation, die z. B. einer der Basisstationen entspricht, und einer mobilen Vorrichtung zeigt, die z. B. der mobilen Vorrichtung entspricht.
- [0021]** Fig. 18 ein grafisches Schaubild des Informationsdurchsatzes für LTE zeigt.
- [0022]** Fig. 19 ein Diagramm Datenübertragungsrate vs. Sendeleistung zeigt.
- [0023]** Fig. 20 Diagramme Informationsdurchsatz vs. Ausgangsleistung für einzelne Verbindungen und ein Diagramm Informationsdurchsatz vs. Ausgangsleistung mit Arbeitspunkten zeigt, wobei jeder Arbeitspunkt einer Kombination von einer oder mehreren der Verbindungen entspricht.
- [0024]** Fig. 21 das Entfernen von Arbeitspunkten darstellt, woraus mehrfache Ebenen entstehen.
- [0025]** Fig. 22 ein Diagramm Datenübertragungsrate vs. Sendeleistung zeigt.
- [0026]** Fig. 23 eine Aufteilung des Satzes von Arbeitspunkten in Teilblöcke darstellt.
- [0027]** Fig. 24 Übertragungsdiagramme zeigt, welche das Aufsplitten einer Übertragung in eine erste Übertragung und eine zweite Übertragung darstellen.
- [0028]** Fig. 25 Übertragungsdiagramme zeigt, welche das Aufsplitten einer Übertragung in mehrfache erste Übertragungen und mehrfache zweite Übertragungen darstellen.
- [0029]** Fig. 26 ein Ablaufdiagramm zeigt.
- [0030]** Fig. 27 ein Diagramm Datenübertragungsrate vs. Sendeleistung zeigt, das zwei Paare von Arbeitspunkten darstellt, die für Zeitteilung verwendet werden können.
- [0031]** Fig. 28 ein erstes Diagramm einer Frequenzleistung, das einen Arbeitspunkt ohne Trägerzusammenlegung darstellt, und ein zweites Diagramm einer Frequenzleistung zeigt, das einen Arbeitspunkt mit einer Trägerzusammenlegung darstellt.
- [0032]** Fig. 29 ein erstes Diagramm einer Frequenzleistung, das einen Arbeitspunkt mit einem niedrigeren Pegel an Trägerzusammenlegung darstellt, und ein zweites Diagramm einer Frequenzleistung zeigt, das einen Arbeitspunkt mit einem höheren Pegel an Trägerzusammenlegung darstellt.
- [0033]** Fig. 30 ein erstes Diagramm einer Frequenzleistung, das einen Arbeitspunkt mit einem niedrigeren Pegel an Trägerzusammenlegung darstellt, und ein zweites Diagramm einer Frequenzleistung zeigt, das einen Arbeitspunkt mit einem höheren Pegel an Trägerzusammenlegung darstellt.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0034] Die nachfolgende ausführliche Beschreibung betrifft die beigefügten Zeichnungen, die spezifische Details und Aspekte dieser Offenbarung, mit denen die Erfindung ausgeführt werden kann, zur Veranschaulichung zeigen. Weitere Aspekte können angewendet werden und strukturelle, logische und elektrische Änderungen können vorgenommen werden, ohne vom Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen. Die verschiedenen Aspekte dieser Offenbarung schließen sich nicht unbedingt gegenseitig aus, da einige Aspekte dieser Offenbarung mit einem oder mehreren anderen Aspekten dieser Offenbarung kombiniert werden können, um neue Aspekte zu bilden.

[0035] Fig. 1 zeigt ein Kommunikationssystem **100**.

[0036] Das Kommunikationssystem **100** kann aus einem zellulären mobilen Kommunikationssystem bestehen (das im Folgenden auch als zelluläres Funkkommunikationsnetzwerk bezeichnet wird), das ein Funkzugriffnetzwerk (z. B. ein E-UTRAN, weiterentwickeltes UMTS, Universelles Mobiles Kommunikationssystem (Evolved UMTS, Universal Mobile Communications System), Terrestrisches Funkzugriffnetzwerk gemäß Langzeitentwicklung (LTE, Long Term Evolution) oder fortgeschrittenem LTE (LTE-Advanced) **101** und ein Kernnetzwerk (z. B. ein weiterentwickelter Paketkern (EPC, Evolved Packet Core), gemäß LTE oder fortgeschrittenem

LTE) **102** aufweist. Das Funkzugriffsnetzwerk **101** kann Basisstationen (z. B. Basis/Sende/Empfangsstationen, weiterentwickelter E-UTRAN-Knoten Basis-Sende-Empfangs-Stationen (eNodeBs, Evolved Node Base Transceiver Stations), eNBs, Heim-Basisstationen, Heim-eNodeBs, HeNBs gemäß LTE oder LTE-Advanced **103** aufweisen. Jede Basisstation **103** kann Funkversorgungsdeckung für eine oder mehrere mobile Funkzellen **104** des Funkzugriffsnetzwerkes **101** zur Verfügung stellen. Anders ausgedrückt: Die Basisstationen **103** des Funkzugriffsnetzwerkes **101** können sich über unterschiedliche Zellenarten **104** erstrecken (z. B. Makrozellen, Femtozellen, Picozellen, kleine Zellen, offene Zellen, geschlossene Teilnehmergruppenzellen, hybride Zellen, beispielsweise gemäß LTE oder fortgeschrittenem LTE (LTE-Advanced).

[0037] Ein mobiles Endgerät (z. B. UE) **105**, das sich in einer mobilen Funkzelle **104** befindet, kann mit dem Kernnetzwerk **102** und mit anderen mobilen Endgeräten **105** über die Basisstation **103** kommunizieren, die für die Versorgungsdeckung in der mobilen Funkzelle **104** sorgt (anders ausgedrückt, die mobile Funkzelle betreibt). Anders ausgedrückt, die Basisstation **103**, welche die mobile Funkzelle **104** betreibt, in der sich das mobile Endgerät **105** befindet, kann die E-UTRA Benutzerebenen-Abschlüsse, einschließlich der Paketdaten-Konvergenzprotokoll-Schicht (PDCP, Packet Data Convergence Protocol), der Funkverbindungssteuerungsschicht (RLC, Radio Link Control) und der Medienzugriffssteuerungsschicht (MAC, Medium Access Control) und Steuerungsebenen-Abschlüsse zur Verfügung stellen, einschließlich der Funkressourcensteuerungsschicht (RRC, Radio Resource Control) in Richtung des mobilen Endgerätes **105**.

[0038] Wie hierin verwendet, kann ein heterogenes Netzwerk aus einem zellulären Netzwerksystem (z. B. einem 3GPP-System) bestehen, in welchem mehrfache unterschiedliche Zellentypen, wie beispielsweise Makro-, Mikro-, Femto- oder Picozellen verwendet werden. Einige oder alle der angewendeten Zellentypen können sich (teilweise oder vollständig) zeitlich, räumlich oder frequenzmäßig überlappen oder nicht. Ein heterogenes Netzwerk kann auch ein zelluläres Netzwerk sein, das mit anderen nicht-zellulären Netzwerken, wie beispielsweise WiFi (IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ad), WiFi für TV-Weißer Raum (TVWS, TV White Spaces) (IEEE 802.11af), Millimeterwellen-Systemen (mm Wave) oder dergleichen kombiniert wird. Einige oder alle der Versorgungsbereiche oder Zellen der Technologien in dem heterogenen Netzwerk können sich (teilweise oder vollständig) zeitlich, räumlich oder frequenzmäßig überlappen oder nicht.

[0039] Drahtgebundene Kommunikationen können serielle und parallele drahtgebundene Medien, wie beispielsweise das Ethernet, den Universellen Seriellen Bus (USB, Universal Serial Bus), FireWire, Digitale visuelle Schnittstelle (DVI, Digital Visual Interface), Hochauflösende Multimedia Schnittstelle (HDMI, High-Definition Multimedia Interface) usw. aufweisen. Drahtlose Kommunikationen können zum Beispiel aufweisen: drahtlose Medien in allernächster Nähe (z. B. Hochfrequenz (HF) (RF, Radio Frequency), wie beispielsweise auf der Basis des Nahfeldkommunikationsstandards (NFC, Near Field Communications), Infrarot (IR, InfraRed), Optische Zeichenerkennung (OCR, Optical Character Recognition), magnetische Zeichenerfassung oder dergleichen), drahtlose Medien im Nahbereich (z. B. Bluetooth, WLAN, WiFi usw.), drahtlose Medien im Fernbereich (z. B. zelluläre Weitbereich-Funkkommunikationstechnologie, die zum Beispiel aufweisen kann: eine Funkkommunikationstechnologie Globales System für mobile Kommunikationen (GSM, Global System for Mobile Communications), eine Funkkommunikationstechnologie Allgemeiner paketerientierter Funkdienst (GPRS, General Packet Radio Service), eine Funkkommunikationstechnologie Technik zur Erhöhung der Datenübertragungsrate in GSM-Mobilfunknetzen (EDGE, Enhanced Data Rates for GSM Evolution), und/oder eine Funkkommunikationstechnologie Partnerschaftsprojekt der dritten Generation (3GPP, Third Generation Partnership Project) (z. B. Universelles Mobiles Telekommunikationssystem (UMTS, Universal Mobile Telecommunications System), Freiheit für mobilen Medienzugriff (FOMA, Freedom of Multimedia Access, 3GPP Langzeitentwicklung (LTE, Long Term Evolution), 3GPP fortgeschrittene Langzeitentwicklung (LTE, Long Term Evolution Advanced)), Codemultiplexverfahren 2000 (CDMA2000, Code division multiple access 2000), Zelluläre Digitale Paketdaten (CDPD, Cellular Digital Packet Data), Mobitex, Dritte Generation (3G, Third Generation), Schaltungsvermittelte Daten (CSD, Circuit Switched Data), mit Hochleistung schaltungsvermittelte Daten (HSCSD, High-Speed Circuit-Switched Data), Universelles Mobiles Telekommunikationssystem der dritten Generation (UMTS (3G), Universal Mobile Telecommunications System (Third Generation)), Breitband-Codemultiplexverfahren Universelles Mobiles Telekommunikationssystem (W-CDMA UMTS, Wideband Code Division Multiple Access Universal Mobile Telecommunications System), Hochgeschwindigkeits-Paketzugriff (HSPA, High Speed Packet Access), Hochgeschwindigkeits-Paketzugriff in der Abwärtsstrecke (HSDPA, High-Speed Downlink Packet Access), Hochgeschwindigkeits-Paketzugriff in der Aufwärtsstrecke (HSUPA, High-Speed Uplink Packet Access), Hochgeschwindigkeits-Paketzugriff Plus (HSPA+, High Speed Packet Access Plus), Universelles Mobiles Telekommunikationssystem Zeitduplex (UMTS-TDD, Universal Mobile Telecommunications System – Time-Division Duplex), Zeitgeteiltes Codemultiplexverfahren (TD-CDMA, Time Division – Code Division Multiple Access), Zeitgeteiltes Synchrones Codemultiplexverfahren (TD-SCDMA, Time Division – Synchronous Code Division Multiple Access), Partnerschaftsprojekt der dritten Generation Version 8 (vor

der 4. Generation) (3GPP Rel. 8 (Pre-4G), 3rd Generation Partnership Project Release 8 (Pre-4th Generation)), Partnerschaftsprojekt der dritten Generation Version 9 (3GPP Rel. 9, 3rd Generation Partnership Project Release 9), Partnerschaftsprojekt der dritten Generation Version 10 (3GPP Rel. 10, 3rd Generation Partnership Project Release 10), Partnerschaftsprojekt der dritten Generation Version 11 (3GPP Rel. 11, 3rd Generation Partnership Project Release 11), Partnerschaftsprojekt der dritten Generation Version 12 (3GPP Rel. 12, 3rd Generation Partnership Project Release 12), Partnerschaftsprojekt der dritten Generation Version 13 (3GPP Rel. 13, 3rd Generation Partnership Project Release 13) und nachfolgende Versionen (wie beispielsweise Vers. 14, Vers. 15 usw.), UMTS-Terrestrischer Funkzugang (UTRA, UMTS Terrestrial Radio Access), weiterentwickelter UMTS-Terrestrischer Funkzugang (E-UTRA, Evolved UMTS Terrestrial Radio Access), Fortgeschrittene Langzeitentwicklung der vierten Generation (LTE Advanced (4G), Long Term Evolution Advanced (4th Generation)), vorläufiger CDMA-Standard IS-95 (cdmaOne (2G)), Codemultiplexverfahren 2000 der dritten Generation (CDMA2000 (3G), Code division multiple access 2000 (Third generation)), Datenoptimierte Entwicklung oder Nur-Daten-Entwicklung (EV-DO, Evolution-Data Optimized or Evolution-Data Only), Moderner Mobilfunkstandard der ersten Generation (AMPS (1G), Advanced Mobile Phone System (1st Generation)), Totales Zugriffskommunikationssystem/Erweitertes Totales Zugriffskommunikationssystem (TACS/ETACS, Total Access Communication System/Extended Total Access Communication System), Digitaler Moderner Mobilfunkstandard der zweiten Generation (D-AMPS (2G), Digital AMPS (2nd Generation)), PTT (Push-to-talk), Mobiltelefonsystem (MTS, Mobile Telephone System), Verbessertes IMTS (IMTS, Improved Mobile Telephone System), Modernes Mobiltelefonsystem (AMTS, Advanced Mobile Telephone System), Öffentliche Landmobiltelefonie (OLT, Norwegisch für Öffentlich Landmobil Telefoni, Public Land Mobile Telephony), Mobiltelefonsystem D (MTD, Schwedische Abkürzung für Mobiltelefonisystem D, oder Mobile telephony system D), Öffentliches Automatisiertes Landmobil (Autotel/PALM, Public Automated Land Mobile), Autofunktelefon (ARP, Finnisch für Autoradiopuhelin, „car radio phone“), Mobiltelefonie (NMT, Nordische Mobile Telephony), Hochkapazitätsversion von Nippon Telegraf und Telefon (Hicap, High capacity version of NTT (Nippon Telegraph and Telephone)), Zelluläre Digitale Paketdaten (CDPD, Cellular Digital Packet Data), Mobitex, DataTAC, Integriertes Digitales Verbessertes Netzwerk (iDEN, Integrated Digital Enhanced Network), Persönliches Digitales Zellular (PDC, Personal Digital Cellular), Leitungsvermittelte Daten (CSD, Circuit Switched Data), Persönliches Handy-Telefonsystem (PHS, Personal Handy-phone System), Breitband-Integriertes Digitales Verbessertes Netzwerk (WiDEN, Wideband Integrated Digital Enhanced Network), iBurst, Unlizensierter Mobiler Zugriff (UMA, Unlicensed Mobile Access (auch als 3GPP Allgemeines Zugangsnetzwerk (GAN, Generic Access Network), oder GAN-Standard bezeichnet), elektronische Interaktion über Schallwellen, IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ad/af, WiFi, WiFi für TV Weißer Raum (TVWS, TV White Spaces), IEEE 802.16e/m, WiMAX, oder dergleichen.

[0040] Steuerungs- und Benutzerdaten können zwischen einer Basisstation **103** und einem mobilen Endgerät **105** übertragen werden, das sich in der Mobilfunkzelle **104** befindet, die durch die Basisstation **103** über die Luftschnittstelle **106** auf der Basis eines Mehrfachzugriffsverfahrens betrieben wird. Auf der LTE-Luftschnittstelle **106** können unterschiedliche Duplexverfahren, wie beispielsweise Frequenzduplex (FDD, Frequency Division Duplex) oder Zeitduplex (TDD, Time Division Duplex) eingesetzt werden.

[0041] Moderne Kommunikationsendgeräte können mit einer Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken gleichzeitig Kommunikationsverbindungen haben. Zum Beispiel kann ein Kommunikationsendgerät, z. B. eine mobile Vorrichtung, in einem heterogenen drahtlosen Zusammenhang betrieben werden, in welchem die mobile Vorrichtung in der Lage ist, eine oder mehrere drahtlose Kommunikationsverbindungen mit einer Mehrzahl von Kommunikationsnetzwerken unter Verwendung von unterschiedlichen Funkzugriffstechnologien aufrechtzuerhalten. Im Folgenden wird angenommen, dass ein Kommunikationsendgerät eine Mehrzahl von heterogenen Funkkommunikationsverbindungen betreiben kann (z. B. können gleichzeitig Kommunikationsverbindungen gemäß unterschiedlichen Funkzugriffstechnologien betrieben werden). Dieses Szenario wird in der **Fig. 2** dargestellt. **Fig. 2** zeigt eine Kommunikationsanordnung **200**.

[0042] Die Kommunikationsanordnung **200** weist eine Vielzahl von Basisstationen **201**, **202** auf, die zum Beispiel eine erste Basisstation aufweisen, die gemäß LTE betrieben wird, z. B. entsprechend einer der Basisstationen **103**, und eine N_{gt} te Basisstation (oder Zugangspunkt in diesem Fall) **202**, die gemäß WiFi betrieben wird.

[0043] Jedes der Vielzahl von Kommunikationsendgeräten (oder mobilen Vorrichtungen) **203**, die z. B. dem Kommunikationsendgerät **105** entsprechen, kann eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen **204** mit den Basisstationen **201**, **202** haben.

[0044] Eine gegebene mobile Vorrichtung kann typischerweise eine minimale Ziel-Datenübertragungsrate haben (d. h. einen minimalen Ziel-Informationsdurchsatz). Bei dem wie in **Fig. 2** dargestellten Szenario ist es wünschenswert, die optimale Anzahl von Kommunikationsverbindungen **204**, die gleichzeitig betrieben werden

sollen, und den optimalen Betriebsmodus für die Medienzugriffsteuerung (MAC, Medium Access Control) für jede der Kommunikationsverbindungen **204** für eine mobile Vorrichtung **203** zu identifizieren.

[0045] Der Ausdruck „MAC-Modus“, der ein Beispiel einer Komponente einer physikalischen Verbindungs-konfiguration sein kann, bezieht sich zum Beispiel auf eine Kombination von Konstellationsarten (z. B. binäre Phasenumtastung (BPSK, Binary Phase Shift Keying), Quadratur-Phasenumtastung (QPSK, Quadrature Phase Shift Keying), Quadratur-Amplitudenmodulation (QAM, Quadrature Amplitude Modulation) 16/64/128/256/512/1024/2048/ usw.) und eine Codeübertragungsrate (Codeübertragungsrate $R = 1/2, 2/3, 3/4$ usw. einschließlich Durchschlagen) (d. h. Entfernen von einigen Bits aus dem codierten Bit-Strom) und möglicherweise andere Mechanismen, welche die gesamte Codeübertragungsrate beeinflussen) in Kombination mit MAC-Mechanismen, wie beispielsweise (hybride) automatische Wiederholungsanforderung (Hybrid) ARQ, Hybrid Automatic Repeat Request) oder dergleichen.

[0046] Anders ausgedrückt, die Definition des MAC-Modus weist im Folgenden zum Beispiel ein ausgewähltes Modulations- und Codierungsschema (MCS, Modulation and Coding Scheme) auf der physikalischen Schicht mit MAC-Schicht-Wiederübertragungsmechanismen und weiteren Schemata auf, die Signalisierung/Wiederübertragungs-Overheads und dergleichen einführen.

[0047] Die Auswahl von Kommunikationsverbindungen kann auf der Netzwerkseite oder innerhalb der mobilen Vorrichtung, zum Beispiel anhand der nachfolgenden Annahmen durchgeführt werden:

- Auswahl auf der Netzwerkseite: das Netzwerk empfängt sowohl eine minimale Ziel-Datenübertragungsrate von der mobilen Vorrichtung als auch eine Eigenschaftsliste, in der Funkzugriffstechnologien (RATs, Radio Access Technologies) angegeben werden, welche die mobile Vorrichtung gleichzeitig betreiben kann und unter welchen Bedingungen sie dies tun kann. Das Netzwerk empfiehlt oder erzwingt eine sich daraus ergebende Kommunikationskonfiguration (möglicherweise werden eine Mehrzahl von Verbindungen für die mobile Vorrichtung kombiniert, wie beispielsweise LTE, WiFi, WiFi für TV für Weißen Raum (TVWS, TV White Spaces) usw.
- Auswahl auf der Seite der mobilen Vorrichtung (Endgerätseite): Dies kann die Einführung von Mechanismen in bestehende (zelluläre) Standards (wie beispielsweise 3GPP LTE oder dergleichen) erfordern. Insbesondere i) wählt die mobile Vorrichtung in diesem Zusammenhang einen Ziel-MAC-Modus aus (was traditionell durch die Funkressourcenmanagement-Entitäten (RRM, Radio Resource Management) in dem Netzwerk vorgenommen wird und ii) bestimmt, wie viele (Zeit/Frequenz) Ressourcen (zum Beispiel Anzahl von Ressourcenblöcken im Zusammenhang mit LTE oder dergleichen) der mobilen Vorrichtung zugewiesen werden, wenn eine bestimmte Kommunikationsverbindung angefordert wird.

[0048] Falls die mobile Vorrichtung eine Mehrzahl von Funkverbindungen gleichzeitig betreiben kann, wobei für jede Kommunikationsverbindung ein MAC-Modus unter der Vielzahl von verfügbaren MAC-Modi möglich ist, führt dies zu einer großen Anzahl von Betriebspunkten (die z. B. einer einzigen Kommunikationskonfiguration entsprechen, die eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen aufweist, wobei jede mit einem MAC-Modus verknüpft ist). Dies ist in **Fig. 3** dargestellt.

[0049] **Fig. 3** zeigt ein Diagramm **300** Datenübertragungsrate vs. Sendeleistung. Die Datenübertragungsrate (d. h. der Informationsdurchsatz) einer Kommunikationskonfiguration steigt von links nach rechts auf einer Datenübertragungsratenachse **301** an und die erforderliche Sendeleistung (die als die Kosten einer Kommunikationskonfiguration angesehen werden kann) steigt von unten nach oben auf einer Leistungsachse **302** an.

[0050] Eine Vielzahl von Arbeitspunkten **303** wird in dem Diagramm **300** gezeigt. Jeder Arbeitspunkt **303** entspricht einer Kommunikationskonfiguration und stellt die momentane Leistungsaufnahme versus die daraus resultierende Datenübertragungsrate dar. Eine Kommunikationskonfiguration entspricht einer beliebigen Kombination von Kommunikationsverbindungen gemäß allen verfügbaren RATs, wobei für jede Verbindung ein einziger von allen verfügbaren MAC-Modi für die entsprechende RAT verfügbar ist. Ein Arbeitspunkt entspricht zum Beispiel der LTE-QPSK-Übertragungsrate-1/2, die gleichzeitig mit der WiFi-QAM16-Übertragungsrate-2/3 usw. betrieben wird. Die Kosten (erforderliche Sendeleistung) einer Kommunikationskonfiguration können sich ändern und können dementsprechend ständig aktualisiert werden, z. B. auf der Basis von Ausbreitungsbedingungen, Entfernung zwischen der mobilen Vorrichtung und den zugehörigen Basisstationen (einschließlich Zugangspunkten). Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Kostenfunktion auch den Batteriezustand der mobilen Vorrichtung aufweisen kann.

[0051] Eine Linie **304** gibt ein Beispiel für einen minimalen Ziel-Informationsdurchsatz an, den eine mobile Vorrichtung verlangt. Eine Auswahl einer Kommunikationskonfiguration sollte folglich einem Arbeitspunkt ent-

sprechen, der sich auf der rechten Seite der Linie **304** befindet. Die Kurve **305** stellt die konvexe Hüllfunktion **305** der Arbeitspunkte **303** dar.

[0052] Im Folgenden werden Beispiele beschrieben, welche die Auswahl einer Kommunikationskonfiguration für ein Kommunikationsendgerät (z. B. eine mobile Vorrichtung) ansprechen.

[0053] Fig. 4 zeigt ein Kommunikationsendgerät **400**.

[0054] Das Kommunikationsendgerät weist eine Bestimmungsfunktion **401** auf, die dazu ausgestaltet ist, für jedes einer Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken eine physikalische Verbindungskonfiguration zu bestimmen, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar ist, die dem Kommunikationsendgerät unter einer Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen, welche für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind, einen maximalen Informationsdurchsatz zur Verfügung stellt.

[0055] Das Kommunikationsendgerät weist ferner eine Steuereinrichtung **402** auf, die dazu ausgestaltet ist, für jedes der Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken zu prüfen, ob einem Informationsdurchsatzkriterium entsprochen wird, wenn das Kommunikationsendgerät mit dem Kommunikationsnetzwerk mit einer physikalischen Verbindungskonfiguration kommuniziert, die weniger als den maximalen Informationsdurchsatz unter der Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen zur Verfügung stellt, der für das Kommunikationsendgerät verfügbar ist, und eine Kommunikationsverbindung zu einem oder mehreren der Kommunikationsnetzwerke auf der Basis des Ergebnisses der Überprüfung zu erstellen.

[0056] Anders ausgedrückt, ein Kommunikationsendgerät überprüft zum Beispiel den maximalen Informationsdurchsatz, der von jedem einer Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken verfügbar wäre, kann aber entscheiden, dass es eher weniger als den maximalen Informationsdurchsatz für eines oder mehrere Kommunikationsnetzwerke verwendet (und zum Beispiel eher eine höhere Anzahl von Kommunikationsverbindungen, d. h. Verbindungen zu einer größeren Anzahl der Netzwerke), z. B. um insgesamt Sendeleistung einzusparen.

[0057] Folglich verwendet das Kommunikationsendgerät eine Verbindungsauswahlstrategie, welche Kenntnis über die Ressourcen verwertet, von denen erwartet werden kann, dass sie dem Kommunikationsendgerät für jede berücksichtigte Funkzugriffstechnologie (d. h. jedes Netzwerk) zugewiesen werden. Das Kommunikationsendgerät wählt zum Beispiel eine Reihe von Funkverbindungen (mit entsprechenden physikalischen Verbindungskonfigurationen) dergestalt aus, dass seine gesamte Ausgangs-Sendeleistung minimiert wird.

[0058] Zu diesem Zweck können Interaktionen zwischen einer mobilen Vorrichtung und Netzwerkentitäten zur Verfügung gestellt werden, die eine an einer mobilen Vorrichtung orientierte Entscheidungsfindung hinsichtlich der Kommunikationskonfiguration ermöglichen. Solche Interaktionen (z. B. Meldungsflüsse) können zum Beispiel aus Standardisierung, z. B. in 3GPP oder dergleichen bestehen.

[0059] Das Kommunikationsendgerät kann möglicherweise die verfügbaren Netzwerkressourcen (z. B. die Anzahl von Ressourcenblöcken, die Anzahl von Zeitschlitzten, Bandbreite usw.) pro Funkverbindung und/oder mögliche Verfahrensweisen des Netzwerkes berücksichtigen, wodurch der Raum für die möglichen Entscheidungen innerhalb der mobilen Vorrichtung beschränkt wird.

[0060] Dies kann möglicherweise für den Benutzer einer mobilen Vorrichtung durch längere Batterielebensdauer zu einer besseren Benutzererfahrung und für den Netzbetreiber und andere Benutzervorrichtungen zu weniger Störungen (für die Basisstationen) führen, weil der gesamte Sendeleistungspegel reduziert werden kann.

[0061] Eine mobile Vorrichtung kann zum Beispiel eine optimale Anzahl von Funkverbindungen auswählen, die gleichzeitig betrieben werden sollen (und wählt die Verbindungen unter einer heterogenen Gesamtheit von verfügbaren RATs aus, wie beispielsweise LTE, WiFi usw.), und die optimalen MAC-Modi für jede Funkverbindung auf der Basis von (genauen, ungefähren oder geschätzten) Informationen dahingehend, wie viele spektrale/zeitliche Ressourcen von der jeweiligen Basisstation (oder Zugangspunkt) der mobilen Vorrichtung gewährt würden. Die Optimierung wird zum Beispiel innerhalb der mobilen Vorrichtung durchgeführt, z. B. durch eine Komponente der mobilen Vorrichtung.

[0062] Zu diesem Zweck kann, wie nachstehend beschrieben, ein rechnerisch effektiver Optimierungsalgorithmus verwendet werden, und es können Mechanismen zum Erhalten von Informationen über die Menge von spektralen/zeitlichen Ressourcen (oder im Allgemeinen über die physikalischen Verbindungskonfigurationen)

zur Verfügung gestellt werden, die für die mobile Vorrichtung verfügbar sind. Zum Beispiel kann die mobile Vorrichtung auf der Basis entsprechender Schätzungen die optimalen RATs, die gleichzeitig betrieben werden sollen, und die entsprechenden MAC-Modi (oder allgemeiner die physikalischen Verbindungskonfigurationen) auswählen.

[0063] Entsprechende Entscheidungsfindung auf der Netzwerkseite kann typischerweise nicht auf schnelle Anforderungsänderungen in der mobilen Vorrichtung reagieren und entspricht typischerweise nicht den genauen Anforderungen von jeder mobilen Vorrichtung. Dies kann zu einem minderwertigeren Arbeitspunkt und einer höheren Leistungsaufnahme und schnellerer Batterieentleerung der mobilen Vorrichtung führen.

[0064] Das Kommunikationsendgerät **400** führt zum Beispiel ein Verfahren, wie in **Fig. 5** dargestellt, aus.

[0065] **Fig. 5** zeigt ein Ablaufdiagramm **500**.

[0066] Das Ablaufdiagramm **500** stellt ein Verfahren zum Erstellen einer Kommunikation dar, das zum Beispiel durch ein Kommunikationsendgerät ausgeführt wird.

[0067] Bei **501** bestimmt das Kommunikationsendgerät für jedes einer Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken eine physikalische Verbindungskonfiguration, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar ist, die dem Kommunikationsendgerät unter einer Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen, welche für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind, einen maximalen Informationsdurchsatz zur Verfügung stellt.

[0068] Bei **502** überprüft das Kommunikationsendgerät für jedes der Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken, ob einem Informationsdurchsatzkriterium entsprochen wird, wenn das Kommunikationsendgerät mit dem Kommunikationsnetzwerk mit einer physikalischen Verbindungskonfiguration kommuniziert, die weniger als den maximalen Informationsdurchsatz unter der Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen zur Verfügung stellt, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind.

[0069] Bei **503** erstellt das Kommunikationsendgerät auf der Basis des Ergebnisses der Überprüfung Kommunikationsverbindungen mit einem oder mehreren der Kommunikationsnetzwerke.

[0070] Ein weiteres Beispiel ist in **Fig. 6** dargestellt.

[0071] **Fig. 6** zeigt ein Ablaufdiagramm **600**.

[0072] Das Ablaufdiagramm **600** stellt ein Verfahren zum Bestimmen von Kommunikationsverbindungen für eine Kommunikation dar, die zum Beispiel von einer Kommunikationsvorrichtung (z. B. einem Kommunikationsendgerät oder einer Kommunikationsnetzwerkkomponente, wie beispielsweise einer Basisstation) ausgeführt wird.

[0073] Bei **601** sucht die Kommunikationsvorrichtung, für eine Reihe von Kommunikationsverbindungen und für jede Kommunikationsverbindung, nach einer Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen, nach einer Kommunikationskonfiguration, welche eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen aufweist, und, für jede der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen, auf der Basis eines Suchkriteriums nach einer verfügbaren physikalischen Verbindungskonfiguration.

[0074] Bei **602** erstellt die Kommunikationsvorrichtung eine Kommunikation gemäß einer gefundenen Kommunikationskonfiguration.

[0075] Anders ausgedrückt, es wird eine Suche nach einer Kommunikationskonfiguration durchgeführt, z. B. in einem heterogenen Netzwerkszenario.

[0076] Wie zum Beispiel nachstehend ausführlicher beschrieben wird, wird eine Kommunikationskonfiguration, die bei einer Suche nach Kommunikationskonfigurationen gefunden wird, bei einer weiteren Suche nicht berücksichtigt, indem mindestens eine Komponente der Kommunikationskonfiguration ausgeschlossen wird, nämlich (mindestens) die physikalische Schichtkonfiguration (z. B. einschließlich des MAC-Modus) von einer der Kommunikationsverbindungen, welche die Kommunikationskonfiguration aufweist.

[0077] Folglich kann die Suche fortgesetzt werden und es kann möglicherweise eine bessere Kommunikationskonfiguration (hinsichtlich der Kosten, wie beispielsweise Sendeleistung) gefunden werden.

[0078] Es gibt zum Beispiel diskrete konvexe Optimierungsmechanismen, bei denen der Suchraum (oder der Lösungsraum) beschränkt ist, wie beispielsweise eine konvexe Hüllfunktion für Arbeitspunkte, wie beispielsweise durch das grafische Schaubild **305** dargestellt. Diese inhärente Suboptimalität kann dadurch überwunden werden, dass eine gefundene Kommunikationskonfiguration nicht berücksichtigt wird (welche zum Beispiel optimal für den beschränkten Suchraum ist) und dass die Suche ohne diese Kommunikationskonfiguration fortgesetzt wird. Anders ausgedrückt, Suboptimalitäten von Lösungen, die in Suchalgorithmen mit konvexen Hülle gefunden werden, können vermieden werden, indem gefundene Konfigurationen wiederholt nicht berücksichtigt werden und der Suchalgorithmus fortgesetzt wird. Folglich kann die Suboptimalität des Suchalgorithmus vermieden werden, während gleichzeitig die Effektivität des Suchalgorithmus beibehalten wird.

[0079] Dies ermöglicht eine effektive Verbindungsauswahl (einschließlich der Anzahl von Funkverbindungen, die gleichzeitig betrieben werden sollen, und optimale MAC-Modi für jede Funkverbindung).

[0080] Die Auswahl der Ziel-Optimierungstechnik und die Auswahl der Anzahl von Wiederholungen können von den Einschränkungen der mobilen Vorrichtung abhängen (wie beispielsweise die maximale Anzahl von Funkverbindungen, die gleichzeitig betrieben werden sollen usw.).

[0081] Eine effektive Verbindungsauswahl kann möglicherweise für den Benutzer einer mobilen Vorrichtung durch längere Batterielebensdauer zu einer besseren Benutzererfahrung und für den Netzbetreiber und andere Benutzervorrichtungen zu weniger Störungen (für die Basisstationen) führen, weil der gesamte Sendeleistungsepegel reduziert werden kann.

[0082] Es kann zum Beispiel die optimale Verbindungskonfiguration für die mobile Vorrichtung in einem Mehrfach-Verbindungszusammenhang identifiziert werden (d. h. Mehrfach-Funkzugriffstechnologien werden gleichzeitig aufrechterhalten und es wird von der mobilen Vorrichtung angenommen, dass sie in der Lage ist, die Ziel-MAC-Modi direkt oder indirekt zu wählen). Die Optimierung wird zum Beispiel innerhalb der mobilen Vorrichtung durchgeführt.

[0083] Das in **Fig. 6** dargestellte Verfahren wird zum Beispiel durch eine Kommunikationsvorrichtung ausgeführt (z. B. ein Kommunikationsendgerät oder eine Netzwerkkomponente), wie in **Fig. 7** dargestellt.

[0084] **Fig. 7** zeigt eine Kommunikationsvorrichtung **700**.

[0085] Die Kommunikationsvorrichtung **700** weist auf: einen Prozessor **701**, der dazu ausgestaltet ist, für eine Reihe von Kommunikationsverbindungen und für jede Kommunikationsverbindung nach einer Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen, nach einer Kommunikationskonfiguration, welche eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen aufweist, und für jede der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen, auf der Basis eines Suchkriteriums nach einer verfügbaren physikalischen Verbindungskonfiguration zu suchen.

[0086] Die Kommunikationsvorrichtung **700** weist des Weiteren eine Sende-/Empfangseinrichtung **702** auf, die dazu ausgestaltet ist, eine Kommunikation entsprechend einer gefundenen Kommunikationskonfiguration zu erstellen.

[0087] Ein weiteres Beispiel ist in **Fig. 8** dargestellt.

[0088] **Fig. 8** zeigt ein Kommunikationsendgerät **800**.

[0089] Das Kommunikationsendgerät **800** weist eine Sende-/Empfangseinrichtung **801** auf, die dazu ausgestaltet ist, eine Kommunikation unter abwechselnder Verwendung einer ersten Kommunikationskonfiguration mit einem ersten Informationsdurchsatz und einer zweiten Kommunikationskonfiguration mit einem zweiten Informationsdurchsatz dergestalt durchzuführen, dass der durchschnittliche Informationsdurchsatz der Kommunikation einem vorbestimmten Informationsdurchsatzkriterium entspricht.

[0090] Anders ausgedrückt, ein Kommunikationsendgerät schaltet zwischen zwei (oder mehreren) Kombinationen von Kommunikationsverbindungen (einschließlich mindestens einer Kommunikationsverbindung) mit unterschiedlichem Informationsdurchsatz dergestalt um, dass die Kommunikation im Durchschnitt einen gewünschten Informationsdurchsatz hat. Es kann zum Beispiel zum Kombinieren unterschiedlicher RAT-Auswahlgesamtheiten ein Zeiteilungsansatz verwendet werden, d. h. Kommunikationskonfigurationen, die Kommunikationsverbindungen von verschiedenen RATs aufweisen. Dies ermöglicht es einer mobilen Vorrichtung,

genau ihrer minimalen Informationsdurchsatzanforderung zu entsprechen, während gleichzeitig die gesamte Ausgangsleistung der mobilen Vorrichtung minimiert wird.

[0091] Um zum Beispiel der minimalen Informationsdurchsatzanforderung zu entsprechen, indem die Zeit zwischen zwei Kommunikationskonfigurationen geteilt genutzt wird, wählt das mobile Endgerät eine erste Kommunikationskonfiguration mit einem Informationsdurchsatz über der minimalen Informationsdurchsatzanforderung und eine zweite Kommunikationskonfiguration mit einem Informationsdurchsatz unter der minimalen Informationsdurchsatzanforderung.

[0092] Die Kommunikationskonfigurationen können sich auch hinsichtlich der Trägerzusammenlegung unterscheiden, z. B. verwendet die eine Trägerzusammenlegung oder eine stärkere Form von Trägerzusammenlegung (und bietet folglich einen höheren Informationsdurchsatz) und die andere verwendet keine Trägerzusammenlegung oder eine schwächere Form von Trägerzusammenlegung (und stellt folglich einen niedrigeren Informationsdurchsatz zur Verfügung).

[0093] Die Zeiteilung bei Kommunikationskonfigurationen kann möglicherweise für den Benutzer einer mobilen Vorrichtung durch längere Batterielebensdauer zu einer besseren Benutzererfahrung und für den Netzbetreiber und andere Benutzervorrichtungen zu weniger Störungen (für die Basisstationen) führen, weil möglicherweise der gesamte Sendeleistungspegel reduziert werden kann.

[0094] Zum Bestimmen der Kommunikationskonfigurationen mit geeigneten Informationsdurchsätzen kann ein rechnerisch effektiver Optimierungsalgorithmus verwendet werden, wie nachstehend beschrieben und zum Beispiel entsprechend dem unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschriebenen Ansatz.

[0095] Die Kommunikationskonfigurationen bestehen zum Beispiel aus Arbeitspunkten einer drahtlosen Verbindung, wie in **Fig. 3** dargestellt, wobei jeder Arbeitspunkt einer Anzahl von drahtlosen Verbindungen entspricht, die mit einem gegebenen MAC-Modus, mit einer gegebenen Anzahl von spektralen/zeitlichen Ressourcen gleichzeitig betrieben werden.

[0096] Das Kommunikationsendgerät führt zum Beispiel ein Verfahren wie in **Fig. 9** dargestellt aus.

[0097] **Fig. 9** zeigt ein Ablaufdiagramm **900**.

[0098] Das Ablaufdiagramm **900** stellt ein Verfahren zum Durchführen einer Kommunikation dar, das zum Beispiel durch ein Kommunikationsendgerät ausgeführt wird.

[0099] Bei **901** verwendet das Kommunikationsendgerät abwechselnd eine erste Kommunikationskonfiguration mit einem ersten Informationsdurchsatz und eine zweite Kommunikationskonfiguration mit einem zweiten Informationsdurchsatz dergestalt, dass der durchschnittliche Informationsdurchsatz der Kommunikation einem vorbestimmten Informationsdurchsatzkriterium entspricht.

[0100] Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Komponenten der verschiedenen Kommunikationsendgeräte und -vorrichtungen zum Beispiel durch eine oder mehrere Schaltungen implementiert werden können. Unter einer „Schaltung“ kann jede Art einer logikimplementierenden Entität verstanden werden, die aus einer Schaltung für einen speziellen Zweck oder einem Prozessor bestehen kann, der Software, die in einem Speicher gespeichert ist, Firmware, oder eine Kombination davon, ausführt. Folglich kann eine „Schaltung“ aus einer festverdrahteten Logikschaltung oder einer programmierbaren Logikschaltung, wie beispielsweise einem programmierbaren Prozessor, z. B. einem Mikroprozessor, bestehen. Eine „Schaltung“ kann auch aus einem Prozessor bestehen, der Software ausführt, z. B. jede beliebige Art von Computerprogramm. Jede beliebige andere Art von Implementierung der jeweiligen Funktionen, die nachstehend ausführlicher beschrieben werden, kann auch als eine „Schaltung“ verstanden werden.

[0101] Die nachfolgenden Beispiele beziehen sich auf weitere Ausführungsformen.

[0102] Beispiel 1 ist ein Kommunikationsendgerät, wie in **Fig. 4** dargestellt.

[0103] In Beispiel 2 kann der Gegenstand von Beispiel 1 optional die Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke eine Kommunikationsverbindung zu dem Kommunikationsnetzwerk mit einer physikalischen Verbindungsconfiguration zu erstellen, die weniger als den maximalen Informationsdurchsatz unter der Anzahl von physikalischen Verbindungsconfigurationen ausmacht,

die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind, wenn das Kommunikationsendgerät dem Informationsdurchsatzkriterium entspricht, wenn das Kommunikationsendgerät mit dem Kommunikationsnetzwerk mit der physikalischen Verbindungskonfiguration kommuniziert.

[0104] In Beispiel 3 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 1–2 optional die Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen zu einem oder mehreren der Kommunikationsnetzwerke, und für jede der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen eine physikalische Verbindungskonfiguration auf der Basis des Ergebnisses der Überprüfung auszuwählen, und dazu ausgestaltet ist, die ausgewählte eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen mit den ausgewählten physikalischen Verbindungskonfigurationen zu erstellen.

[0105] In Beispiel 4 kann der Gegenstand von Beispiel 3 optional die Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, für jede der einen oder mehreren ausgewählten Kommunikationsverbindungen die Erstellung der Kommunikationsverbindung mit der ausgewählten physikalischen Verbindungskonfiguration von dem jeweiligen Kommunikationsnetzwerk anzufordern.

[0106] In Beispiel 5 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 3–4 optional die Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, die eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Reduzieren der erforderlichen Sendeleistung auszuwählen, mit der die eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen betrieben werden.

[0107] In Beispiel 6 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 3–5 optional die Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, die eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Maximieren des Frequenzspektrums auszuwählen, das von der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen zur Verfügung gestellt wird.

[0108] In Beispiel 7 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 3–6 optional die Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, die eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Maximieren der Sendeleistungseffektivität auszuwählen, die von der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen zur Verfügung gestellt wird.

[0109] In Beispiel 8 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 1–7 optional die Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, für die Kommunikationsnetzwerke und für jedes der Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken, nach einer Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen für eine Kommunikationsverbindung zu dem Kommunikationsnetzwerk, nach einer Kommunikationskonfiguration, welche eine Reihe von Kommunikationsverbindungen aufweist, und, für jede Kommunikationsverbindung, nach einer physikalischen Verbindungskonfiguration zu suchen.

[0110] In Beispiel 9 kann der Gegenstand von Beispiel 8 optional die Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, Informationen über verfügbare Kommunikationsnetzwerke auf der Basis von mindestens entweder einer Suche, die von dem Kommunikationsendgerät durchgeführt wird, einer Datenbankabfrage oder Informationen zu bestimmen, die durch ein anderes Kommunikationsendgerät zur Verfügung gestellt werden.

[0111] In Beispiel 10 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 1–9 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung aufweisen, einschließlich einer Menge von Kommunikationsressourcen, die für die Kommunikationsverbindung verwendet wird.

[0112] In Beispiel 11 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 1–10 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung aufweisen, die eine Modulation und ein Codierungsschema aufweist, die für die Kommunikationsverbindung verwendet werden.

[0113] In Beispiel 12 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 1–11 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung aufweisen, die eine Codeübertragungsrate aufweist, die für die Kommunikationsverbindung verwendet wird.

[0114] In Beispiel 13 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 1–12 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung aufweisen, die eine Konstellationsart aufweist, die für die Kommunikationsverbindung verwendet wird.

[0115] In Beispiel 14 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 1–13 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung aufweisen, die einen MAC-Modus aufweist, der für die Kommunikationsverbindung verwendet wird.

[0116] In Beispiel 15 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 1–14 optional die Bestimmungsfunktion aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke Informationen über die physikalische Verbindungskonfiguration anzufordern, welche den maximalen Informationsdurchsatz zu dem Kommunikationsendgerät von dem Kommunikationsnetzwerk bietet.

[0117] In Beispiel 16 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 1–15 optional die Bestimmungsfunktion aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke Informationen über physikalische Verbindungskonfigurationen anzufordern, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind.

[0118] In Beispiel 17 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 1–16 optional die Bestimmungsfunktion aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke Informationen über alle physikalischen Verbindungskonfigurationen anzufordern, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind.

[0119] In Beispiel 18 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 1–17 optional die Kommunikationsnetzwerke aufweisen, die mindestens teilweise gemäß unterschiedlichen Funkzugriffstechnologien betrieben werden.

[0120] Beispiel 19 besteht aus einem Verfahren zum Erstellen einer Kommunikation wie in **Fig. 5** dargestellt.

[0121] In Beispiel 20 kann der Gegenstand von Beispiel 19 optional das Erstellen, für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke, einer Kommunikationsverbindung zu dem Kommunikationsnetzwerk mit einer physikalischen Verbindungskonfiguration aufweisen, die weniger als den maximalen Informationsdurchsatz unter der Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen ausmacht, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind, wenn das Kommunikationsendgerät dem Informationsdurchsatzkriterium entspricht, wenn das Kommunikationsendgerät mit dem Kommunikationsnetzwerk mit der physikalischen Verbindungskonfiguration kommuniziert.

[0122] In Beispiel 21 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 19–20 optional das Auswählen einer oder mehrerer Kommunikationsverbindungen zu einem oder mehreren der Kommunikationsnetzwerke und, für jede der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen, einer physikalischen Verbindungskonfiguration auf der Basis des Ergebnisses der Überprüfung, das Erstellen der ausgewählten einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen mit den ausgewählten physikalischen Verbindungskonfigurationen aufweisen.

[0123] In Beispiel 22 kann der Gegenstand von Beispiel 21 optional für jede der einen oder mehreren ausgewählten Kommunikationsverbindungen das Anfordern der Erstellung der Kommunikationsverbindung mit der ausgewählten physikalischen Verbindungskonfiguration von dem jeweiligen Kommunikationsnetzwerk aufweisen.

[0124] In Beispiel 23 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 21–22 optional das Auswählen der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Reduzieren der erforderlichen Sendeleistung aufweisen, mit der die eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen betrieben werden.

[0125] In Beispiel 24 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 21–23 optional das Auswählen der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Maximieren des Frequenzspektrums aufweisen, das von der einen oder von den mehreren Kommunikationsverbindungen zur Verfügung gestellt wird.

[0126] In Beispiel 25 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 21–24 optional das Auswählen der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Maximieren der Sendeleistungseffektivität aufweisen, die von der einen oder den mehreren Kommunikationsverbindungen zur Verfügung gestellt wird.

[0127] In Beispiel 26 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 19–25 optional das Suchen, für die Kommunikationsnetzwerke und für jedes der Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken, nach einer Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen für eine Kommunikationsverbindung zu dem Kommunikationsnetzwerk, nach einer Kommunikationskonfiguration, welche eine Reihe von Kommunikationsverbindungen aufweist, und, für jede Kommunikationsverbindung, nach einer physikalischen Verbindungskonfiguration aufweisen.

[0128] In Beispiel 27 kann der Gegenstand von Beispiel 26 optional das Bestimmen von Informationen über verfügbare Kommunikationsnetzwerke auf der Basis von einer Suche, die von dem Kommunikationsendgerät durchgeführt wird, einer Datenbankabfrage und/oder Informationen aufweisen, die durch ein anderes Kommunikationsendgerät zur Verfügung gestellt werden.

[0129] In Beispiel 28 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 19–27 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung einschließlich einer Menge von Kommunikationsressourcen aufweisen, die für die Kommunikationsverbindung verwendet wird.

[0130] In Beispiel 29 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 19–28 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung einschließlich einer Modulation und eines Codierungsschemas aufweisen, die für die Kommunikationsverbindung verwendet werden.

[0131] In Beispiel 30 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 19–29 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung einschließlich einer Codeübertragungsrate aufweisen, die für die Kommunikationsverbindung verwendet werden.

[0132] In Beispiel 31 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 19–30 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung einschließlich einer Konstellationsart aufweisen, die für die Kommunikationsverbindung verwendet wird.

[0133] In Beispiel 32 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 19–31 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung einschließlich eines MAC-Modus aufweisen, der für die Kommunikationsverbindung verwendet wird.

[0134] In Beispiel 33 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 19–32 optional für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke das Anfordern von Informationen über die physikalische Verbindungskonfiguration aufweisen, welche den maximalen Informationsdurchsatz zu dem Kommunikationsendgerät von dem Kommunikationsnetzwerk bietet.

[0135] In Beispiel 34 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 19–33 optional für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke das Anfordern von Informationen über physikalische Verbindungskonfigurationen aufweisen, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind.

[0136] In Beispiel 35 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 19–34 optional für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke das Anfordern von Informationen über alle physikalischen Verbindungskonfigurationen aufweisen, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind.

[0137] In Beispiel 36 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 19–35 optional die Kommunikationsnetzwerke aufweisen, die mindestens teilweise gemäß unterschiedlichen Funkzugriffstechnologien betrieben werden.

[0138] Beispiel 37 besteht aus einem computerlesbaren Medium mit darauf aufgezeichneten Anweisungen, welche, wenn sie von einem Prozessor ausgeführt werden, bewirken, dass der Prozessor ein Verfahren zum Durchführen einer Funkkommunikation gemäß einem beliebigen der Beispiele 19 bis 36 durchführt.

[0139] Beispiel 38 besteht aus einem Kommunikationsendgerät, das Bestimmungsmittel zum Bestimmen, für jedes der Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken, einer physikalischen Verbindungskonfiguration, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar ist, die dem Kommunikationsendgerät einen maximalen Informationsdurchsatz unter einer Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen zur Verfügung stellt, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind, und ein Steuerungsmittel zum Überprüfen, für jedes der Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken, umfasst, ob einem Informationsdurchsatzkriterium entsprochen wird, wenn das Kommunikationsendgerät mit dem Kommunikationsnetzwerk mit einer physikalischen Verbindungskonfigura-

tion kommuniziert, die weniger als den maximalen Informationsdurchsatz unter der Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen zur Verfügung stellt, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind, und zum Erstellen einer Kommunikationsverbindung zu einem oder mehreren Kommunikationsnetzwerken auf der Basis des Ergebnisses der Überprüfung.

[0140] In Beispiel 39 kann der Gegenstand von Beispiel 38 optional die Steuerungsmittel aufweisen, die zum Erstellen, für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke, einer Kommunikationsverbindung zu dem Kommunikationsnetzwerk mit einer physikalischen Verbindungskonfiguration vorgesehen sind, die weniger als den maximalen Informationsdurchsatz unter der Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen ausmacht, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind, wenn das Kommunikationsendgerät dem Informationsdurchsatzkriterium entspricht, wenn das Kommunikationsendgerät mit dem Kommunikationsnetzwerk mit der physikalischen Verbindungskonfiguration kommuniziert.

[0141] In Beispiel 40 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 38–39 optional die Steuerungsmittel aufweisen, die zum Auswählen von einer oder von mehreren Kommunikationsverbindungen zu einem oder mehreren der Kommunikationsnetzwerke, und auf der Basis des Ergebnisses der Überprüfung für jede der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen einer physikalischen Verbindungskonfiguration vorgesehen sind, und zum Erstellen der ausgewählten einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen mit den ausgewählten physikalischen Verbindungskonfigurationen vorgesehen sind.

[0142] In Beispiel 41 kann der Gegenstand von Beispiel 40 optional die Steuerungsmittel aufweisen, die zum Anfordern, für jede der einen oder mehreren ausgewählten Kommunikationsverbindungen, der Erstellung der Kommunikationsverbindung mit der ausgewählten physikalischen Verbindungskonfiguration von dem jeweiligen Kommunikationsnetzwerk vorgesehen sind.

[0143] In Beispiel 42 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 40–41 optional die Steuerungsmittel aufweisen, die zum Auswählen der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Reduzieren der erforderlichen Sendeleistung vorgesehen sind, mit der die eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen betrieben werden.

[0144] In Beispiel 43 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 40–42 optional die Steuerungsmittel aufweisen, die zum Auswählen der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Maximieren des Frequenzspektrums vorgesehen sind, das von der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen zur Verfügung gestellt wird.

[0145] In Beispiel 44 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 40–43 optional die Steuerungsmittel aufweisen, die zum Auswählen der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Maximieren der Sendeleistungseffektivität vorgesehen sind, die von der einen oder den mehreren Kommunikationsverbindungen zur Verfügung gestellt wird.

[0146] In Beispiel 45 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 38–44 optional die Steuerungsmittel aufweisen, die zum Suchen für die Kommunikationsnetzwerke und, für jedes der Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken, nach einer Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen, für eine Kommunikationsverbindung zu dem Kommunikationsnetzwerk, nach einer Kommunikationskonfiguration, welche eine Reihe von Kommunikationsverbindungen aufweist, und, für jede Kommunikationsverbindung, nach einer physikalischen Verbindungskonfiguration vorgesehen sind.

[0147] In Beispiel 46 kann der Gegenstand von Beispiel 45 optional die Steuerungsmittel aufweisen, die zum Bestimmen von Informationen über verfügbare Kommunikationsnetzwerke auf der Basis von einer Suche, die von dem Kommunikationsendgerät durchgeführt wird, einer Datenbankabfrage und/oder Informationen vorgesehen sind, die von einem anderen Kommunikationsendgerät zur Verfügung gestellt werden.

[0148] In Beispiel 47 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 38–46 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung einschließlich einer Menge von Kommunikationsressourcen aufweisen, die für die Kommunikationsverbindung verwendet wird.

[0149] In Beispiel 48 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 38–46 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung einschließlich einer Modulation und eines Codierungsschemas aufweisen, die für die Kommunikationsverbindung verwendet werden.

[0150] In Beispiel 49 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 38–48 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung einschließlich einer Codeübertragungsrate aufweisen, die für die Kommunikationsverbindung verwendet werden.

[0151] In Beispiel 50 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 38–49 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung einschließlich einer Konstellationsart aufweisen, die für die Kommunikationsverbindung verwendet werden.

[0152] In Beispiel 51 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 38–50 optional die physikalische Verbindungskonfiguration einer Kommunikationsverbindung einschließlich eines MAC-Modus aufweisen, die für die Kommunikationsverbindung verwendet werden.

[0153] In Beispiel 52 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 38–51 optional die Bestimmungsmittel aufweisen, die, für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke, zum Anfordern von Informationen über die physikalische Verbindungskonfiguration vorgesehen sind, welche den maximalen Informationsdurchsatz zu dem Kommunikationsendgerät von dem Kommunikationsnetzwerk bietet.

[0154] In Beispiel 53 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 38–52 optional die Bestimmungsmittel aufweisen, die, für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke, zum Anfordern von Informationen über physikalische Verbindungskonfigurationen vorgesehen sind, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind.

[0155] In Beispiel 54 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 38–53 optional die Bestimmungsmittel aufweisen, die, für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke, zum Anfordern von Informationen über alle physikalischen Verbindungskonfigurationen vorgesehen sind, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind.

[0156] In Beispiel 55 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 38–54 optional die Kommunikationsnetzwerke aufweisen, die mindestens teilweise gemäß unterschiedlichen Funkzugriffstechnologien betrieben werden.

[0157] Beispiel 56 besteht aus einem Verfahren zum Bestimmen von Kommunikationsverbindungen für eine Kommunikation wie in **Fig. 6** dargestellt.

[0158] In Beispiel 57 wird der Gegenstand von Beispiel 56 von einem Kommunikationsendgerät ausgeführt.

[0159] In Beispiel 58 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 56–57 optional das Kommunikationsendgerät aufweisen, das von einem oder von mehreren Kommunikationsnetzwerken fordert, Kommunikationsverbindungen gemäß der gefundenen Kommunikationskonfiguration einzurichten.

[0160] In Beispiel 59 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 56–58 optional das Nicht-Berücksichtigen, für eine Kommunikationskonfiguration, die bei der Suche gefunden wird, und für eine Kommunikationsverbindung, die in der Kommunikationskonfiguration enthalten ist, die bei der Suche gefunden wird, der physikalischen Schichtkonfiguration der Kommunikationsverbindung in der Kommunikationskonfiguration, die bei der Suche gefunden wird, in der Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen der Kommunikationsverbindung, um eine aktualisierte Reihe von physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung auszubilden, und das Wiederholen der Suche nach einer Kommunikationskonfiguration auf der Basis der aktualisierten Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung aufweisen.

[0161] In Beispiel 60 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 56–59 optional das Suchen aufweisen, welches das Suchen nach einer Kommunikationskonfiguration umfasst, welche gemäß dem Suchkriterium optimal ist.

[0162] In Beispiel 61 kann der Gegenstand von Beispiel 60 optional das Suchkriterium aufweisen, das aufweist, dass der Informationsdurchsatz der Kommunikationskonfiguration über einem vorbestimmten minimalen Informationsdurchsatz liegt.

[0163] In Beispiel 62 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 60–61 optional das Suchkriterium aufweisen, das aufweist, dass die erforderliche Leistung der Kommunikationskonfiguration so niedrig wie möglich ist.

[0164] In Beispiel 63 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 56–62 optional das Suchkriterium aufweisen, das die Suche gemäß einem Suchalgorithmus umfasst.

[0165] In Beispiel 64 kann der Gegenstand von Beispiel 63 optional den Suchalgorithmus mit einem beschränkten Suchraum aufweisen.

[0166] In Beispiel 65 kann der Gegenstand von Beispiel 64 optional den Suchalgorithmus aufweisen, der auf eine Hüllfunktion in einer zweidimensionalen Repräsentation der Kommunikationskonfigurationen beschränkt ist.

[0167] In Beispiel 66 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 63–65 optional den Suchalgorithmus aufweisen, der auf eine konvexe Hüllfunktion in einer zweidimensionalen Repräsentation der Kommunikationskonfigurationen beschränkt ist.

[0168] In Beispiel 67 kann der Gegenstand von Beispiel 66 optional die zweidimensionale Repräsentation aufweisen, die jede Kommunikationskonfiguration als einen Punkt repräsentiert, dessen erste Koordinate dem Informationsdurchsatz der Kommunikationskonfiguration entspricht und dessen zweite Koordinate der Sendeleistung der Kommunikationskonfiguration entspricht.

[0169] In Beispiel 68 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 56–67 optional für jede Kommunikationsverbindung, die in der Kommunikationskonfiguration enthalten ist, die bei der Suche gefunden wird, das Nicht-Berücksichtigen der physikalischen Schichtkonfiguration der Kommunikationsverbindung in der Kommunikationskonfiguration, die bei der Suche gefunden wird, in der Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen der Kommunikationsverbindung, um eine aktualisierte Reihe von physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung auszubilden, und das Wiederholen der Suche nach einer Kommunikationskonfiguration auf der Basis der aktualisierten Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung aufweisen.

[0170] In Beispiel 69 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 56–68 optional das Nicht-Berücksichtigen von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen und das Wiederholen der Suche nach einer Kommunikationskonfiguration auf der Basis eines Domänen-Schnittprozesses (Domain Cut Process) aufweisen.

[0171] Beispiel 70 besteht aus einem computerlesbaren Medium mit darauf aufgezeichneten Anweisungen, welche, wenn sie von einem Prozessor ausgeführt werden, bewirken, dass der Prozessor ein Verfahren zum Durchführen einer Funkkommunikation gemäß einem beliebigen der Beispiele 56 bis 69 ausführt.

[0172] Beispiel 71 besteht aus einem Kommunikationsendgerät wie in **Fig. 7** dargestellt.

[0173] In Beispiel 72 besteht der Gegenstand von Beispiel 71 optional aus einem Kommunikationsendgerät.

[0174] In Beispiel 73 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 71–72 optional die Sende-/Empfangseinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, von einem oder von mehreren Kommunikationsnetzwerken anzufordern, Kommunikationsverbindungen gemäß der gefundenen Kommunikationskonfiguration einzurichten.

[0175] In Beispiel 74 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 71–73 optional den Prozessor aufweisen, der des Weiteren dazu ausgestaltet ist, für eine Kommunikationskonfiguration, die bei der Suche gefunden wird, und für eine Kommunikationsverbindung, die in der Kommunikationskonfiguration enthalten ist, die bei der Suche gefunden wird, die physikalische Schichtkonfiguration der Kommunikationsverbindung in der Kommunikationskonfiguration, die bei der Suche gefunden wird, nicht in der Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen der Kommunikationsverbindung zu berücksichtigen, um eine aktualisierte Reihe von physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung auszubilden, und die Suche nach einer Kommunikationskonfiguration auf der Basis der aktualisierten Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung zu wiederholen.

[0176] In Beispiel 75 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 71–74 optional den Prozessor aufweisen, der dazu ausgestaltet ist, nach einer Kommunikationskonfiguration zu suchen, welche gemäß dem Suchkriterium optimal ist.

[0177] In Beispiel 76 kann der Gegenstand von Beispiel 75 optional das Suchkriterium aufweisen, das aufweist, dass der Informationsdurchsatz der Kommunikationskonfiguration über einem vorbestimmten minimalen Informationsdurchsatz liegt.

[0178] In Beispiel 77 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 75–76 optional das Suchkriterium aufweisen, das aufweist, dass die erforderliche Leistung der Kommunikationskonfiguration so niedrig wie möglich ist.

[0179] In Beispiel 78 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 71–77 optional den Prozessor aufweisen, der dazu ausgestaltet ist, gemäß einem Suchalgorithmus zu suchen.

[0180] In Beispiel 79 kann der Gegenstand von Beispiel 78 optional den Suchalgorithmus mit einem beschränkten Suchraum aufweisen.

[0181] In Beispiel 80 kann der Gegenstand von Beispiel 79 optional den Suchalgorithmus aufweisen, der auf eine Hüllfunktion in einer zweidimensionalen Repräsentation der Kommunikationskonfigurationen beschränkt ist.

[0182] In Beispiel 81 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 78–80 optional den Suchalgorithmus aufweisen, der auf eine konvexe Hüllfunktion in einer zweidimensionalen Repräsentation der Kommunikationskonfigurationen beschränkt ist.

[0183] In Beispiel 82 kann der Gegenstand von Beispiel 81 optional die zweidimensionale Repräsentation aufweisen, die jede Kommunikationskonfiguration als einen Punkt repräsentiert, dessen erste Koordinate dem Informationsdurchsatz der Kommunikationskonfiguration entspricht und dessen zweite Koordinate der Sendeleistung der Kommunikationskonfiguration entspricht.

[0184] In Beispiel 83 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 81–82 optional den Prozessor aufweisen, der dazu ausgestaltet ist, für jede Kommunikationsverbindung, die in der Kommunikationskonfiguration enthalten ist, die bei der Suche gefunden wird, die physikalische Schichtkonfiguration der Kommunikationsverbindung in der Kommunikationskonfiguration, die bei der Suche gefunden wird, nicht in der Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen der Kommunikationsverbindung zu berücksichtigen, um eine aktualisierte Reihe von physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung auszubilden, und die Suche nach einer Kommunikationskonfiguration auf der Basis der aktualisierten Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung zu wiederholen.

[0185] In Beispiel 84 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 81–83 optional den Prozessor aufweisen, der dazu ausgestaltet ist, verfügbare physikalische Schichtkonfigurationen nicht zu berücksichtigen und die Suche nach einer Kommunikationskonfiguration auf der Basis eines Domänen-Schnittprozesses zu wiederholen.

[0186] Beispiel 85 besteht aus einer Kommunikationsvorrichtung, die ein Suchmittel zum Suchen, für eine Reihe von Kommunikationsverbindungen und für jede Kommunikationsverbindung, nach einer Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen, nach einer Kommunikationskonfiguration, welche eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen aufweist, und auf der Basis eines Suchkriteriums, für jede der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen, nach einer verfügbaren physikalischen Verbindungskonfiguration, und ein Erstellungsmittel zum Erstellen einer Kommunikation gemäß einer gefundenen Kommunikationskonfiguration umfasst.

[0187] In Beispiel 86 besteht der Gegenstand von Beispiel 85 optional aus einem Kommunikationsendgerät.

[0188] In Beispiel 87 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 85–86 optional die Erstellungsmittel aufweisen, die zum Anfordern von einem oder von mehreren Kommunikationsnetzwerken vorgesehen sind, um Kommunikationsverbindungen gemäß der gefundenen Kommunikationskonfiguration einzurichten.

[0189] In Beispiel 88 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 85–87 optional das Suchmittel aufweisen, das des Weiteren zum Nicht-Berücksichtigen, für eine Kommunikationskonfiguration, die bei der Suche gefunden wird, und für eine Kommunikationsverbindung, die in der Kommunikationskonfiguration enthalten ist, die bei der Suche gefunden wird, der physikalischen Schichtkonfiguration der Kommunikationsverbindung in der Kommunikationskonfiguration, die bei der Suche gefunden wird, in der Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen der Kommunikationsverbindung, um eine aktualisierte Reihe von physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung auszubilden, und zum Wiederholen der Suche nach einer Kommunikationskonfiguration auf der Basis der aktualisierten Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung vorgesehen ist.

[0190] In Beispiel 89 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 85–88 optional das Suchmittel aufweisen, das zum Suchen nach einer Kommunikationskonfiguration vorgesehen ist, welche gemäß dem Suchkriterium optimal ist.

[0191] In Beispiel 90 kann der Gegenstand von Beispiel 89 optional das Suchkriterium aufweisen, das aufweist, dass der Informationsdurchsatz der Kommunikationskonfiguration über einem vorbestimmten minimalen Informationsdurchsatz liegt.

[0192] In Beispiel 91 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 89–90 optional das Suchkriterium aufweisen, das aufweist, dass die erforderliche Leistung der Kommunikationskonfiguration so niedrig wie möglich ist.

[0193] In Beispiel 92 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 85–91 optional das Suchmittel aufweisen, das zum Suchen gemäß einem Suchalgorithmus vorgesehen ist.

[0194] In Beispiel 93 kann der Gegenstand von Beispiel 92 optional den Suchalgorithmus mit einem beschränkten Suchraum aufweisen.

[0195] In Beispiel 94 kann der Gegenstand von Beispiel 93 optional den Suchalgorithmus aufweisen, der auf eine Hüllfunktion in einer zweidimensionalen Repräsentation der Kommunikationskonfigurationen beschränkt ist.

[0196] In Beispiel 95 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 92–94 optional den Suchalgorithmus aufweisen, der auf eine konvexe Hüllfunktion in einer zweidimensionalen Repräsentation der Kommunikationskonfigurationen beschränkt ist.

[0197] In Beispiel 96 kann der Gegenstand von Beispiel 95 optional die zweidimensionale Repräsentation aufweisen, die jede Kommunikationskonfiguration als einen Punkt repräsentiert, dessen erste Koordinate dem Informationsdurchsatz der Kommunikationskonfiguration entspricht und dessen zweite Koordinate der Sendeleistung der Kommunikationskonfiguration entspricht.

[0198] In Beispiel 97 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 95–96 optional das Suchmittel aufweisen, das für jede Kommunikationsverbindung, die in der Kommunikationskonfiguration enthalten ist, die bei der Suche gefunden wird, das zum Nicht-Berücksichtigen der physikalischen Schichtkonfiguration der Kommunikationsverbindung in der Kommunikationskonfiguration, die bei der Suche gefunden wird, in der Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen der Kommunikationsverbindung, um eine aktualisierte Reihe von physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung auszubilden, und zum Wiederholen der Suche nach einer Kommunikationskonfiguration auf der Basis der aktualisierten Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung vorgesehen ist.

[0199] In Beispiel 98 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 96–97 optional das Suchmittel aufweisen, das zum Nicht-Berücksichtigen verfügbarer physikalischer Schichtkonfigurationen und zum Wiederholen der Suche nach einer Kommunikationskonfiguration auf der Basis eines Domänen-Schnittprozesses vorgesehen ist.

[0200] Beispiel 99 ist ein Kommunikationsendgerät, wie in **Fig. 8** dargestellt.

[0201] In Beispiel 100 kann der Gegenstand von Beispiel 99 optional eine Bestimmungsfunktion, die dazu ausgestaltet ist, den Informationsdurchsatz einer ersten Kommunikationskonfiguration und den Informationsdurchsatz einer zweiten Kommunikationskonfiguration zu bestimmen, und eine Steuereinrichtung aufweisen,

die dazu ausgestaltet ist, das Umschalten der Kommunikation zwischen der ersten Kommunikationskonfiguration und der zweiten Kommunikationskonfiguration auf der Basis des Informationsdurchsatzes der ersten Kommunikationskonfiguration und des Informationsdurchsatzes der zweiten Kommunikationskonfiguration zu steuern.

[0202] In Beispiel 101 kann der Gegenstand von Beispiel 100 optional die Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, die Länge der Kommunikationszeitdauern unter Verwendung der ersten Kommunikationskonfiguration und die Länge der Kommunikationszeitdauern unter Verwendung der zweiten Kommunikationskonfiguration auf der Basis des Informationsdurchsatzkriteriums, auf der Basis des ersten Informationsdurchsatzes und auf der Basis des zweiten Informationsdurchsatzes zu bestimmen.

[0203] In Beispiel 102 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 99–101 optional das Informationsdurchsatzkriterium, das aus einem minimalen Informationsdurchsatz besteht, und die Sende-/Empfangeinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, die Kommunikation abwechselnd unter Verwendung der ersten Kommunikationskonfiguration und der zweiten Kommunikationskonfiguration durchzuführen, so dass der durchschnittliche Informationsdurchsatz der Kommunikation gleich dem minimalen Informationsdurchsatz ist oder über ihm liegt.

[0204] In Beispiel 103 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 99–102 optional den Informationsdurchsatz der ersten Kommunikationskonfiguration, der dem Informationsdurchsatzkriterium entspricht, und den Informationsdurchsatz der zweiten Kommunikationskonfiguration aufweisen, der dem Informationsdurchsatzkriterium nicht entspricht.

[0205] In Beispiel 104 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 99–103 optional eine Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgestaltet ist, eine Kommunikationskonfiguration mit dem ersten Informationsdurchsatz und eine Kommunikationskonfiguration mit dem zweiten Informationsdurchsatz zu bestimmen.

[0206] In Beispiel 105 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 99–104 optional die erste Kommunikationskonfiguration und die zweite Kommunikationskonfiguration aufweisen, welche die Verwendung von einer oder mehreren Kommunikationsverbindungen aufweisen, und wobei sich die erste Kommunikationskonfiguration und die zweite Kommunikationskonfiguration in den verwendeten Kommunikationsverbindungen unterscheiden.

[0207] In Beispiel 106 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 99–105 optional die erste Kommunikationskonfiguration und die zweite Kommunikationskonfiguration aufweisen, die sich in der verwendeten Trägerzusammenlegung unterscheiden.

[0208] Beispiel 107 besteht aus einem Verfahren zum Durchführen einer Kommunikation wie in **Fig. 9** dargestellt.

[0209] In Beispiel 108 kann der Gegenstand von Beispiel 107 optional das Bestimmen des Informationsdurchsatzes einer ersten Kommunikationskonfiguration und des Informationsdurchsatzes einer zweiten Kommunikationskonfiguration und das Steuern der Umschaltung der Kommunikation zwischen der ersten Kommunikationskonfiguration und der zweiten Kommunikationskonfiguration auf der Basis des Informationsdurchsatzes der ersten Kommunikationskonfiguration und des Informationsdurchsatzes der zweiten Kommunikationskonfiguration aufweisen.

[0210] In Beispiel 109 kann der Gegenstand von Beispiel 108 optional das Bestimmen der Länge der Kommunikationszeitdauern unter Verwendung der ersten Kommunikationskonfiguration und der Länge der Kommunikationszeitdauern unter Verwendung der zweiten Kommunikationskonfiguration auf der Basis des Informationsdurchsatzkriteriums, auf der Basis des ersten Informationsdurchsatzes und auf der Basis des zweiten Informationsdurchsatzes aufweisen.

[0211] In Beispiel 110 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 107–110 optional das Informationsdurchsatzkriterium, das aus einem minimalen Informationsdurchsatz besteht, und das abwechselnde Verwenden der ersten Kommunikationskonfiguration und der zweiten Kommunikationskonfiguration aufweisen, so dass der durchschnittliche Informationsdurchsatz der Kommunikation gleich dem minimalen Informationsdurchsatz ist oder über ihm liegt.

[0212] In Beispiel 111 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 107–110 optional den Informationsdurchsatz der ersten Kommunikationskonfiguration, der dem Informationsdurchsatzkriterium entspricht, und den Informationsdurchsatz der zweiten Kommunikationskonfiguration aufweisen, der dem Informationsdurchsatzkriterium nicht entspricht.

[0213] In Beispiel 112 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 107–111 optional das Bestimmen einer Kommunikationskonfiguration mit dem ersten Informationsdurchsatz und einer Kommunikationskonfiguration mit dem zweiten Informationsdurchsatz aufweisen.

[0214] In Beispiel 113 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 107–112 optional die erste Kommunikationskonfiguration und die zweite Kommunikationskonfiguration aufweisen, welche die Verwendung von einer oder mehreren Kommunikationsverbindungen aufweisen, und wobei sich die erste Kommunikationskonfiguration und die zweite Kommunikationskonfiguration in den verwendeten Kommunikationsverbindungen unterscheiden.

[0215] In Beispiel 114 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 107–113 optional die erste Kommunikationskonfiguration und die zweite Kommunikationskonfiguration aufweisen, die sich in der verwendeten Trägerzusammenlegung unterscheiden.

[0216] Beispiel 115 besteht aus einem computerlesbaren Medium mit darauf aufgezeichneten Anweisungen, welche, wenn sie von einem Prozessor ausgeführt werden, bewirken, dass der Prozessor ein Verfahren zum Durchführen einer Funkkommunikation gemäß einem beliebigen der Beispiele 107 bis 114 durchführt.

[0217] Beispiel 116 besteht aus einem Kommunikationsendgerät, das ein Kommunikationsmittel zum Durchführen einer Kommunikation unter abwechselnder Verwendung einer ersten Kommunikationskonfiguration mit einem ersten Informationsdurchsatz und einer zweiten Kommunikationskonfiguration mit einem zweiten Informationsdurchsatz umfasst, so dass der durchschnittliche Informationsdurchsatz der Kommunikation einem vorbestimmten Informationsdurchsatzkriterium entspricht.

[0218] In Beispiel 117 kann der Gegenstand von Beispiel 116 optional ein Bestimmungsmittel zum Bestimmen des Informationsdurchsatzes einer ersten Kommunikationskonfiguration und des Informationsdurchsatzes einer zweiten Kommunikationskonfiguration, und ein Steuerungsmittel zum Steuern der Umschaltung der Kommunikation zwischen der ersten Kommunikationskonfiguration und der zweiten Kommunikationskonfiguration auf der Basis des Informationsdurchsatzes der ersten Kommunikationskonfiguration und des Informationsdurchsatzes der zweiten Kommunikationskonfiguration aufweisen.

[0219] In Beispiel 118 kann der Gegenstand von Beispiel 117 optional das Steuerungsmittel aufweisen, das zum Bestimmen der Länge der Kommunikationszeitdauern unter Verwendung der ersten Kommunikationskonfiguration und der Länge der Kommunikationszeitdauern unter Verwendung der zweiten Kommunikationskonfiguration auf der Basis des Informationsdurchsatzkriteriums, auf der Basis des ersten Informationsdurchsatzes und auf der Basis des zweiten Informationsdurchsatzes vorgesehen ist.

[0220] In Beispiel 119 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 117–118 optional das Informationsdurchsatzkriterium, das aus einem minimalen Informationsdurchsatz besteht, und das Kommunikationsmittel aufweisen, das zum Durchführen der Kommunikation abwechselnd unter Verwendung der ersten Kommunikationskonfiguration und der zweiten Kommunikationskonfiguration vorgesehen ist, so dass der durchschnittliche Informationsdurchsatz der Kommunikation gleich dem minimalen Informationsdurchsatz ist oder über ihm liegt.

[0221] In Beispiel 120 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 116–119 optional den Informationsdurchsatz der ersten Kommunikationskonfiguration, der dem Informationsdurchsatzkriterium entspricht, und den Informationsdurchsatz der zweiten Kommunikationskonfiguration aufweisen, der dem Informationsdurchsatzkriterium nicht entspricht.

[0222] In Beispiel 121 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 116–120 optional ein Steuerungsmittel zum Bestimmen einer Kommunikationskonfiguration mit dem ersten Informationsdurchsatz und einer Kommunikationskonfiguration mit dem zweiten Informationsdurchsatz aufweisen.

[0223] In Beispiel 122 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 116–121 optional die erste Kommunikationskonfiguration und die zweite Kommunikationskonfiguration aufweisen, welche die Verwen-

dung von einer oder von mehreren Kommunikationsverbindungen aufweisen, und wobei sich die erste Kommunikationskonfiguration und die zweite Kommunikationskonfiguration in den verwendeten Kommunikationsverbindungen unterscheiden.

[0224] In Beispiel 123 kann der Gegenstand von einem beliebigen der Beispiele 116–122 optional die erste Kommunikationskonfiguration und die zweite Kommunikationskonfiguration aufweisen, die sich in der verwendeten Trägerzusammenlegung unterscheiden.

[0225] Es sollte darauf hingewiesen werden, dass eine oder mehrere der Eigenschaften von beliebigen der vorstehenden Beispiele mit jedem beliebigen der anderen Beispiele kombiniert werden können.

[0226] Im Folgenden werden die Beispiele ausführlicher beschrieben. Die folgenden Beispiele werden unter Bezugnahme auf eine mobile Vorrichtung in einem heterogenen Mehrfach-Funkverbindungs-zusammenhang wie in Fig. 10 dargestellt beschrieben.

[0227] Fig. 10 zeigt eine Kommunikationsanordnung **1000**.

[0228] Die Kommunikationsanordnung **1000** weist eine Vielzahl von Basisstationen **1001** auf, die gemäß verschiedenen Funkzugriffstechnologien (RATs, Radio Access Technologies, z. B. UMTS, LTE, WiFi, GSM usw.) betrieben werden. Der Ausdruck Basisstation wird hier so verwendet, dass Zugangspunkte eingeschlossen sind, wie beispielsweise falls die RAT aus WiFi besteht, zum Beispiel. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass eine oder mehrere der Basisstationen **1001** ebenfalls dieselbe RAT verwenden können, z. B. kann es dieselbe Art von Kommunikationsnetzwerk (z. B. LTE-Kommunikationsnetzwerke) von unterschiedlichen Betreibern sein.

[0229] Die Kommunikationsanordnung **1000** weist des Weiteren eine mobile Vorrichtung **1002** auf, für welche für jede Basisstation **1001** entschieden wird, ob eine Kommunikationsverbindung **1003** zu der Basisstation **1001** erstellt ist, und wenn ja, welche physikalische Verbindungs-konfiguration (einschließlich des MAC-Modus) für die Kommunikationsverbindung **1003** verwendet wird. Letztendlich wird eine Kommunikationskonfiguration für die mobile Vorrichtung **1002** ausgewählt, die eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen zu einer oder mehreren der Basisstationen **1001** und, für jede Kommunikationsverbindung, eine verknüpfte physikalische Verbindungs-konfiguration aufweist.

[0230] Fig. 11 zeigt ein Ablaufdiagramm **1100**, in welchem ein Prozess für eine Verbindungsauswahl (d. h. Auswahl einer Kommunikationskonfiguration) in der mobilen Vorrichtung **1002** dargestellt wird.

[0231] Bei **1101** erfasst die mobile Vorrichtung **1002** verfügbare Funkkommunikationsverbindungen, identifiziert die Verbindungscharakteristika und die entsprechenden MAC-Modi, die für die Verbindungen betrieben werden können. Zum Beispiel identifiziert sie bei einem gegebenen Pfadverlust und anderen Ausbreitungseinschränkungen einen maximal unterstützten MAC-Modus, der eine maximal mögliche Konstellationsart (z. B. BPSK, QPSK, QAM usw.) aufweist, die mit der höchstmöglichen Codeübertragungsrate (z. B. $R = 2/3$ usw.) kombiniert wird.

[0232] Bei **1102** erfasst, misst, schätzt und/oder fordert die mobile Vorrichtung **1002** Informationen über die verfügbare Kapazität an, die von den Basisstationen **1001** für eine relevante Funkverbindung zur Verfügung gestellt werden soll, z. B. eine Funkverbindung, die möglicherweise berücksichtigt wird. Bei LTE hängt zum Beispiel die erwartete Anzahl von Ressourcenblöcken, die einem spezifischen Benutzer (d. h. mobilen Vorrichtung) zugewiesen werden sollen, typischerweise von der Belastung der Basisstation ab.

[0233] Bei **1103** berücksichtigt die mobile Vorrichtung **1002** alle möglichen Kombinationen dahingehend, wie eine einzige oder heterogene Mehrfach-Funkverbindungen **1003** kombiniert werden können, und trifft eine Entscheidung über die beste Kombination von Funkverbindungen und die beste Wahl an MAC-Modi. Typischerweise besteht für eine gegebene mobile Vorrichtung die beste Lösung daraus, so viel Spektrum wie möglich zu erhalten und sehr niedrige MAC-Modi, wie beispielsweise BPSK, $R = 1/2$, zu betreiben. Dies steht allerdings im Gegensatz zu den realistischen Einschränkungen, dass eine Basisstation einem einzigen Benutzer nur eine begrenzte Anzahl von Zeit-/Frequenz-/Raumressourcen zuweist.

[0234] Bei **1104** initiiert die mobile Vorrichtung **1002** Verbindungen zu den ausgewählten Ziel-RATs und erzwingt die Auswahl eines spezifischen MAC-Modus durch geeignete Kommunikation mit der Basisstation.

[0235] Es sollte darauf hingewiesen werden, dass der höchstmögliche MAC-Modus (z. B. der MAC-Modus mit der höchsten spektralen Effektivität) auf der Basis verfügbarer Rückmeldungsinformationen abgeleitet wird (wie beispielsweise Kanalqualitätsanzeiger(n) (CQI (Channel Quality Indicator(s))), der Rang der Mehrfacheingangs-/Mehrfachausgangs-Kanalmatrix (MIMO, Multiple Input Multiple Output), die verfügbaren Betriebsmodi, die von der mobilen Vorrichtung unterstützt werden, usw.).

[0236] Die mobile Vorrichtung kann die Zellenbelastung z. B. wie folgt schätzen:

- i) die Anzahl von Adressaten einer Basisstation kann durch Analysieren der übertragenen Pakete beobachtet werden, und folglich kann die Belastung der Basisstation geschätzt werden, d. h. eine hohe Anzahl von adressierten Benutzern weist auf eine hohe Zellenbelastung hin, eine geringe Anzahl von adressierten Benutzern weist auf eine niedrige Zellenbelastung hin,
- ii) die Anzahl von verwendeten Ressourcen für Datendienste kann möglicherweise geschätzt werden. Eine geringe Anzahl von Ressourcen pro Benutzer (z. B. Ressourcenblöcke, die Benutzern zugewiesen sind usw.) gibt einen hohen Belastungspegel an, eine hohe Anzahl von zugewiesenen Ressourcen pro Benutzer gibt einen niedrigen Belastungspegel an usw. Davon ausgehend können verfügbare Ressourcen vorausgesagt werden (d. h. im Fall einer hohen Zellenbelastung kann geschätzt werden, dass die verfügbaren Ressourcen gering sind und im Fall einer niedrigen Zellenbelastung kann geschätzt werden, dass die verfügbaren Ressourcen hoch sind usw.).

[0237] Es sollte des Weiteren darauf hingewiesen werden, dass typischerweise der niedrigstmögliche MAC-Modus (d. h. niedrigster hinsichtlich spektraler Effektivität) typischerweise wünschenswert ist, um von der mobilen Vorrichtung **1002** für Übertragung in der Aufwärtsstrecke verwendet zu werden, weil er typischerweise mit der geringstmöglichen Leistungsaufnahme in Zusammenhang steht. Tatsächlich ist es vom Standpunkt der mobilen Vorrichtung **1002** typischerweise wünschenswert, dass die spektrale Bandbreite, die für die angewendeten Betriebsmodi in der Aufwärtsstrecke erforderlich ist, so niedrig wie möglich ist (z. B. BPSK, $R = 1/2$ usw.), anstelle von Betriebsmodi, die im Spektrum höchst effektiv sind (z. B. QAM256, $R = 3/4$ usw.). Der Grund dafür liegt in der Tatsache, dass die SINR-Anforderungen ungefähr exponentiell mit der spektralen Effektivität der MAC-Modi wachsen, während der daraus resultierende Informationsdurchsatz dies nicht tut.

[0238] Im Folgenden werden weitere Beispiele darüber aufgezeigt, wie die mobile Vorrichtung **1002** möglicherweise **1101** bis **1104** ausführen kann.

[0239] Unter Bezugnahme auf **1101** erkennt die mobile Vorrichtung **1002** verfügbare Funkkommunikationsverbindungen, identifiziert die Verbindungscharakteristika und die entsprechenden MAC-Modi, die betrieben werden können. Die mobile Vorrichtung erhält ebenfalls von dem betreffenden Mobilbetreiber, falls gewünscht, Verfahrensweisen zur Verbindungsauswahl.

[0240] Die Erkennung von verfügbaren Funkverbindungen kann mit verschiedenen Mitteln erreicht werden. Die mobile Vorrichtung **1002** kann zum Beispiel solche Informationen durch die Zugangsnetzwerk-Entdeckungs- und Auswahlfunktion (ANDSF, Access Network Discovery and Selection Function) empfangen, die in 3GPP definiert wird, wenn der Betreiber wählt, die Informationen und/oder das Zugangsnetzwerk-Abfrageprotokoll (ANQP, Access Network Query Protocol) bei IEEE 802.11 oder dergleichen zu verteilen. Als Alternative (oder zusätzlich zu den Informationen, die durch die ANDSF zur Verfügung gestellt werden) kann die mobile Vorrichtung **1002** damit zusammenhängende Informationen mit benachbarten Vorrichtungen durch Peer-to-Peer-Kommunikationsverbindungen (zum Beispiel durch Vorrichtung-zu-Vorrichtung Kommunikationsmechanismen) austauschen. Als Alternative (oder zusätzlich zu Vorstehendem) kann die mobile Vorrichtung **1002** das Erfassen der verfügbaren Funkverbindungen durchführen. Falls es eine Vielzahl von Benutzern gibt, können solche Erfassungsaufgaben ebenfalls durch verteilte Erfassungsmechanismen verteilt werden, d. h. jede mobile Vorrichtung scannt nur einen kleinen Abschnitt des fraglichen Frequenzbandes ab und danach werden die Informationen unter benachbarten mobilen Vorrichtungen ausgetauscht oder an einem zentralen Punkt zusammengelegt und danach an die mobilen Vorrichtungen wieder verteilt.

[0241] Ein Mobilnetzbetreiber kann die Möglichkeit haben, der mobilen Vorrichtung **1002** Verfahrensweisen zur Verbindungsauswahl zur Verfügung zu stellen. Diese bestehen zum Beispiel aus Einschränkungen, die beim Verbindungsauswahlprozess in der mobilen Vorrichtung berücksichtigt werden sollen. Der Betreiber kann zum Beispiel einer gegebenen RAT (z. B. LTE) gegenüber anderen RATs (z. B. WiFi) einen Vorzug geben.

[0242] Mit Bezug auf **1102** erkennt, misst, schätzt und/oder fordert die mobile Vorrichtung Informationen über die verfügbare Kapazität an, die von der Basisstation für eine Funkverbindung zwischen der Basisstation und der mobilen Vorrichtung zur Verfügung gestellt werden soll.

[0243] Damit eine an der mobilen Vorrichtung orientierte Entscheidungsfindung über die optimalsten Verbindungen, die ausgewählt werden sollen, getroffen werden kann, muss die mobile Vorrichtung Kenntnis über die tatsächliche Kapazität erlangen (d. h. die Anzahl von Ressourcenblöcken für LTE, Datenpaketgröße für WiFi usw.), die dem Benutzer schließlich von der Basisstation für eine spezifische Funkverbindung zugewiesen werden kann.

[0244] Bei LTE wird zum Beispiel eine Anzahl von Ressourcenblöcken pro Benutzer zugewiesen, wie in **Fig. 12** dargestellt.

[0245] **Fig. 12** zeigt Ressourcenblöcke gemäß LTE.

[0246] Gemäß LTE werden OFDM-Symbole zu Ressourcenblöcken gruppiert. Die Ressourcenblöcke haben eine Gesamtgröße von 180 kHz in der Frequenzdomäne und 0,5 ms in der Zeitdomäne. Jedes 1 ms Übertragungszeitintervall (TTI, Transmission Time Interval) besteht aus zwei Zeitschlitz (Tschlitz).

[0247] **Fig. 13** zeigt die Rahmenstrukturen gemäß WiFi.

[0248] **Fig. 13** zeigt von oben nach unten die Rahmenstrukturen gemäß IEEE 11a/g, IEEE 11n und IEEE 11ac.

[0249] **Fig. 14** gibt die Rahmengrößen für IEEE 802.11b, IEEE 802.11a/g, IEEE 802.11n und IEEE 802.11ac an.

[0250] Andere Ressourcenverwaltungsmechanismen können für andere Systeme gelten.

[0251] Bei **1102** kontaktiert die mobile Vorrichtung zum Beispiel die Basisstation **1101** und fordert Informationen über die mögliche Zuweisung von Ressourcen an. Eine LTE-Basisstation kann zum Beispiel mit einer geplanten Anzahl von Ressourcenblöcken antworten, die der mobilen Vorrichtung zugewiesen werden können. Solch ein Mechanismus kann zum Beispiel bei der Standardisierung eingeführt werden. Ein Beispiel für einen Informationsaustausch zwischen der mobilen Vorrichtung **1102** und der Basisstation **1101** ist in **Fig. 15** dargestellt.

[0252] **Fig. 15** zeigt eine Kommunikation zwischen einer LTE-Basisstation **1501**, die z. B. einer der Basisstationen **1001** entspricht, und einer mobilen Vorrichtung **1502**, die z. B. der mobilen Vorrichtung **1002** entspricht.

[0253] Bei **1503** fordert die mobile Vorrichtung **1502** Informationen über die Anzahl von Ressourcenblöcken (oder Kapazität im Allgemeinen) an, die der mobilen Vorrichtung **1502** von der Basisstation **1501** zugewiesen werden kann.

[0254] Bei **1504** gibt die Basisstation **1501** die Anzahl von Ressourcenblöcken (oder Kapazität im Allgemeinen) an, die der mobilen Vorrichtung **1502** möglicherweise zugewiesen werden kann, wenn sie eine Verbindung zu der Basisstation **1501** erstellt. Des Weiteren kann die Basisstation **1501** Informationen über die Gültigkeitsdauer der geplanten Anzahl von Ressourcenblöcken (d. h. bis wann diese Anzahl konstant bleibt), Informationen über die aktuelle Belastung, Informationen über die Belastungsfuktuation, Informationen über die vergangenen Zuweisungen von Ressourcen usw. zur Verfügung stellen.

[0255] Falls die Basisstation **1001** nicht in der Lage ist oder nicht gewillt ist, die angeforderten Informationen zur Verfügung zu stellen, kann die betreffende mobile Vorrichtung **1002** zum Beispiel versuchen, den aktuellen Belastungszustand der Basisstation **1001** zu schätzen. Eine grobe Klassifikation des Belastungszustands kann ausreichend sein, wie beispielsweise:

- Niedrige Belastung
- Hohe Belastung oder
- Niedrige Belastung
- Mittlere Belastung
- Hohe Belastung

oder dergleichen. Die mobile Vorrichtung **1002** kann diesen Belastungszustand durch Scannen der Luftzeit der gegebenen RAT (z. B. WiFi), durch Scannen, wie viele Ressourcenblöcke Benutzern zugewiesen sind und wie viele (z. B. für LTE) nicht verwendet werden, usw. identifizieren.

[0256] Gemäß LTE wird zum Beispiel empfangene Referenzsignalqualität (RSRQ, Reference Signal Received Quality) als das Verhältnis empfangener Referenzsignalleistung (RSRP, Reference Signal Received Power) und Indikation für empfangene Signalstärke (RSSI, Received Signal Strength Indication) definiert, welche die mobile Vorrichtung **1002** als ein Grundmaß für die Zellenbelastung verwenden kann. Auf der Basis des geschätzten Belastungspegels kann die mobile Vorrichtung **1002** eine typische zu erwartende Anzahl von Ressourcenblöcken ableiten, die der mobilen Vorrichtung **1002** zugewiesen werden können. Bei einer hohen Belastung ist die Anzahl gering und bei einer niedrigen Belastung ist die zu erwartende Anzahl von Ressourcenblöcken hoch.

[0257] Die mobile Vorrichtung **1002** kann die Schätzung auf der Basis einer Entwicklungsbewertung verfeinern. Abhängig von den Belastungsschätzungen prüft die mobile Vorrichtung **1002** zum Beispiel, wie viele Ressourcenblöcke in ähnlichen Situationen in der Vergangenheit zugewiesen worden sind und nimmt einen geeigneten Durchschnitt aus den vorherigen Beobachtungen. Zusätzlich kann sie eine beliebige Art von Zusammenhangsinformationen berücksichtigen (wie beispielsweise ihren Ort, die Tageszeit, Benutzerpräferenzen, benachbarte Benutzer, besondere Ereignisse, wie beispielsweise Ferien usw.).

[0258] Somit kann die mobile Vorrichtung unter Verwendung der unterschiedlichen Kanalbedingungen für jede Funkverbindung zusätzlich zu den bekannten MAC-Modi Arbeitspunkte für diese Verbindung definieren.

[0259] Fig. 16 zeigt ein Diagramm **1600** Datenübertragungsrate vs. Sendeleistung.

[0260] Die Datenübertragungsrate (d. h. Informationsdurchsatz) steigt von links nach rechts auf einer Datenübertragungsratenachse **1601** und die erforderliche Sendeleistung steigt von unten nach oben auf einer Leistungsachse **1602** an.

[0261] Das Diagramm **1600** stellt geschätzte Arbeitspunkte eines LTE-Kanals in der Aufwärtsstrecke dar. Es ist zu sehen, dass die Arbeitspunkte ein konvexes Verhalten haben, welches die Verwendung eines Suchalgorithmus auf einer konvexen Hülle für die Suche nach einem optimalen Arbeitspunkt rechtfertigt. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass ein Kombinationspunkt, wie beispielsweise in Fig. 16 für eine Vielzahl von Kommunikationsverbindungen zu Arbeitspunkten führt, die jeweils einer Kommunikationskonfiguration entsprechen, wie in Fig. 3 dargestellt.

[0262] Es sollte darauf hingewiesen werden, dass, je zuverlässiger die Werte, welche die mobile Vorrichtung **1002** erlangt, desto genauer ist die Wahl, die sie bei **1103** treffen kann. Dementsprechend ist es wünschenswert, gute Eingaben für eine passende Optimierung zu erzeugen.

[0263] Unter Bezugnahme auf **1103** berücksichtigt die mobile Vorrichtung **1002** alle möglichen Kombinationen dahingehend, wie eine einzige oder heterogene Mehrfach-Funkverbindungen kombiniert werden können, und trifft eine Entscheidung über die beste Kombination von Funkverbindungen und die beste Wahl von MAC-Modi. Ein effektiver Optimierungsansatz kann zum Beispiel auf einem diskreten Optimierungsansatz einer konvexen Hülle basiert sein.

[0264] Für die abschließende Auswahl kann die mobile Vorrichtung **1002** möglicherweise die Verfahrensweisen des Betreibers mit berücksichtigen, wenn ein beliebiger der Betreiber wählt, solche Verfahrensweisen aufzuerlegen. Solche Verfahrensweisen begrenzen typischerweise den Entscheidungsraum für den an der mobilen Vorrichtung orientierten Entscheidungsfindungsprozess und stellen sicher, dass die Optimierung zu einem Ergebnis führt, das mit den Benutzeranforderungen kompatibel ist. Tatsächlich können die Verfahrensweisen des Betreibers manchmal im Widerspruch zu den Präferenzen der Benutzer stehen, weil sich die Ziele des Netzwerkes und der mobilen Vorrichtung hinsichtlich der Ressourcenzuweisung typischerweise widersprechen. Das Netzwerk ist nämlich typischerweise daran interessiert, einen für alle Benutzer effektiven Gesamtbetrieb zu erreichen, während eine spezifische mobile Vorrichtung nur an ihrem eigenen effektiven Betrieb interessiert ist. Es kann allerdings immer noch einen Kompromiss geben, der durch das Netzwerk identifiziert wird, indem Regeln auferlegt werden, die den Entscheidungsraum der mobilen Vorrichtung begrenzen, z. B. „ziehe LTE gegenüber WiFi vor, falls die Signalqualität von LTE höher ist“ oder dergleichen.

[0265] Unter Bezugnahme auf **1104** initiiert die mobile Vorrichtung **1002** Verbindungen zu den ausgewählten Basisstationen **1001** und erzwingt die Auswahl eines spezifischen MAC-Modus durch eine geeignete Kommunikation mit den jeweiligen Basisstationen **1001**.

[0266] Die mobile Vorrichtung **1002** führt die Initialisierung der ausgewählten Kommunikationsverbindungen durch und erzwingt die Verwendung der MAC-Modi, die für die Kommunikationsverbindungen ausgewählt werden. Die Erzwingung der MAC-Modi kann die Einführung eines Informationsaustausches zwischen der mobilen Vorrichtung **1002** und der Basisstation **1001** erfordern, welche zum Beispiel so sein kann wie in **Fig. 17** dargestellt.

[0267] **Fig. 17** zeigt eine Kommunikation zwischen einer LTE-Basisstation **1701**, die z. B. einer der Basisstationen **1001** entspricht, und einer mobilen Vorrichtung **1702**, die z. B. der mobilen Vorrichtung **1002** entspricht.

[0268] Bei **1703** fordert die mobile Vorrichtung **1702** die Initialisierung einer Verbindung unter Verwendung eines spezifischen MAC-Modus an (d. h. einer spezifischen Modulationsart, wie beispielsweise BPSK/QPSK/QAM oder dergleichen und einer spezifischen Codeübertragungsrate, wie beispielsweise eine $R = 1/2$, $R = 2/3$, $R = 3/4$ usw.).

[0269] Bei einigen RATs, wie beispielsweise LTE oder dergleichen, kann die Basisstation **1001** möglicherweise die an der Vorrichtung orientierte Entscheidung über die MAC-Modi, die verwendet werden sollen, nicht erlauben. Allerdings sind die Algorithmen zur Funkressourcenverwaltung von jenen RATs typischerweise auf an der Vorrichtung orientierte Verbindungsqualitätsmessungen angewiesen. Die mobile Vorrichtung **1002** kann folglich die Rückmeldung über Verbindungsqualität an die Basisstation **1001** verwenden, damit die Basisstation **1001** glaubt, dass eine bestimmte Verbindungsqualität beachtet wird. Die mobile Vorrichtung **1002** kann möglicherweise die Qualitätsrückmeldung (z. B. einen Qualitätswert) auf solch eine Weise wählen, dass die Entität der Funkressourcenverwaltung (RRM, Radio Resource Management) der Basisstation **1001** den MAC-Modus wählt, der von der mobilen Vorrichtung **1002** gewünscht wird. Dieser Prozess kann mehrere Wiederholungen benötigen, weil die erste Rückmeldung einer Verbindungsqualitätsmessung möglicherweise nicht genau zu dem gewünschten MAC-Modus führt. In diesem Fall kann die mobile Vorrichtung **1002** die Rückmeldung über die Verbindungsqualität entsprechend abändern (z. B. den Wert erhöhen oder absenken), damit der gewünschte MAC-Modus letztendlich erreicht wird.

[0270] Mehrfach-Verbindungsoptimierung kann für die Leistungsaufnahme einer mobilen Vorrichtung sehr nutzbringend sein. Dieselben Mechanismen können für die Leistungsaufnahme von Basisstationen angewendet werden. Für solch eine allgemeine Optimierung kann auf ähnliche Weise Rückmeldung und Verhandlungen zwischen Basisstationen und Benutzerendgeräten verwendet werden.

[0271] Zum Beispiel kann ein Master oder eine ähnliche Basisstation Kenntnis über die Menge von zugewiesenen spektralen/zeitlichen Ressourcen von anderen Basisstationen erlangen oder sie schätzen und MAC-Modi für verschiedene heterogene Verbindungen auferlegen. Als Alternative kann eine gemeinsame Steuereinrichtung eingeführt werden, welche die Konfiguration und Interaktion mit allen betreffenden heterogenen Basisstationen durchführt. Deswegen kann es für Basisstationen wirtschaftlich sein, mobile Vorrichtungen in die Entscheidungsfindung mit einzubeziehen. Die Ziele einer mobilen Vorrichtung (z. B. UE) können sich immer noch von den Zielen des Netzwerkes unterscheiden. Manchmal kann gesetzloses Verhalten für mobile Vorrichtungen nutzbringend sein. Solange, wie die Netzwerke nicht darunter leiden, sollte es für sie akzeptabel sein (wie das Auswählen von privaten WiFi-Notspots, welche außerhalb der Kontrolle des Betreibers liegen).

[0272] Die Auswahl der Kommunikationskonfiguration (z. B. die Auswahl des Aufwärtsstrecken-Betriebsmodus) bei **1103** weist zum Beispiel einen Optimierungsprozess auf, in welchem versucht wird, einen Arbeitspunkt zu finden (d. h. eine geeignete Anzahl von Verbindungen, die gleichzeitig betrieben werden sollen, und die verknüpften MAC-Modi), welcher der minimalen Informationsdurchsatzanforderung der mobilen Vorrichtung **1002** entspricht. Für diese Optimierung ist typischerweise eine große Anzahl von möglichen Kombinationen von allen Kommunikationsverbindungen und allen MAC-Modi (oder im Allgemeinen physikalische Schichtkonfigurationen) vorhanden, welche die Verwendung von höchst effektiven Suchalgorithmen wünschenswert macht. Es stellt sich heraus, dass die Arbeitspunkte, die zu einem minimalen zusammengesetzten Sendeleistungspegel (TX, Transmission) führen (ungefähr) auf einer konvexen Hüllfunktion liegen, wie beispielsweise der Hüllfunktion **305** in dem Beispiel von **Fig. 3**.

[0273] Die konvexe Struktur stammt aus der Tatsache, dass MAC-Informationsdurchsatzkurven typischerweise hochansteigende Ausgangsleistungspegel für leistungsstärkere Konstellationsarten erfordern. Dieser Effekt ist in **Fig. 18** dargestellt.

[0274] **Fig. 18** zeigt ein grafisches Schaubild **1800** des Informationsdurchsatzes für LTE.

[0275] Die grafischen Schaubilder **1800** stellen die Beziehung zwischen dem Signal-Interferenz- und Rauschverhältnis (SINR, Signal to Interference And Noise Ratio), welches als eine Repräsentation von Ausgangsleistung angesehen werden kann, und dem Informationsdurchsatz für verschiedene MAC-Modi dar. Es ist zu sehen, dass, je höher der Informationsdurchsatz, desto höher ist die erforderliche zusätzliche Sendeleistung für eine Erhöhung von Informationsdurchsatz.

[0276] Folglich kann möglicherweise ein diskreter Optimierungsalgorithmus verwendet werden, welcher dieses Verhalten ausnutzt. Wie schon erwähnt, kann ein Suchalgorithmus auf einer konvexen Hülle verwendet werden, d. h. ein Optimierungsalgorithmus, welcher auf einer konvexen Hülle nach den möglichen Arbeitspunkten sucht, d. h. welcher einen Suchsatz hat, der auf die konvexe Hülle beschränkt ist. Der konvexe Optimierungsansatz von Shoham und Gersho für effektive Bit-Zuordnung für einen zufälligen Satz von Quantisierern kann zum Beispiel verwendet werden, welcher geeignet ist, weil er für solch eine Problemstellung optimiert ist. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass der Shoham-Gersho-Optimierungsalgorithmus für ein sehr spezifisches Informationen betreffendes theoretisches Optimierungsproblem entwickelt wurde. Nichtsdestoweniger passt er zu dem Optimierungsbedarf für Verbindungsauswahl einer mobilen Vorrichtung (d. h. Auswahl einer Kommunikationskonfiguration).

[0277] Der Shoham-Gersho-Algorithmus kann so gesehen werden, dass er auf der Idee der Lagrange Funktion basiert ist, anstatt darauf zu warten, dass der Lagrange Multiplikator λ langsam einen signifikanten Wert für eine neue Lösung erreicht; es ist möglich, λ dazu zu bringen, nur signifikante Werte für jede Wiederholung anzunehmen.

[0278] Insbesondere minimiert der Shoham-Gersho-Algorithmus die Lagrange Funktion für einen gegebenen Lagrange-Multiplikator-Vektor-Lambda:

$$(L_\lambda) \quad d(\lambda) = \inf_{x \in X} L(x, \lambda) = \inf_{x \in X} [f(x) + \lambda(h(x) - b)]$$

wobei X der Suchraum ist, $h(x) = (h_1(x), \dots, h_2(x))$ der Vektor der Bedingungsfunktionen ist, b der Vektor von Grenzen der Bedingungen ist (d. h. die Bedingungen sind $h_i(x) \leq b_i$) und $f(x)$ die Kostenfunktion ist.

[0279] Für jede Wiederholung k wird die Bedingungsfunktion

$$R_k = \sum_{i=1}^n h_i^k$$

(z. B. den Informationsdurchsatz darstellend) berechnet.

- wenn $R_k = R_{\min}$ (minimaler Wert der Bedingungsfunktion, z. B. minimaler Informationsdurchsatz), ist die optimale Zuordnung gefunden. Der Algorithmus hält an.
- wenn $R_k > R_{\min}$, wird λ aktualisiert, um einen nächstmöglichen Wert zu erhalten, welcher der Bedingung – kleinere Verringerung – näher kommt.
- wenn $R_k < R_{\min}$, wird λ aktualisiert, um einen nächstmöglichen Wert zu erhalten, welcher der Bedingung – kleinere Erhöhung – näher kommt.
- wenn $(R_k - R_{\min}) (R_{k-1} - R_{\min}) < 0$, ist die beste Zuordnung auf der konvexen Hülle gefunden und entspricht derjenigen, welche die Bedingung erfüllt. Der Algorithmus hält an.

[0280] Der Zustand hier stellt die Tatsache dar, dass der Algorithmus auf der konvexen Hülle von der unrealisierbaren zu der realisierbaren Domäne ging (oder anders herum). λ kann einfach mit null initialisiert werden, aber es können effektivere Anfangswerte bestimmt werden.

[0281] Allerdings gibt es eine Suboptimalität beim Verfahren des Suchverfahrens auf einer konvexen Hülle, weil es nur Lösungen identifiziert, welche auf der konvexen Hüllfunktion liegen, z. B. der Hüllfunktion **305** des Beispiels von **Fig. 3**. Bei dem Beispiel von **Fig. 3** würde das Suchverfahren auf einer konvexen Hülle somit eine suboptimale Lösung finden, wie sie in **Fig. 19** dargestellt ist.

[0282] **Fig. 19** zeigt ein Diagramm **1900** Datenübertragungsrate vs. Sendeleistung.

[0283] Die Datenübertragungsrate (d. h. der Informationsdurchsatz) einer Kommunikationskonfiguration wie in **Fig. 3** steigt von links nach rechts auf einer Datenübertragungsratenachse **1901** an und die erforderliche Sendeleistung (die als die Kosten einer Kommunikationskonfiguration angesehen werden kann) steigt von

unten nach oben auf einer Leistungsachse **1902** an, und eine Vielzahl von Arbeitspunkten **1903** ist in dem Diagramm **1900** gezeigt. Eine Linie **1904** gibt ein Beispiel für einen minimalen Ziel-Informationsdurchsatz an, den eine mobile Vorrichtung verlangt, z. B. die mobile Vorrichtung **1002**.

[0284] Ein erster Arbeitspunkt **1906** ist die Lösung, die bei dem Suchverfahren auf einer konvexen Hülle gefunden wird, welche der Bedingung der minimalen Datenübertragungsrate entspricht und auf der konvexen Hüllfunktion liegt.

[0285] Ein zweiter Arbeitspunkt **1907** wäre allerdings die optimale Lösung: Er hat eine niedrigere Ausgangsleistung als der erste Arbeitspunkt **1906** und liegt immer noch auf der rechten Seite der Linie **1904**, d. h. entspricht der Informationsdurchsatzanforderung. Der zweite Arbeitspunkt liegt in der Nähe der konvexen Hüllfunktion **1905**, aber nicht genau auf ihr. Folglich kann das Suchverfahren auf einer konvexen Hülle möglicherweise nicht in der Lage sein, den optimalen Arbeitspunkt aufgrund der inhärenten Suboptimalität zu finden, die auf die Beschränkung des Suchraumes auf die konvexe Hüllfunktion **1905** zurückzuführen ist.

[0286] Es sollte darauf hingewiesen werden, dass Optimierungstechniken, welche nur die Konfiguration für die Verbindungen einzeln optimieren, viel ineffektiver sind.

[0287] Im Folgenden wird ein Ansatz als ein Beispiel für die Auswahl einer Kommunikationskonfiguration beschrieben, z. B. ausgeführt von der mobilen Vorrichtung **1002** bei **1103**, welcher als eine Erweiterung eines Suchverfahrens auf einer konvexen Hülle angesehen werden kann, nämlich als eine iterative Erweiterung, welche ermöglicht, effektiv optimale oder fast optimale Arbeitspunkte hinsichtlich der erforderlichen Sendeleistung zu identifizieren, wobei jeder Arbeitspunkt die heterogenen Funkverbindungen, die gleichzeitig betrieben werden sollen, und den MAC-Modus (oder allgemein die physikalische Schichtkonfiguration) für jede Funkverbindung aufweist (einschließlich der Konstellationsart pro Träger, Codeübertragungsrate usw.).

[0288] Ein Suchverfahren auf einer konvexen Hülle funktioniert solchermaßen, dass die MAC-Modi für jede Verbindung unabhängig betrachtet werden. Der Algorithmus führt die Suche nicht unter Berücksichtigung der Gesamtheit aller möglichen Kombinationen durch, sondern führt stattdessen die Suche auf der konvexen Hülle durch, indem er an den ursprünglichen unabhängigen MAC-Moduskurven arbeitet. Dadurch wird eine hohe Effektivität sichergestellt. Dies ist in **Fig. 20** dargestellt

[0289] **Fig. 20** zeigt Diagramme **2001** Informationsdurchsatz vs. Ausgangsleistung für einzelne Verbindungen und ein Diagramm **2002** Informationsdurchsatz vs. Ausgangsleistung mit Arbeitspunkten, wobei jeder Arbeitspunkt einer Kombination von einem oder mehreren Verbindungen mit verknüpften MAC-Modi entspricht.

[0290] Dies bedeutet, dass das Diagramm **2002** Informationsdurchsatz vs. Ausgangsleistung dem Diagramm **300** Informationsdurchsatz vs. Ausgangsleistung entspricht, das in **Fig. 3** gezeigt wird, und das Ergebnis der Kombination des Diagramms **2001** Informationsdurchsatz vs. Ausgangsleistung für die einzelnen Verbindungen ist.

[0291] Ein Suchverfahren auf einer konvexen Hülle findet einen Arbeitspunkt **2003**, der einem Verbindungs-Arbeitspunkt **2004** für jede einzelne Verbindung entspricht (vorausgesetzt, dass die Verbindung in der Kommunikationskonfiguration, die dem Arbeitspunkt **2004** entspricht, vorhanden ist, andernfalls kann der Arbeitspunkt, der für die Verbindung ausgewählt wird, als der „nicht erstellte“ Verbindungs-Arbeitspunkt angesehen werden). Folglich entspricht die Auswahl des Arbeitspunktes **2004** der Auswahl eines Verbindungs-Arbeitspunktes für jede einzelne Kommunikationsverbindung, z. B. für jede der Kommunikationsverbindungen **1003**.

[0292] Bei der iterativen Erweiterung des Suchverfahrens auf einer konvexen Hülle gemäß dem vorliegenden Beispiel wird bei einer 0^{ten} Iteration das Suchverfahren auf einer konvexen Hülle verwendet, um die beste Lösung **1906**, **2003** auf der konvexen Hülle **1905**, **2005** zu finden (die als Beispiel von **601** angesehen werden kann). Wenn diese Lösung **1906**, **2003** nicht die optimale Lösung ist, bedeutet dies, dass die wahre Lösung **1907** irgendwo über der konvexen Hülle **1905**, **2005** liegt. Um zu der wahren Lösung auf der konvexen Hülle **1905**, **2005** zu gelangen, welche eine effektive Verwendung des Suchverfahrens auf einer konvexen Hülle erlaubt, wird mindestens ein Punkt der konvexen Hülle **1905**, **2005** nicht berücksichtigt (was als Beispiel von **602** angesehen werden kann), so dass die konvexe Hülle bewegt wird. Dies geschieht, indem nur die vorherige Lösung nicht berücksichtigt wird, weil alle anderen Arbeitspunkte mögliche Kandidaten für die wahre optimale Lösung sind.

[0293] Wie in **Fig. 20** dargestellt, besteht ein Arbeitspunkt aus der Kombination von unterschiedlichen Betriebsmodi auf den Verbindungen, d. h. von Verbindungs-Arbeitspunkten. Wenn ein einziger Verbindungs-Arbeitspunkt aus der Verbindung entfernt wird, werden dadurch viele mögliche Kombinationen (d. h. Arbeitspunkte von **2002**) nicht berücksichtigt, und nicht nur eine. Damit nur ein einziger Arbeitspunkt von **2002** für jede Verbindung nicht berücksichtigt wird, wird der Verbindungs-Arbeitspunkt der Verbindung an dem Arbeitspunkt von **2002** nicht berücksichtigt und die Suche wird für den daraus resultierenden Teil-Satz von Arbeitspunkten separat fortgesetzt.

[0294] Anders ausgedrückt, wenn es N Verbindungen mit T_j (der Satz von möglichen Arbeitspunkten) und m_j (der ausgewählte Betriebsmodus, welcher der Lösung entspricht) für jede Verbindung j gibt, bedeutet dies, dass der erste berücksichtigte Satz in der 0^{ten} Iteration einfach $\prod_{j=1}^N T_j$ ist. Anders ausgedrückt, um nur die Lösung zu entfernen, die $[m_1 - m_N]$ entspricht, wird der Satz

$$\prod_{j=1}^N T_j \times (T_{i \setminus m_i})$$

für jedes $i = 1 \dots N$ separat berücksichtigt, und die Lösung wird auf der konvexen Hülle dieses Satzes gesucht. Dies ermöglicht das Nicht-Berücksichtigen des spezifischen Punktes, der in der ersten Iteration gefunden wird, und das Verändern der konvexen Hülle.

[0295] Da es nun N Verbindungen gibt, erfordert die erste Iteration N separate Suchdurchgänge und führt zu N Punkten, die gefunden werden. Für die zweite Iteration für jeden dieser N Punkte, wird dasselbe Verfahren durchgeführt, damit der Punkt nicht berücksichtigt wird. Wenn nun der einzelne Punkt, der in der 0^{ten} Iteration gefunden wird, die 0^{te} Ebene ist, dann gibt es auf der ersten Ebene (die der ersten Iteration entspricht) N Arbeitspunkte und danach N^2 Arbeitspunkte auf der zweiten Ebene. Im Allgemeinen gibt es N^p Arbeitspunkte auf der p^{ten} Ebene.

[0296] Es sollte darauf hingewiesen werden, dass es keine Garantie gibt, auf welcher Ebene die wahre Lösung möglicherweise gefunden wird: Es kann der erste Arbeitspunkt sein, der ohne irgendwelche Iterationen gefunden wird, oder aber er kann nach 4 oder 5 Iterationen gefunden werden. Da es typischerweise nicht praktisch ist, eine große Anzahl von Iterationen durchzuführen, wird zum Beispiel eine begrenzte Anzahl von Ebenen (d. h. Iterationen) gewählt. Eine größere Anzahl bedeutet zwar bessere Chancen, die wahre Lösung zu finden, bedeutet aber auch größere Komplexität und mehr Berechnungsaufwand.

[0297] **Fig. 21** stellt das Entfernen von Arbeitspunkten dar, woraus mehrfache Ebenen resultieren, wie vorstehend beschrieben.

[0298] Die Diagramme **2101** stellen die (z. B. N) Verbindungs-Arbeitspunkte der verschiedenen möglichen Verbindungen dar.

[0299] Die Diagramme **2102** auf der 0^{ten} Ebene stellen die Verbindungs-Arbeitspunkte dar, welche dem Arbeitspunkt entsprechen, der in der 0^{ten} Iteration gefunden wird.

[0300] In der ersten Iteration gibt es N Sätze **2103** von Diagrammen **2104**. Jeder Satz **2103** weist ein Diagramm **2104** auf, in welchem ein einziger Verbindungs-Arbeitspunkt (von einer der N Verbindungen) nicht berücksichtigt wird.

[0301] Für jeden Satz **2103** wird eine Suche ausgeführt, die zu einem Arbeitspunkt führt, der Verbindungs-Arbeitspunkten in den Diagrammen **2104** entspricht. Dies wird durch die Diagramme **2105** dargestellt.

[0302] Dieser Prozess wird fortgesetzt bis zum Beispiel eine zuvor definierte maximale Anzahl von Iterationen (z. B. 2 Iterationen, 3 Iterationen oder 4 Iterationen) erreicht worden ist.

[0303] Nachfolgend wird ein Beispiel beschrieben, das darauf zielt, die wahre Lösung zu finden, und erst endet, wenn alle möglichen Arbeitspunkte ausgesondert worden sind. Dieses Beispiel kann als basiert auf einer Kombination eines Suchverfahrens auf einer konvexen Hülle mit einer Nicht-Berücksichtigung von nicht benötigten Punkten durch Aufteilung des Satzes von Arbeitspunkten in Teilblöcke angesehen werden, wobei ein Teilblock entweder nicht berücksichtigt wird oder eine Suche für den Teilblock ausgeführt wird. Die Suche innerhalb eines einzigen Teilblocks findet genauso statt wie für den gesamten Satz von Arbeitspunkten unter Verwendung eines Suchverfahrens auf einer konvexen Hülle, aber die Aufteilung in Teilblöcke und die

Nicht-Berücksichtigung von Teilblöcken findet unter Verwendung einer Domänen-Schnittvariante eines Verzweigungsalgorithmus statt.

[0304] Nachfolgend wird ein Beispiel einer Nicht-Berücksichtigung von unbenötigten Blöcken in einem zwei-dimensionalen Fall (d. h. an dem zwei Funkverbindungen beteiligt sind) gegeben. Es kann ein konvexer Optimierungsalgorithmus verwendet werden, um den ersten realisierbaren Arbeitspunkt (d. h. den Arbeitspunkt, welcher die Anforderung an Informationsdurchsatz erfüllt und die niedrigsten Kosten hinsichtlich der Sendeleistung aufweist) und den ersten nicht realisierbaren Punkt (d. h. der Arbeitspunkt, welcher die Anforderung an Informationsdurchsatz nicht erfüllt, aber den höchsten Informationsdurchsatz hat) auf der konvexen Hülle, wie in **Fig. 22** dargestellt, zu bestimmen.

[0305] **Fig. 22** zeigt ein Diagramm **2200** Datenübertragungsrate vs. Sendeleistung.

[0306] Wie in **Fig. 3** steigt die Datenübertragungsrate (d. h. der Informationsdurchsatz) einer Kommunikationskonfiguration von links nach rechts auf einer Datenübertragungsratenachse **2201** an und die erforderliche Sendeleistung (die als die Kosten einer Kommunikationskonfiguration angesehen werden kann) steigt von unten nach oben auf einer Leistungsachse **2202** an, und eine Vielzahl von Arbeitspunkten **2203** werden in dem Diagramm **2200** gezeigt. Eine Linie **2204** gibt ein Beispiel für einen minimalen Ziel-Informationsdurchsatz an, den eine mobile Vorrichtung verlangt, z. B. die mobile Vorrichtung **1002**.

[0307] Ein erster Arbeitspunkt **2206** ist der erste nicht realisierbare Punkt (auf der konvexen Hülle **2005**), ebenfalls als Punkt A bezeichnet.

[0308] Ein zweiter Arbeitspunkt **2207** auf der konvexen Hülle **2205** ist die Lösung, die von dem Suchverfahren auf einer konvexen Hülle gefunden wird. Dies ist der erste realisierbare Arbeitspunkt (auf der konvexen Hülle **2005**), ebenfalls als Punkt B bezeichnet.

[0309] Jeder der Arbeitspunkte **2206**, **2207** entspricht einer spezifischen Kombination von ausgewählten Verbindungen mit verknüpften ausgewählten MAC-Modi. Diese MAC-Modi ermöglichen das Aufsplitten des gesamten Satzes von Kombinationen (d. h. den gesamten Satz von Arbeitspunkten **2203**) in bekannte und unbekannte Bereiche. Dies wird in **Fig. 23** für den vorliegenden zweidimensionalen Fall dargestellt.

[0310] **Fig. 23** stellt eine Aufteilung des Satzes von Arbeitspunkten in Teilblöcke dar.

[0311] In **Fig. 23** entspricht die horizontale Richtung den Betriebsmodi einer ersten der zwei Verbindungen und die vertikale Richtung entspricht den Betriebsmodi einer zweiten der zwei Verbindungen.

[0312] Jedes Kästchen **2301** in **Fig. 23** entspricht einem Arbeitspunkt, wobei die Effektivität des MAC-Modus der ersten Verbindung von links nach rechts ansteigt und die Effektivität des MAC-Modus der zweiten Verbindung von unten nach oben ansteigt.

[0313] Folglich wird mit dem ersten nicht realisierbaren Punkt A ein erster Teilblock **2302** von nicht realisierbaren Punkten definiert, da jeder beliebige Arbeitspunkt in diesem Teilblock einen MAC-Modus in mindestens einer der Verbindungen aufweist, der weniger effektiv ist als die MAC-Modi von Punkt A und deswegen ist der Informationsdurchsatz dieses Arbeitspunktes niedriger als derjenige von Punkt A und folglich erlaubt er nicht, dass der Bedingung des minimalen Informationsdurchsatzes entsprochen wird.

[0314] Auf ähnliche Weise wird durch den ersten realisierbaren Punkt B ein zweiter Teilblock **2303** von wenig erfolgversprechenden Punkten definiert, weil jene Punkte höhere Kosten als Punkt B haben.

[0315] Somit können die Arbeitspunkte des ersten Teilblocks **2302** und die Arbeitspunkte des zweiten Teilblocks **2303** ausgesondert werden (d. h. aus der weiteren Suche ausgeschlossen werden).

[0316] Die verbleibenden Arbeitspunkte müssen immer noch analysiert werden (d. h. in die weitere Suche eingeschlossen werden). Sie sind in einen dritten Teilblock **2304** und einen vierten Teilblock **2305** gruppiert und für jeden dieser Teilblöcke (Rechtecke für den Fall mit zwei Verbindungen, Kästchen für den Fall mit drei Verbindungen) wird eine Suche ähnlich wie für den ursprünglichen gesamten Satz von Arbeitspunkten **2203** ausgeführt.

[0317] Der erste realisierbare Punkt B (anfängliche Lösung) wird zum Beispiel unter Verwendung der anfänglichen Lösung auf der Basis des Suchverfahrens auf einer konvexen Hülle bestimmt. Die Lösung entspricht einem spezifischen MAC-Modus für jede Verbindung. Wie schon erläutert, kann die Lösung suboptimal sein und der Aufteilungs- und Nicht-Berücksichtigungsprozess ermöglicht es, zu überprüfen, ob es einen besseren Arbeitspunkt gibt, der nicht auf der konvexen Hülle vorhanden ist. Der Unterschied zu dem in **Fig. 21** dargestellten Ansatz ist in der Tatsache zu sehen, dass bei dem Aufteilungs- und Blockbildungsprozess, wie in **Fig. 23** dargestellt, alle wenig erfolgversprechenden Punkte, und nicht nur die gefundene Lösung, nicht berücksichtigt werden.

[0318] Bei einer multi-dimensionalen Domäne (z. B. einem Kästchen in 3D usw.) als ein Eingang für die konvexe Optimierung gibt es drei mögliche Ergebnisse:

- 1) Alle Arbeitspunkte sind realisierbar und der minimale kann genommen und mit der aktuellen Lösung verglichen werden, um die Lösung zu aktualisieren;
- 2) Alle Arbeitspunkte sind nicht realisierbar und können ausgesondert werden;
- 3) der übliche Fall mit realisierbaren und nicht realisierbaren Punkten, so dass, wie in **Fig. 23** dargestellt, einige Arbeitspunkte ausgesondert und andere behalten werden können.

[0319] Nur der Fall 3) ist für den Domänen-Schnittprozess geeignet, wie unter Bezugnahme auf **Fig. 23** erläutert. Der Eingang des Prozesses weist die Betriebsmodi für die Verbindungen des ersten realisierbaren Punktes und des ersten nicht realisierbaren Punktes auf. Dieser Eingang erlaubt es, den Satz von unbekanntem (oder nicht verarbeiteten) Punkten zu definieren, die für die weitere Suche behalten werden. Darüber hinaus ermöglicht dieser Eingang, sie auf eine geeignete Art und Weise als klare Teil-Domänen (z. B. Rechtecke für 2D, wie in **Fig. 23** dargestellt, und Kästchen für 3D usw.) zu präsentieren, was zum Beispiel für die nächste Anwendung des Suchverfahrens auf einer konvexen Hülle notwendig ist. Zu diesem Zweck wird der zuvor in der Suche gefundene Punkt zum Beispiel gespeichert, weil sowohl realisierbare als auch nicht realisierbare (in der Nähe der Bedingung) Arbeitspunkte behalten werden sollten.

[0320] Wenn die Anzahl von Verbindungen größer als drei ist, ist es im Allgemeinen nicht unerheblich, wie die verbleibenden Bereiche in geeignete Teilblöcke aufgeteilt werden, aber dies kann unter Verwendung eines Domänen-Schnittalgorithmus geschehen. Die Ergebnisse dieses Domänen-Schnittalgorithmus sind verbleibende Teil-Domänen (z. B. Teilblöcke in dem zweidimensionalen Fall) von unverarbeiteten Punkten. Sie werden der Liste von unverarbeiteten Domänen hinzugefügt. Der Domänen-Schnittalgorithmus, der auf das Beispiel in **Fig. 23** angewendet wird, erzeugt zum Beispiel zwei Teil-Domänen: Die erste ist $[1...4] \times [6...8]$ (Nord-West) und die zweite ist $[5...8] \times [1...4]$ (Süd-Ost), mit einer Nummerierung von MAC-Modi von 1 bis 8 sowohl horizontal als auch vertikal.

[0321] In den Ergebnissen 1) und 3) der möglichen Ergebnisse des Domänen-Schnittalgorithmus wie vorstehend angegeben, gibt es eine mögliche Lösung (d. h. einen realisierbaren Arbeitspunkt). Diese wird mit der aktuellen Lösung zwecks einer potentiellen Aktualisierung der aktuellen Lösung verglichen (wobei die anfängliche Lösung aus der Anwendung des konvexen Suchalgorithmus auf den gesamten Satz von Arbeitspunkten stammt).

[0322] In Ergebnis 3) können die Teilblöcke von Arbeitspunkten, die behalten werden, mit einem gewissen unteren Grenzwert verknüpft werden (wie als Arbeitspunkt **2208** in **Fig. 22** dargestellt), welcher angibt, wie erfolgversprechend diese Teilblöcke sind.

[0323] Beim Verwalten der verbleibenden Teilblöcke (d. h. der Teilblöcke, die noch zu durchsuchen sind) wird ein verarbeiteter Teilblock nicht berücksichtigt und neue (die von dem Domänen-Schnittalgorithmus im Fall des Ergebnisses 3) kommen) werden hinzugefügt. Für jeden hinzugefügten Teilblock oder jede aktualisierte Lösung ist es möglich, Teilblöcke auszusondern, deren entsprechende untere Grenzen höher als die aktuelle Lösung sind, was bedeutet, dass sie nicht mehr erfolgversprechend sind. Darüber hinaus ist es möglich, mit Teilblöcken mit niedrigeren unteren Grenzen anzufangen, weil sie sehr wahrscheinlich bessere Lösungen erzeugen.

[0324] Der Suchprozess wird beendet, wenn keine Teilblöcke mehr zur Verarbeitung übrig sind, d. h. die Liste von zu verarbeitenden Teilblöcken ist leer.

[0325] Tabelle 1 veranschaulicht einen Vergleich einer Auswahl der Kommunikationskonfiguration gemäß einem Suchverfahren auf einer konvexen Hülle (die Werte sind unter Verwendung des wie vorstehend beschriebenen Shoham-Gersho-Algorithmus erzeugt worden), einer Auswahl der Kommunikationskonfiguration gemäß dem in **Fig. 21** dargestellten Ansatz, der zu Ebene 2 geht, einer Auswahl der Kommunikationskonfiguration

gemäß dem in **Fig. 21** dargestellten Ansatz, der zu Ebene 3 geht und einer Auswahl der Kommunikationskonfiguration gemäß dem in **Fig. 23** dargestellten Ansatz.

Anzahl von Verbindungen	2	3	4	5	6
Konvexe Optimierung	+74,3%	-76%	-97,1%	-99,65%	-99,96%
	+2,1%	+2%	+2,7%	+2,2%	+2,7%
Ansatz von Figur 21 (Ebene 2)	+246%	-44%	-92,4%	-99,04%	-99,89%
	+0,7%	+0,87%	+1,1%	+0,49%	+0,6%
Ansatz von Figur 21 (Ebene 3)	+668%	+44%	-74,7%	-96,12%	-99,46%
	+0,5%	+0,23%	0,2%	+0,1%	+0,2%
Ansatz von Figur 23	+247%	-12,5%	-82,4%	-96,96%	-99,58%
	+0%	+0%	+0%	+0%	+0%

Tabelle 1

[0326] Die Zahlen in Tabelle 1 beruhen auf der nachfolgenden Komplexitätsmetrik: Die Anzahl von Vergleichen, Multiplikationen, Divisionen, Additionen und Subtraktionen wird addiert. Es können möglicherweise weitere Komplexitätsmetriken verwendet werden, zum Beispiel unter Verwendung eines stärkeren Gewichts für Multiplikationen im Vergleich zu Additionen, usw.

[0327] Tabelle 1 präsentiert einen Leistungsvergleich der verschiedenen Ansätze mit der umfangreichen Suchleistung (in Prozentangabe). Für jeden Ansatz bewerten die Werte unten den Unterschied im Berechnungsaufwand und die oberen Werte zeigen die Lücke zwischen echten Lösungen und Lösungen, die durch den entsprechenden Ansatz gegeben werden. Es ist zu sehen, dass Lösungen, die durch die Konfigurationsauswahl gemäß dem in **Fig. 23** dargestellten Ansatz gegeben werden (auf der Basis des modifizierten Domänen-Schnittalgorithmus), genaue Lösungen sind, wie erwartet. Allerdings liefert die Konfigurationsauswahl gemäß dem in **Fig. 21** dargestellten Ansatz suboptimale Lösungen (auf der Basis des modifizierten Suchansatzes auf einer konvexen Hülle, wobei die Ebene die Anzahl von Iterationen anzeigt, wobei in jeder Iteration eine Verbindungskonfiguration für eine ausgewählte RAT unterdrückt wird, die zu einer neuen konvexen Hüllfunktion führt, die typischerweise zu einer optimaleren Lösung in dem Fall führt, dass sie vorhanden ist). Darüber hinaus sind die konvexen Algorithmen bei einer großen Anzahl von Verbindungen recht effektiv.

[0328] Nachfolgend wird ein Beispiel eines Zeiteilungsansatzes zwischen zwei Arbeitspunkten (d. h. zwei Kommunikationskonfigurationen) beschrieben.

[0329] Dafür werden ein erster optimaler Arbeitspunkt (in dem Sinne, dass er auf der konvexen Hüllfunktion liegt) gerade unter den minimalen Informationsdurchsatzanforderungen und ein zweiter optimaler Arbeitspunkt (in dem Sinne, dass er auf der konvexen Hüllfunktion liegt) gerade über den minimalen Informationsdurchsatzanforderungen identifiziert, z. B. die Punkte A und B in **Fig. 22**.

[0330] Die Identifikation dieser beiden Arbeitspunkte führt nicht zu einer höheren Komplexität, weil Suchalgorithmen auf einer konvexen Hülle typischerweise automatisch alle Arbeitspunkte auf der konvexen Hüllfunktion, angefangen bei dem niedrigsten (Informationsdurchsatz) Wert bis zu dem höchsten (Informationsdurchsatz) Wert, identifizieren. Folglich wird durch Auffinden des zweiten Arbeitspunktes der erste Arbeitspunkt ebenfalls in dem Suchprozess ohne höhere Kosten gefunden.

[0331] Beim Betrieb der mobilen Vorrichtung **1002** gemäß dem vorliegenden Ansatz, kann die mobile Vorrichtung für die Aufwärtsstrecke die minimalen Ausgangs-Sendeleistungspegel anwenden, die zum Aufrechterhalten der Ziel-Funkverbindungen erforderlich sind. Der vorliegende Ansatz kann für beliebige zwei Arbeitspunkte unter der Vielzahl von verfügbaren Kommunikationskonfigurationen verwendet werden. Es ist nicht erforderlich, dass jene zwei auf der konvexen Hüllfunktion liegen.

[0332] Die mobile Vorrichtung **1002** wendet eine Zeiteilung zwischen den beiden identifizierten Arbeitspunkten an, d. h. schaltet zwischen den Kommunikationskonfigurationen der beiden Arbeitspunkte um.

[0333] Zu diesem Zweck identifiziert in diesem Beispiel die mobile Vorrichtung **1002** den Zeiteilungsansatz, der verwendet werden soll, damit den minimalen Informationsdurchsatzanforderungen genau entsprochen wird (z. B. vom Benutzer vorgegeben), die durch die Linie **2204** in **Fig. 22** angegeben werden.

[0334] Die mobile Vorrichtung **1002** kann die Zeiteilungsbeziehung aus den nachfolgenden Variablen ableiten:

- durchschnittlich erzielter Informationsdurchsatz für den ersten Arbeitspunkt R1 (kann aus der Optimierung abgeleitet werden),
- durchschnittlich erzielter Informationsdurchsatz für den zweiten Arbeitspunkt R2 (kann aus der Optimierung abgeleitet werden),
- minimale Anforderung an Datenübertragungsrate (z. B. vom Benutzer vorgegeben) Rmin.

[0335] Daraus kann die mobile Vorrichtung den Zeiteilungsfaktor für den ersten Arbeitspunkt cf ableiten, wenn $0 \leq cf \leq 1$, wobei 0 0% der Teilung von Zeit, die auf den ersten Arbeitspunkt angewendet wird, und 100% der Teilung von Zeit entspricht, die auf den zweiten Arbeitspunkt angewendet wird, wobei 0,5 50% der Teilung von Zeit, die auf den ersten Arbeitspunkt angewendet wird, und 50% der Teilung von Zeit entspricht, die auf den zweiten Arbeitspunkt angewendet wird, und so weiter. Die tatsächliche Ableitung wird durch die Bedingung

$$cf \cdot R1 + (1 - cf) \cdot R2 = Rmin$$

mit der Lösung

$$cf = (Rmin - R2) / (R1 - R2) \text{ gegeben.}$$

[0336] Auf der Basis dieses Ergebnisses führt die mobile Vorrichtung eine Zeiteilung zwischen der Reihe von Funkverbindungen aus, die dem ersten Arbeitspunkt und dem zweiten Arbeitspunkt entsprechen. Der Prozentsatz an Zeit, der den beiden Arbeitspunkten zugewiesen wird, wird durch den Wert cf angegeben, der zwischen 0 und 1 liegt.

[0337] Die tatsächliche Zeiteilung kann auf verschiedene Arten und Weisen angewendet werden.

[0338] Eine erste Art und Weise besteht darin, eine gesamte Übertragung aufzusplitten, z. B. eine FTP-Übertragung einer Datei, die in zwei Teile aufgeteilt wird – einen, der den ersten Arbeitspunkt anwendet (d. h. die mobile Zielvorrichtung, welche Funkverbindungen einleitet und die MAC-Moduskonfiguration entsprechend dem ersten Arbeitspunkt erzwingt) und einen, der den zweiten Arbeitspunkt anwendet (d. h. die mobile Zielvorrichtung, welche Funkverbindungen einleitet und die MAC-Moduskonfiguration entsprechend dem zweiten Arbeitspunkt erzwingt). Das Aufteilungsverhältnis zwischen den beiden Übertragungen wird durch cf gegeben, d. h. wenn die gesamte vorgesehene Übertragungszeit Ttot ist, dann ist die Dauer der ersten Übertragung (welche den ersten Arbeitspunkt anwendet) cf·Ttot und die Dauer der zweiten Übertragung (welche den zweiten Arbeitspunkt anwendet) ist (1 – cf)·Ttot. Solch eine Aufteilung führt schließlich zu der beabsichtigten Übertragung einer Datenmenge, die Rmin·Ttot entspricht. Dieser Ansatz ist in **Fig. 24** dargestellt.

[0339] **Fig. 24** zeigt Übertragungsdiagramme **2403**, **2404**, welche das Aufsplitten einer Übertragung in eine erste Übertragung **2401** und eine zweite Übertragung **2402** darstellen.

[0340] In dem oberen Übertragungsdiagramm **2403** verwendet die erste Übertragung **2401** den ersten Arbeitspunkt und die zweite Übertragung **2402** verwendet den zweiten Arbeitspunkt, während in dem unteren Übertragungsdiagramm **2404** die erste Übertragung **2401** den zweiten Arbeitspunkt verwendet und die zweite Übertragung **2402** den ersten Arbeitspunkt verwendet.

[0341] Im Fall, dass die vorgesehene Übertragungszeit nicht genau der echten Übertragungszeit entspricht (zum Beispiel aufgrund von unerwarteten Änderungen in den Funkverbindungscharakteristiken usw.), kann die zweite Übertragung **2402**, wie erforderlich, einfach erweitert oder verkürzt werden. Es kann ebenfalls beim Umschalten von dem ersten Arbeitspunkt zu dem zweiten Arbeitspunkt, oder umgekehrt, eine kurze Übertragungspause eingefügt werden. Dies kann zum Beispiel notwendig sein, weil typischerweise die Erstellung von neuen Funkverbindungen und/oder die Beendigung von aktiven Funkverbindungen etwas Zeit erfordert, die zwischen dem Ende der ersten Übertragung **2401** und dem Beginn der zweiten Übertragung **2402** verstreichen muss. Wenn die gesamte Übertragungszeit unter einem maximalen Schwellenwert liegen sollte, kann diese Umschaltzeit von der mobilen Vorrichtung möglicherweise berücksichtigt werden, wenn sie die minimale erforderliche Datenübertragungsrate bestimmt. Wenn die mobile Vorrichtung zum Beispiel die erforderliche

Datenübertragungsrate erhöht, die zum Bestimmen von c_f verwendet wird, kann die mobile Vorrichtung etwas Umschaltzeit zwischen der ersten Übertragung **2401** und der zweiten Übertragung **2402** verbrauchen, während sie ein gesamtes Übertragungszeitziel einhält.

[0342] Eine andere Art und Weise von Zeiteilung besteht darin, die gesamte Übertragungszeit in mehrfache Zeitbruchteile aufzuteilen, z. B. n Zeitbruchteile mit Längen ΔT , so dass $n \cdot \Delta T = T_{\text{tot}}$ ist. Die Aufteilung gemäß c_f kann wie in **Fig. 25** dargestellt für jeden der Zeitbruchteile angewendet werden.

[0343] **Fig. 25** zeigt Übertragungsdiagramme **2503**, **2504**, **2505**, **2506**, welche das Aufsplitten einer Übertragung in mehrfache erste Übertragungen **2501** und mehrfache zweite Übertragungen **2502** darstellen.

[0344] In dem ersten (oberen) Übertragungsdiagramm **2503** gibt es zwei Zeitbruchteile jeweils mit einer ersten Übertragung **2501** unter Verwendung des zweiten Arbeitspunktes und einer zweiten Übertragung **2502** unter Verwendung des ersten Arbeitspunktes.

[0345] In dem zweiten Übertragungsdiagramm **2504** gibt es zwei Zeitbruchteile jeweils mit einer ersten Übertragung **2501** unter Verwendung des ersten Arbeitspunktes und einer zweiten Übertragung **2502** unter Verwendung des zweiten Arbeitspunktes.

[0346] Die Ansätze gemäß dem ersten Übertragungsdiagramm **2503** und dem zweiten Übertragungsdiagramm **2504** können zum Beispiel durch den Ansatz verbessert werden, der durch das dritte Übertragungsdiagramm **2505** dargestellt wird, in welchem nach der ersten Übertragung **2501** unter Verwendung des zweiten Arbeitspunktes zwei aufeinanderfolgende zweite Übertragungen **2502** unter Verwendung des ersten Arbeitspunktes ausgeführt werden. Dieser Ansatz minimiert die Anzahl, wie viel Male die Kommunikationskonfiguration umgeschaltet wird, und folglich den Zeitschaltlaufwand.

[0347] Auf ähnliche Weise werden in dem vierten Übertragungsdiagramm **2506** nach einer ersten Übertragung **2501** unter Verwendung des ersten Arbeitspunktes zwei aufeinanderfolgende Übertragungen **2502** unter Verwendung des zweiten Arbeitspunktes ausgeführt.

[0348] Im Fall, dass die vorgesehene Übertragungszeit nicht genau der echten Übertragungszeit entspricht (zum Beispiel aufgrund von unerwarteten Änderungen in den Funkverbindungscharakteristika usw.), kann die letzte Übertragung in den Beispielen von **Fig. 25**, wie erforderlich, erweitert oder verkürzt werden und/oder weitere Zeitbruchteile, die den ersten oder den zweiten Arbeitspunkt anwenden, können hinzugefügt werden, wobei es wünschenswert sein mag, Zeitbruchteile unter Verwendung des effektiveren Arbeitspunktes hinzuzufügen, d. h. in diesem Beispiel des zweiten Arbeitspunktes.

[0349] Wie vorstehend im Zusammenhang mit **Fig. 24** erwähnt, können ebenfalls Übertragungspausen zum Umschalten eingefügt werden, und die mobile Vorrichtung kann die Umschaltzeit berücksichtigen, wenn sie die minimale erforderliche Datenübertragungsrate bestimmt.

[0350] Die mobile Vorrichtung kann die Anzahl von Verbindungen minimieren, welche (zum Beispiel von WiFi zu LTE oder dergleichen) wechseln, wenn Arbeitspunkte umgeschaltet werden, weil solch eine Abschaltung einer einzigen Verbindung einer einzigen Technologie und die Erstellung einer anderen Verbindung gemäß einer anderen Technologie typischerweise Leistung verlangt. Eine Variation zwischen benachbarten Punkten auf der konvexen Hülle wie in **Fig. 22** gezeigt, entspricht typischerweise einer Variation von nur einer einzigen Verbindung. Dies ist eine Charakteristik von konvexen Optimierungsschemata, welche es erlauben, von einem Arbeitspunkt zu einem anderen Arbeitspunkt auf der konvexen Hülle zu springen, durch Verändern des Betriebsmodus von nur einer einzigen Verbindung eines Arbeitspunktes für den Sprung.

[0351] Dies bedeutet, dass die beiden Arbeitspunkte A und B dieselben Betriebsmodi für fast alle Verbindungen außer einer verwenden. Dies bedeutet ebenfalls, dass der Umschaltmechanismus und die Zeit nur eine einzige Verbindung betreffen. Es ist ebenfalls möglich, dass zwei Arbeitspunkte verwendet werden, für welche eine Mehrzahl von Verbindungen unterschiedlich sind. Allerdings kann dies möglicherweise nicht wünschenswert sein, außer wenn es einige zusätzliche Bedingungen von dem Benutzer oder Betreiber gibt (der entsprechende Verfahrensweisen auferlegt).

[0352] Als ein Beispiel wird ein bestimmter Ziel-Informationsdurchsatz (von z. B. 30 Mbit/s) angenommen und es sollen zwei Arbeitspunkte identifiziert sein, einer gerade unter dem Ziel-Informationsdurchsatz und einer gerade darüber. Der erste betreibt gleichzeitig LTE mit MAC-Modus QPSK, $R = 2/3$ und WiFi mit MAC-Mo-

64QAM, $R = 2/5$ (womit 37,604 Mbit/s erreicht werden) und der zweite Arbeitspunkt hat eine LTE-Verbindung mit MAC-Modus QPSK, $R = 2/3$ und eine WiFi-Verbindung mit MAC-Modus 16QAM, $R = 2/3$ (womit 28,375 Mbit/s erreicht werden). Hier ist zu beachten, dass der LTE-Betriebsmodus derselbe ist, aber der WiFi-Betriebsmodus ist unterschiedlich. Um nun den Ziel-Informationsdurchsatz zu erreichen, während die Leistungsaufnahme minimiert wird, konfiguriert sich die mobile Vorrichtung für die ersten Arbeitspunkte für 17,61% der gesamten Zeit selbst. Danach schaltet die mobile Vorrichtung zu dem entsprechenden zweiten Arbeitspunkt für die verbleibende gesamte Zeitdauer der Übertragung (82,39% der gesamten Übertragungszeit) um. Aber aufgrund des Unterschiedes in nur einer einzigen Verbindung zwischen den Arbeitspunkten, würde die LTE-Verbindung im Betriebsmodus QPSK, $R = 2/3$ für die gesamte Zeit betrieben, während die Umschaltung nur die WiFi-Verbindung betreffen würde: 64QAM, $R = 2/5$ für 17,61% der gesamten Zeit und Betriebsmodus 16QAM, $R = 2/3$ für 82,39% der gesamten Übertragungszeit.

[0353] Zusammengefasst führt die mobile Vorrichtung **1002** für den Zeiteilungsansatz zum Beispiel den wie in **Fig. 26** dargestellten Ablauf aus.

[0354] **Fig. 26** zeigt ein Ablaufdiagramm **2600**.

[0355] Bei **2601** erfasst die mobile Vorrichtung **1002** verfügbare Funkkommunikationsverbindungen, identifiziert die Verbindungscharakteristika und die entsprechenden MAC-Modi, die für die Verbindungen betrieben werden können. Bei einem gegebenen Pfadverlust und anderen Ausbreitungseinschränkungen identifiziert sie zum Beispiel einen maximal unterstützten MAC-Modus, der eine maximal mögliche Konstellationsart (z. B. BPSK, QPSK, QAM usw.) aufweist, die mit der höchstmöglichen Codeübertragungsrate (z. B. $R = 2/3$ usw.) kombiniert wird.

[0356] Bei **2602** erfasst, misst, schätzt und/oder fordert die mobile Vorrichtung **1002** Informationen über die verfügbare Kapazität an, die von den Basisstationen **1001** für eine relevante Funkverbindung zur Verfügung gestellt werden soll, z. B. eine Funkverbindung, die möglicherweise berücksichtigt wird. Für LTE hängt zum Beispiel die erwartete Anzahl von Ressourcenblöcken, die einem spezifischen Benutzer (d. h. mobilen Vorrichtung) zugewiesen werden sollen, typischerweise von der Belastung der Basisstation ab.

[0357] Bei **2603** berücksichtigt die mobile Vorrichtung **1002** alle möglichen Kombinationen, wie eine einzige oder heterogene Mehrfach-Funkverbindungen **1003** kombiniert werden können, und trifft eine Entscheidung über die beste Kombination von Funkverbindungen und die beste Wahl von MAC-Modi für einen ersten Arbeitspunkt gerade unter der erforderlichen minimalen Informationsdurchsatzanforderung und für einen zweiten Arbeitspunkt gerade über der erforderlichen minimalen Informationsdurchsatzanforderung. Typischerweise besteht für eine gegebene mobile Vorrichtung die beste Lösung daraus, so viel Spektrum wie möglich zu erhalten und sehr niedrige MAC-Modi, wie beispielsweise BPSK, $R = 1/2$ zu betreiben. Dies steht allerdings im Gegensatz zu den realistischen Einschränkungen, dass eine Basisstation einem einzelnen Benutzer nur eine begrenzte Anzahl von Zeit-/Frequenz-/Raumressourcen zuweist.

[0358] Bei **2604** initiiert die mobile Vorrichtung **1002** Verbindungen zu den ausgewählten Ziel-RATs und erzwingt die Auswahl eines spezifischen MAC-Modus durch geeignete Kommunikation mit der Basisstation. Die mobile Vorrichtung **1002** wendet Zeiteilung auf die zwei identifizierten Arbeitspunkte an, damit dem erforderlichen minimalen Informationsdurchsatz genau entsprochen wird, der von dem Benutzer vorgegeben wird, und folglich werden die Ausgangs-Sendeleistungspegel minimiert, während der Informationsdurchsatzanforderung immer noch entsprochen wird.

[0359] Es sollte des Weiteren darauf hingewiesen werden, dass die Auswahl von Arbeitspunkten unter Zeiteilung die Anzahl von unterschiedlichen Funkverbindungen berücksichtigen kann, welche für die verschiedenen Arbeitspunkte erstellt werden müssen.

[0360] **Fig. 27** zeigt ein Diagramm **2700** Datenübertragungsrate vs. Sendeleistung, das zwei Paare von Arbeitspunkten darstellt, die für Zeiteilung verwendet werden können.

[0361] Wie in **Fig. 3**, steigt die Datenübertragungsrate (d. h. der Informationsdurchsatz) einer Kommunikationskonfiguration von links nach rechts auf einer Datenübertragungsratenachse **2701** an und die erforderliche Sendeleistung (die als die Kosten einer Kommunikationskonfiguration angesehen werden können) steigen von unten nach oben auf einer Leistungsachse **2702** an, und eine Vielzahl von Arbeitspunkten **2703** wird in dem Diagramm **2700** gezeigt. Eine Linie **2704** zeigt den minimalen Ziel-Informationsdurchsatz.

[0362] Ein erster Arbeitspunkt **2706** und ein zweiter Arbeitspunkt **2707** bilden ein erstes Paar von Arbeitspunkten und ein dritter Arbeitspunkt **2708** und ein vierter Arbeitspunkt **2709** bilden ein zweites Paar von Arbeitspunkten.

[0363] Die unterschiedlichen Paare von Zeiteilungs-Arbeitspunkten können eine unterschiedliche Anzahl von getrennten Verbindungen erfordern. Wenn zum Beispiel angenommen wird, dass eine Anzahl von Verbindungen gleichzeitig für alle Arbeitspunkte betrieben werden, können einige Paare möglicherweise den Wechsel von nur einer einzigen RAT verlangen (d. h. eine Verbindung wird beendet, während eine neue Verbindung erstellt wird), wohingegen einige Paare möglicherweise den Wechsel von zwei RATs verlangen (d. h. zwei Verbindungen werden beendet, während zwei neue Verbindungen erstellt werden), wenn sie zwischen den Arbeitspunkten des jeweiligen Paares umschalten. Typischerweise führt der Wechsel von RATs zu einem Aufwand für Leistung/Energie, welcher in dem Diagramm **2700** nicht berücksichtigt wird. In Abhängigkeit von dem inhärenten Aufwand für Leistung/Energie für eine spezifische Modemimplementierung, kann eine mobile Vorrichtung deswegen entscheiden, ein Arbeitspunktepaar zu nehmen, welches die geringste (oder eine kleinere) Anzahl von Verbindungswechseln von einem Arbeitspunkt zu dem anderen verlangt, selbst wenn der gesamte Leistungsaufwand während der Arbeitsperiode höher im Vergleich zu alternativen Arbeitspunktepaaren ist. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass unterschiedliche Paare von Arbeitspunkten für Zeiteilung nicht notwendigerweise aus vollständig getrennten Paaren bestehen müssen, d. h. es ist möglich, dass ein einziges Paar einen einzigen Arbeitspunkt eines anderen Paares aufweist.

[0364] Es sollte des Weiteren darauf hingewiesen werden, dass Zeiteilung auch auf einer Schlitzbasis durchgeführt werden kann, d. h. unter der Annahme, dass die Luftschnittstelle feste Zeitdauerschlitze Tschlitz aufweist. Die ganze Zahl R1 an Zeitschlitz, welche den ersten Arbeitspunkt verwenden, und die Zahl R2 an Zeitschlitz, welche den zweiten Arbeitspunkt verwenden, können auf der Basis des cf Parameters berechnet werden. Dieser Ansatz kann für RATs wünschenswert sein, bei denen ein MAC-Moduswechsel sowieso an Zeitschlitzgrenzen stattfindet.

[0365] Neben der Anwendung von Zeiteilung auf Arbeitspunkte entsprechend Kombinationen von Funkverbindungen und MAC-Modi für die Funkverbindungen, kann die mobile Vorrichtung **1002** möglicherweise als Alternative oder zusätzlich einen Zeiteilungsansatz auf Trägerzusammenlegungsszenarios anwenden.

[0366] In solch einem Fall entspricht ein erster Arbeitspunkt (d. h. Kommunikationskonfiguration) zum Beispiel einer Konfiguration mit niedrigem Informationsdurchsatz (kein Anwenden von Trägerzusammenlegung oder Anwenden eines niedrigen Pegels an Trägerzusammenlegung), wohingegen ein zweiter Arbeitspunkt einer Konfiguration mit hohem Informationsdurchsatz entspricht, die in der Trägerzusammenlegung entweder in der Abwärtsstrecke, der Aufwärtsstrecke oder in beiden anwendet. Dies ist in **Fig. 28** dargestellt.

[0367] **Fig. 28** zeigt ein erstes Diagramm **2801** einer Frequenzleistung, das einen Arbeitspunkt ohne Trägerzusammenlegung darstellt, und ein zweites Diagramm **2802** einer Frequenzleistung, das einen Arbeitspunkt mit Trägerzusammenlegung darstellt.

[0368] In den Diagrammen **2801**, **2802** steigt die Frequenz von links nach rechts gemäß der Frequenzachse **2803** an und die Leistung steigt von unten nach oben auf einer Leistungsachse **2804** an. Die Blöcke **2805** mit positiver Leistung geben Frequenzen an, die jeweils für die Aufwärtsstrecke bzw. die Abwärtsstrecke gemäß den Arbeitspunkten verwendet wird.

[0369] Als Alternative verwendet der erste Arbeitspunkt Trägerzusammenlegung und der zweite Arbeitspunkt verwendet einen höheren Pegel an Trägerzusammenlegung, d. h. fügt weitere Frequenzkanäle hinzu, wie in **Fig. 29** dargestellt.

[0370] **Fig. 29** zeigt ein erstes Diagramm **2901** einer Frequenzleistung, das einen Arbeitspunkt mit einem niedrigeren Pegel an Trägerzusammenlegung darstellt, und ein zweites Diagramm **2902** einer Frequenzleistung, das einen Arbeitspunkt mit einem höheren Pegel an Trägerzusammenlegung darstellt.

[0371] Wie in **Fig. 28** steigt die Frequenz in den Diagrammen **2901**, **2902** von links nach rechts gemäß der Frequenzachse **2903** an und die Leistung steigt von unten nach oben auf einer Leistungsachse **2904** an. Die Blöcke **2905** mit positiver Leistung geben Frequenzen an, die jeweils für die Aufwärtsstrecke oder die Abwärtsstrecke gemäß den Arbeitspunkten verwendet werden.

[0372] Des Weiteren können die Arbeitspunkte eine asymmetrische Konfiguration für Trägerzusammenlegung haben, d. h. die Anzahl von zusammengelegten Kanälen der Aufwärtsstrecke und der Abwärtsstrecke ist unterschiedlich für die Arbeitspunkte, wie in **Fig. 30** dargestellt.

[0373] **Fig. 30** zeigt ein erstes Diagramm **3001** einer Frequenzleistung, das einen Arbeitspunkt ohne Trägerzusammenlegung darstellt, und ein zweites Diagramm **3002** einer Frequenzleistung, das einen Arbeitspunkt mit Trägerzusammenlegung darstellt.

[0374] Wie in **Fig. 28** steigt die Frequenz in den Diagrammen **3001**, **3002** von links nach rechts gemäß der Frequenzachse **3003** an und die Leistung steigt von unten nach oben auf einer Leistungsachse **3004** an. Die Blöcke **3005** mit positiver Leistung geben Frequenzen an, die jeweils für die Aufwärtsstrecke bzw. die Abwärtsstrecke gemäß den Arbeitspunkten verwendet wird.

[0375] Auf der Basis von einer beliebigen dieser Arbeitspunktekonfigurationen und unter der Annahme, dass der Ziel-Informationsdurchsatz zwischen dem letztendlichen Informationsdurchsatz liegt, der von dem ersten Arbeitspunkt und dem zweiten Arbeitspunkt zur Verfügung gestellt wird (d. h. der Informationsdurchsatz des ersten Arbeitspunktes ist niedriger im Vergleich zu dem erforderlichen letztendlichen Informationsdurchsatz und der Informationsdurchsatz des zweiten Arbeitspunktes ist höher im Vergleich zu dem erforderlichen letztendlichen Informationsdurchsatz), können die Zeiteilungsansätze, wie vorstehend unter Bezugnahme auf die **Fig. 24** und **Fig. 25** beschrieben, verwendet werden. Ebenfalls können für *cf* dieselben Zeiteilungsableitungen und Bestimmungstechniken verwendet werden.

[0376] Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Auswahl des MAC-Modus typischerweise in der Verantwortung der Basisstation liegt (z. B. eNB). Dementsprechend können die beschriebenen Auswahlprozeduren ebenfalls von der Basisstation oder allgemeiner auf der Netzwerkseite ausgeführt werden. Als Alternative kann die Verantwortung für die Auswahl des MAC-Modus (oder allgemeiner der physikalischen Schichtkonfiguration) zu der mobilen Vorrichtung verlegt werden.

[0377] Während spezifische Aspekte beschrieben worden sind, sollte es für die Fachleute auf diesem Gebiet zu verstehen sein, dass hierin verschiedene Änderungen an Form und Einzelheiten vorgenommen werden können, ohne von dem Geist und dem Schutzzumfang der Aspekte dieser Offenbarung, wie in den beigefügten Ansprüchen definiert, abzuweichen. Der Schutzzumfang wird somit durch die beigefügten Ansprüche angegeben, und alle Änderungen, die in den Bedeutungs- und den Entsprechungsbereich der Ansprüche fallen, sollen deswegen mit eingeschlossen sein.

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 Nicht-Patentliteratur

- IEEE.11b [0017]
- IEEE.11a/g [0017]
- IEEE.11n [0017]
- IEEE.11ac [0017]
- IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ad [0038]
- IEEE 802.11af [0038]
- IS-95 [0039]
- IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ad/af [0039]
- IEEE 802.16e/m [0039]
- IEEE 802.11 [0240]
- IEEE 11a/g [0248]
- IEEE 11n [0248]
- IEEE 11ac [0248]
- IEEE 802.11b [0249]
- IEEE 802.11a/g [0249]
- IEEE 802.11n [0249]
- IEEE 802.11ac [0249]

Patentansprüche

1. Kommunikationsendgerät, umfassend
eine Bestimmungsfunktion, die dazu ausgestaltet ist, für jedes einer Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken eine physikalische Verbindungskonfiguration zu bestimmen, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar ist, die dem Kommunikationsendgerät unter einer Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind, einen maximalen Informationsdurchsatz zur Verfügung stellt; und
eine Steuereinrichtung, die dazu ausgestaltet ist, für jedes der Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken zu überprüfen, ob einem Informationsdurchsatzkriterium entsprochen wird, wenn das Kommunikationsendgerät mit dem Kommunikationsnetzwerk mit einer physikalischen Verbindungskonfiguration kommuniziert, die weniger als den maximalen Informationsdurchsatz unter der Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen zur Verfügung stellt, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind; und
eine Kommunikationsverbindung zu einem oder mehreren der Kommunikationsnetzwerke auf der Basis des Ergebnisses der Überprüfung zu erstellen.
2. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 1, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgestaltet ist, für mindestens eines der Kommunikationsnetzwerke eine Kommunikationsverbindung zu dem Kommunikationsnetzwerk mit einer physikalischen Verbindungskonfiguration zu erstellen, die weniger als den maximalen Informationsdurchsatz unter der Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen ausmacht, der für das Kommunikationsendgerät verfügbar ist, wenn das Kommunikationsendgerät dem Informationsdurchsatzkriterium entspricht, wenn das Kommunikationsendgerät mit dem Kommunikationsnetzwerk mit der physikalischen Verbindungskonfiguration kommuniziert.
3. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgestaltet ist, eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen zu einem oder mehreren der Kommunikationsnetzwerke, und, für jede der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen eine physikalische Verbindungskonfiguration auf der Basis des Ergebnisses der Überprüfung auszuwählen, und dazu ausgestaltet ist, die ausgewählte eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen mit den ausgewählten physikalischen Verbindungskonfigurationen zu erstellen.
4. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 3, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgestaltet ist, für jede der einen oder mehreren ausgewählten Kommunikationsverbindungen die Erstellung der Kommunikationsverbindung mit der ausgewählten physikalischen Verbindungskonfiguration von dem jeweiligen Kommunikationsnetzwerk anzufordern.
5. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgestaltet ist, die eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Reduzieren der erforderlichen Sendeleistung auszuwählen, mit der die eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen betrieben werden.
6. Kommunikationsendgerät nach irgendeinem der Ansprüche 3 bis 5, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgestaltet ist, die eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Maximieren des Frequenzspektrums auszuwählen, das von der einen oder den mehreren Kommunikationsverbindungen zur Verfügung gestellt wird.
7. Kommunikationsendgerät nach irgendeinem der Ansprüche 3 bis 6, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgestaltet ist, die eine oder mehreren Kommunikationsverbindungen auf der Basis eines Kriteriums zum Maximieren der Sendeleistungseffektivität auszuwählen, die von der einen oder den mehreren Kommunikationsverbindungen zur Verfügung gestellt wird.
8. Verfahren zum Erstellen einer Kommunikation, umfassend
Bestimmen, für jedes einer Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken, einer physikalischen Verbindungskonfiguration, die für ein Kommunikationsendgerät verfügbar ist, die dem Kommunikationsendgerät unter der Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen, die für das Kommunikationsendgerät verfügbar sind, einen maximalen Informationsdurchsatz zur Verfügung stellt;
Überprüfen, für jedes der Vielzahl von Kommunikationsnetzwerken, ob einem Informationsdurchsatzkriterium entsprochen wird, wenn das Kommunikationsendgerät mit dem Kommunikationsnetzwerk mit einer physikalischen Verbindungskonfiguration kommuniziert, die weniger als den maximalen Informationsdurchsatz unter

einer Anzahl von physikalischen Verbindungskonfigurationen zur Verfügung stellt, die für das Kommunikation sendegerät verfügbar sind, und
Erstellen einer Kommunikationsverbindung zu einem oder mehreren der Kommunikationsnetzwerke auf der Basis des Ergebnisses der Überprüfung.

9. Computerlesbares Medium mit darauf aufgezeichneten Anweisungen, welche, wenn sie von einem Prozessor ausgeführt werden, bewirken, dass der Prozessor ein Verfahren zum Durchführen einer Funkkommunikation gemäß Anspruch 8 ausführt.

10. Verfahren zum Bestimmen von Kommunikationsverbindungen für eine Kommunikation, umfassend:
Suchen, für eine Reihe von Kommunikationsverbindungen und für jede Kommunikationsverbindung, nach einer Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen, nach einer Kommunikationskonfiguration, welche eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen aufweist, und, auf der Basis eines Suchkriteriums, für jede der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen, nach einer verfügbaren physikalischen Verbindungskonfiguration; und
Erstellen einer Kommunikation gemäß einer gefundenen Kommunikationskonfiguration.

11. Verfahren nach Anspruch 10, ausgeführt von einem Kommunikation sendegerät.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, umfassend, dass das Kommunikation sendegerät von einem oder mehreren Kommunikationsnetzwerken fordert, Kommunikationsverbindungen gemäß der gefundenen Kommunikationskonfiguration zu erstellen.

13. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 10 bis 12, des Weiteren umfassend Nicht-Berücksichtigen, für eine Kommunikationskonfiguration, die bei der Suche gefunden wird, und für eine Kommunikationsverbindung, die in der Kommunikationskonfiguration enthalten ist, die bei der Suche gefunden wird, der physikalischen Schichtkonfiguration der Kommunikationsverbindung in der Kommunikationskonfiguration, die bei der Suche gefunden wird, in der Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen der Kommunikationsverbindung, um eine aktualisierte Reihe von physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung auszubilden; und Wiederholen der Suche nach einer Kommunikationskonfiguration auf der Basis der aktualisierten Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen für die Kommunikationsverbindung.

14. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 10 bis 13, wobei das Suchen das Suchen nach einer Kommunikationskonfiguration umfasst, die gemäß dem Suchkriterium optimal ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Suchkriterium den Informationsdurchsatz der Kommunikationskonfiguration aufweist, der über einem vorbestimmten minimalen Informationsdurchsatz liegt.

16. Computerlesbares Medium mit darauf aufgezeichneten Anweisungen, die, wenn sie von einem Prozessor ausgeführt werden, bewirken, dass der Prozessor ein Verfahren zum Durchführen einer Funkkommunikation gemäß Anspruch 10 ausführt.

17. Kommunikationsvorrichtung, umfassend:
einen Prozessor, der dazu ausgestaltet ist, für eine Reihe von Kommunikationsverbindungen und für jede Kommunikationsverbindung nach einer Reihe von verfügbaren physikalischen Schichtkonfigurationen, nach einer Kommunikationskonfiguration, welche eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen aufweist, und, für jede der einen oder mehreren Kommunikationsverbindungen, nach einer verfügbaren physikalischen Verbindungskonfiguration auf der Basis eines Suchkriteriums zu suchen; und
eine Sende-/Empfangseinrichtung, die dazu ausgestaltet ist, eine Kommunikation gemäß einer gefundenen Kommunikationskonfiguration zu erstellen.

18. Kommunikation sendegerät, umfassend:
eine Sende-/Empfangseinrichtung, dazu ausgestaltet ist, eine Kommunikation abwechselnd unter Verwendung einer ersten Kommunikationskonfiguration mit einem ersten Leistungsdurchsatz und einer zweiten Kommunikationskonfiguration mit einem zweiten Informationsdurchsatz dergestalt durchzuführen, dass der durchschnittliche Informationsdurchsatz der Kommunikation einem vorbestimmten Informationsdurchsatzkriterium entspricht.

19. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 18, umfassend eine Bestimmungsfunktion, die dazu ausgestaltet ist, den Informationsdurchsatz einer ersten Kommunikationskonfiguration und den Informationsdurchsatz einer zweiten Kommunikationskonfiguration zu bestimmen, und eine Steuereinrichtung, die dazu ausgestaltet ist, das Umschalten der Kommunikation zwischen der ersten Kommunikationskonfiguration und der zweiten Kommunikationskonfiguration auf der Basis des Informationsdurchsatzes der ersten Kommunikationskonfiguration und des Informationsdurchsatzes der zweiten Kommunikationskonfiguration zu steuern.

20. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 19, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgestaltet ist, die Länge der Kommunikationszeitdauern unter Verwendung der ersten Kommunikationskonfiguration und die Länge der Kommunikationszeitdauern unter Verwendung der zweiten Kommunikationskonfiguration auf der Basis des Informationsdurchsatzkriteriums, auf der Basis des ersten Informationsdurchsatzes und auf der Basis des zweiten Informationsdurchsatzes zu bestimmen.

21. Kommunikationsendgerät nach irgendeinem der Ansprüche 18 bis 20, wobei das Informationsdurchsatzkriterium aus einem minimalen Informationsdurchsatz besteht und die Sende-/Empfangseinrichtung dazu ausgestaltet ist, die Kommunikation abwechselnd unter Verwendung der ersten Kommunikationskonfiguration und der zweiten Kommunikationskonfiguration durchzuführen, so dass der durchschnittliche Informationsdurchsatz der Kommunikation gleich dem minimalen Informationsdurchsatz ist oder über ihm liegt.

22. Kommunikationsendgerät nach irgendeinem der Ansprüche 18 bis 21, wobei der Informationsdurchsatz der ersten Kommunikationskonfiguration dem Informationsdurchsatzkriterium entspricht und der Informationsdurchsatz der zweiten Kommunikationskonfiguration dem Informationsdurchsatzkriterium nicht entspricht.

23. Kommunikationsendgerät nach irgendeinem der Ansprüche 18 bis 22, eine Steuereinrichtung umfassend, die dazu ausgestaltet ist, eine Kommunikationskonfiguration mit dem ersten Informationsdurchsatz und eine Kommunikationskonfiguration mit dem zweiten Informationsdurchsatz zu bestimmen.

24. Verfahren zum Durchführen einer Kommunikation, umfassend abwechselnd eine erste Kommunikationskonfiguration mit einem ersten Informationsdurchsatz und eine zweite Kommunikationskonfiguration mit einem zweiten Informationsdurchsatz dergestalt zu verwenden, dass der durchschnittliche Informationsdurchsatz der Kommunikation einem vorbestimmten Informationsdurchsatzkriterium entspricht.

25. Computerlesbares Medium mit darauf aufgezeichneten Anweisungen, die, wenn sie von einem Prozessor durchgeführt werden, bewirken, dass der Prozessor ein Verfahren zum Durchführen einer Funkkommunikation gemäß Anspruch 24 durchführt.

Es folgen 30 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

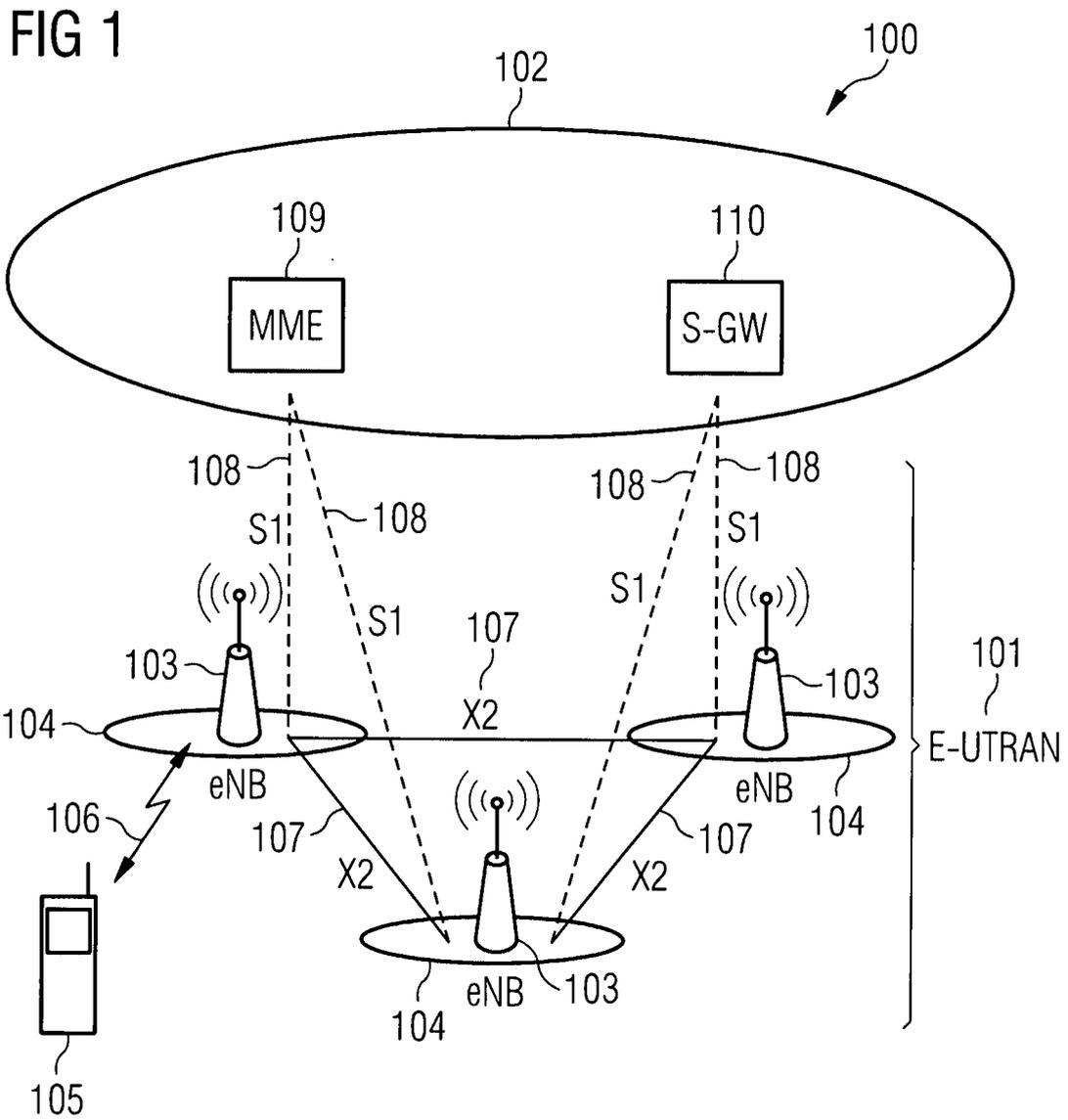


FIG 2

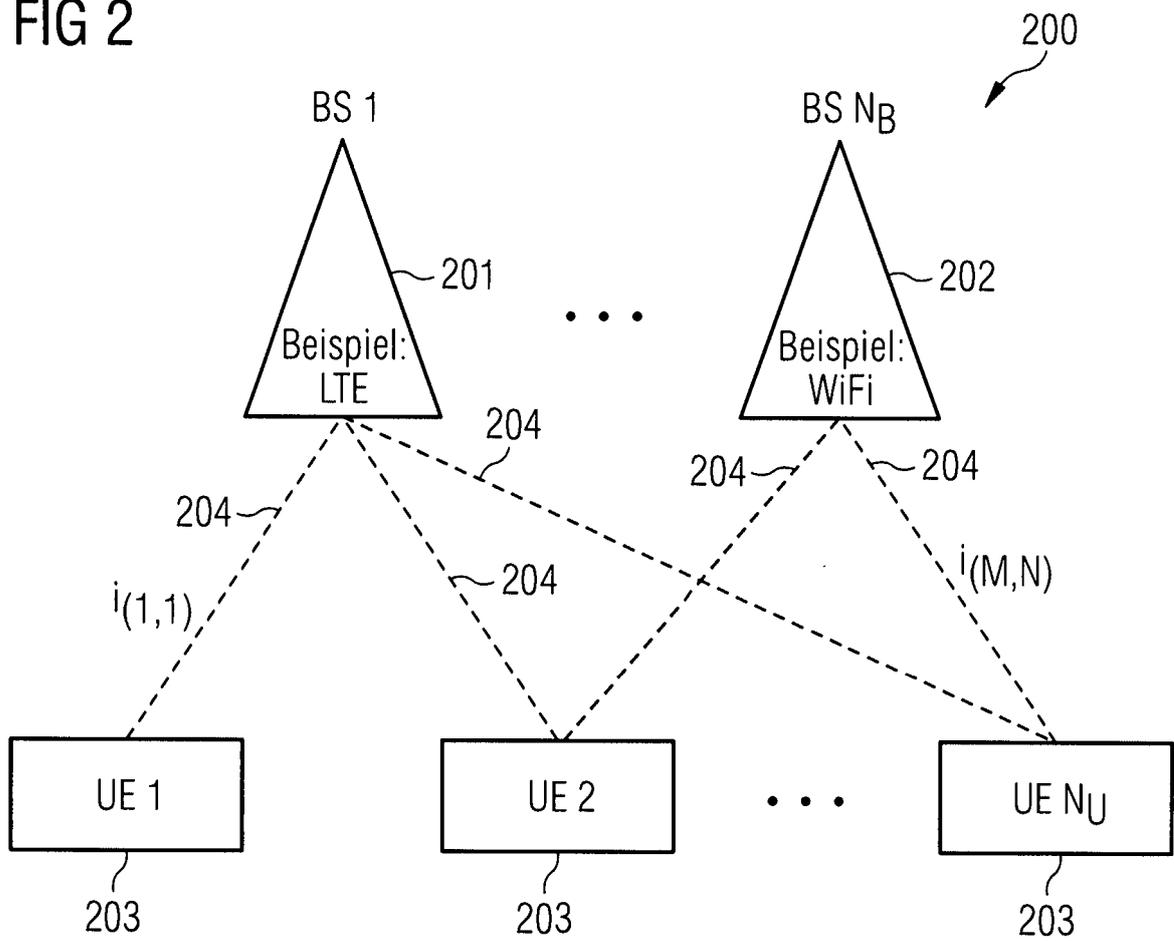


FIG 3

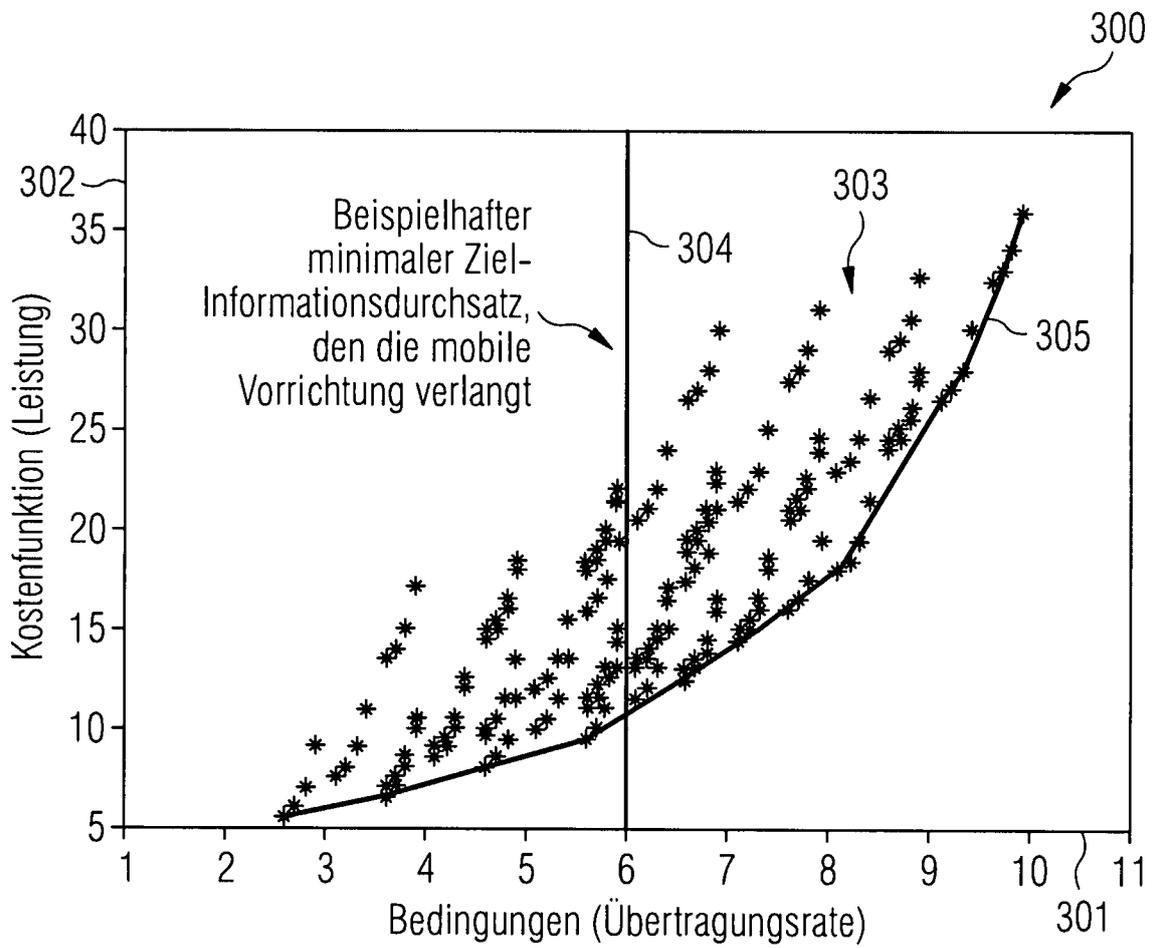


FIG 4

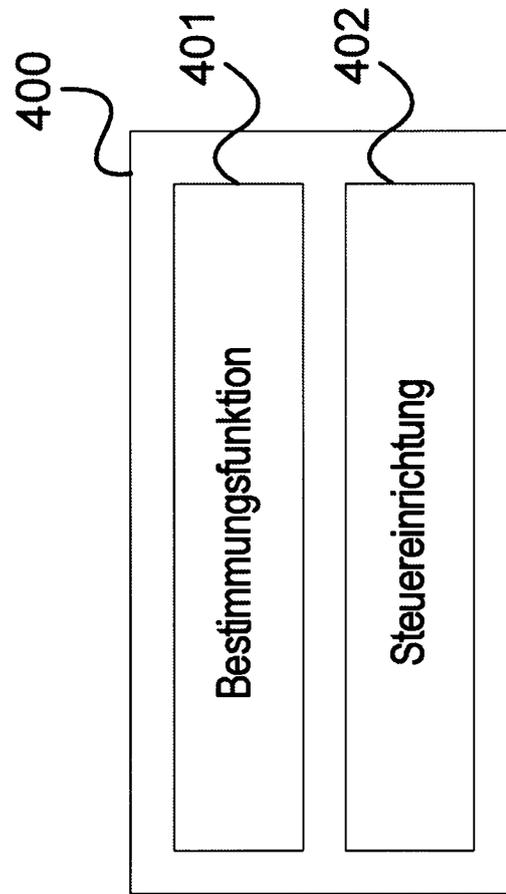


FIG 5

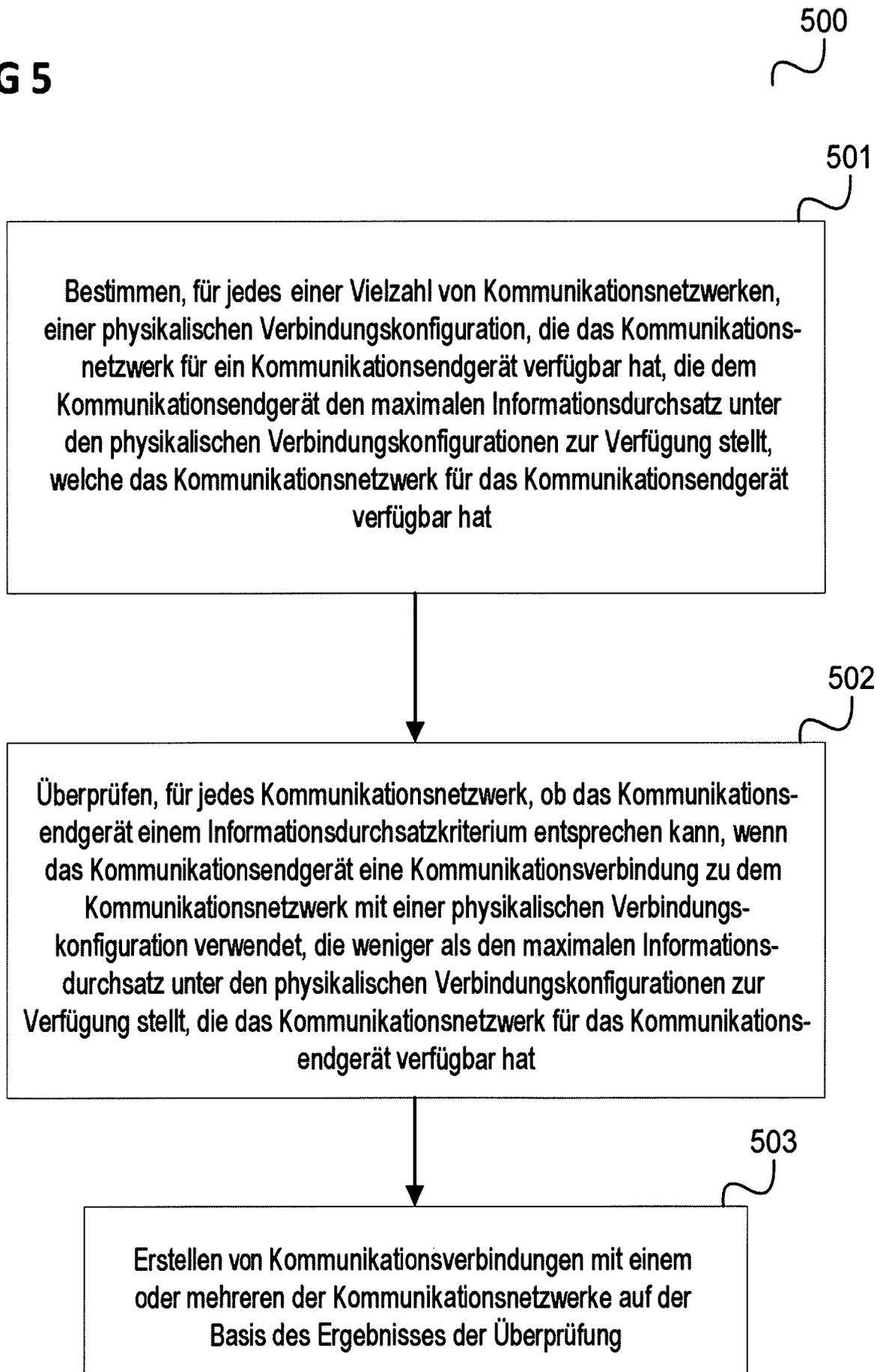


FIG 6

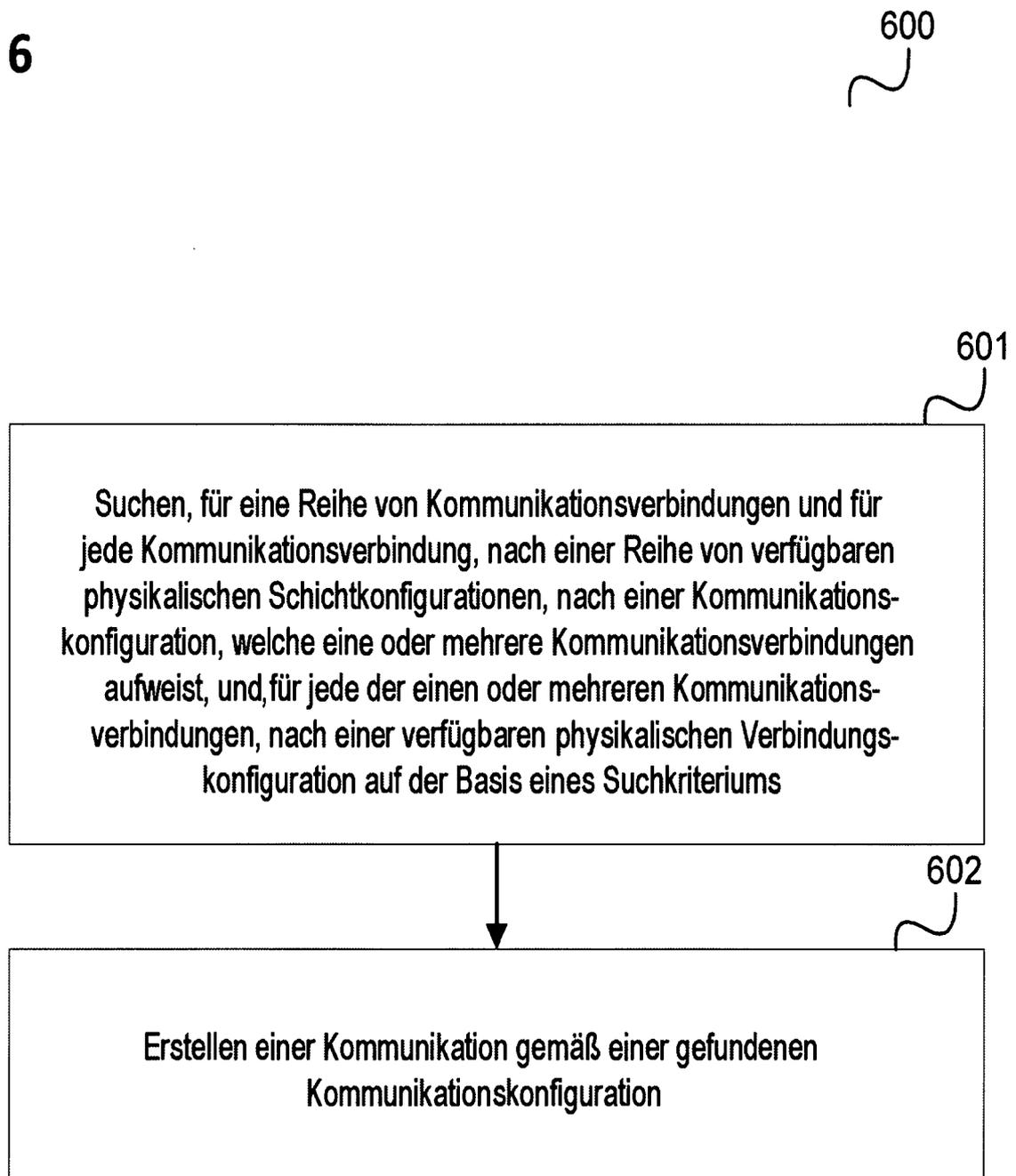


FIG 7

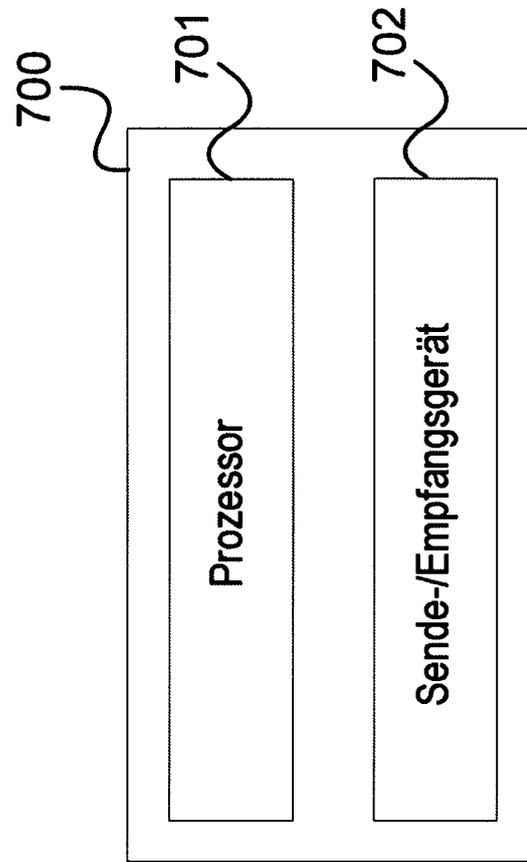


FIG 8

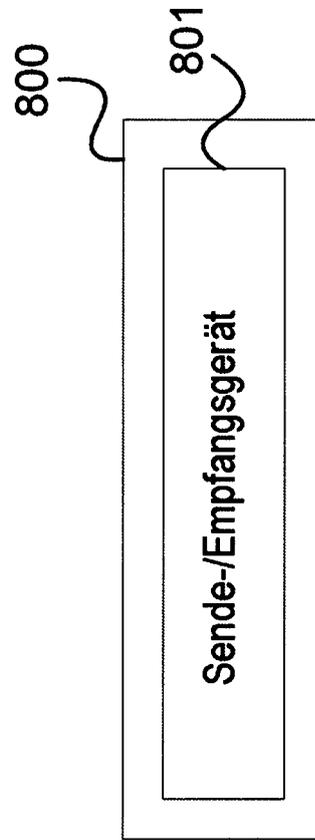


FIG 9

900

901

Abwechselnd eine erste Kommunikationskonfiguration mit einem ersten Informationsdurchsatz und eine zweite Kommunikationskonfiguration mit einem zweiten Informationsdurchsatz dergestalt verwenden, dass der durchschnittliche Informationsdurchsatz der Kommunikation einem vorbestimmten Informationsdurchsatzkriterium entspricht

FIG 10

1000

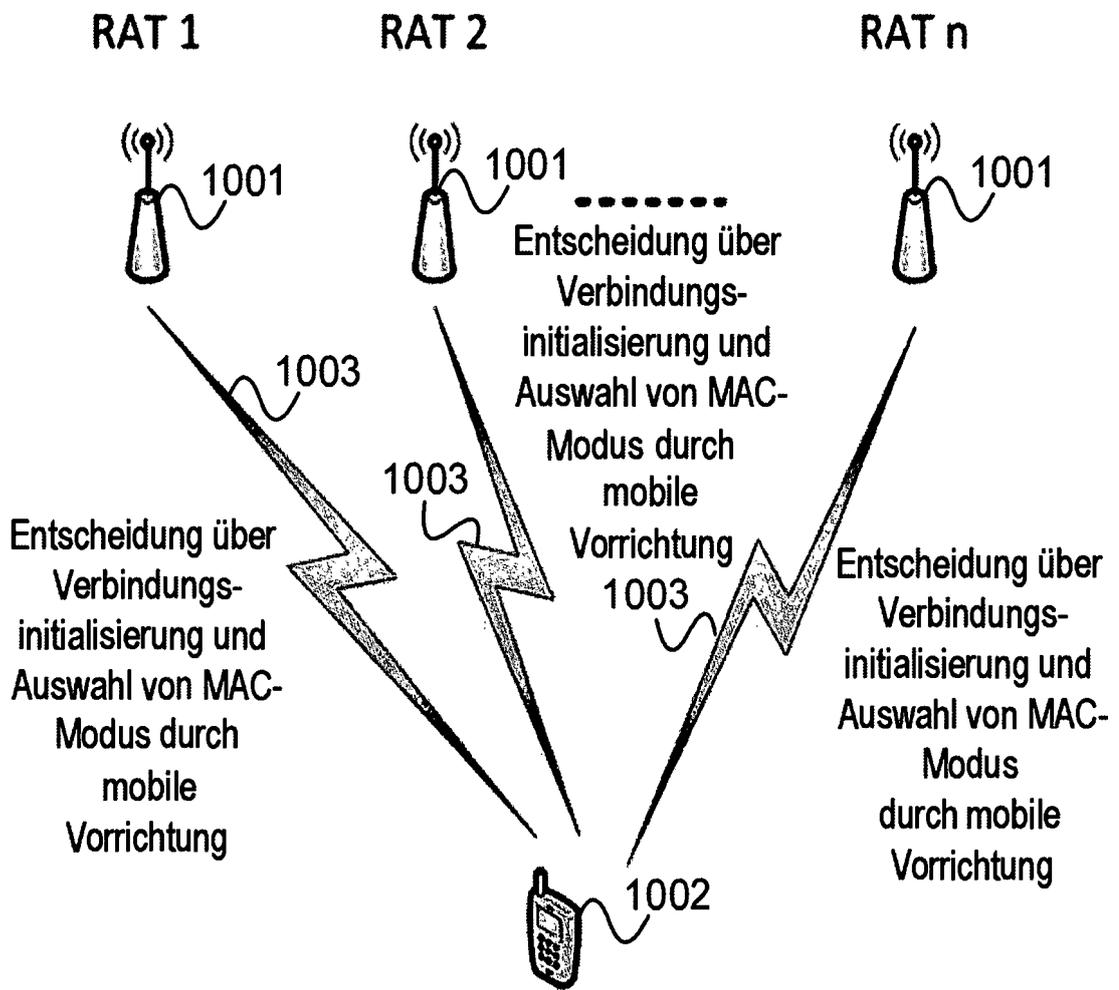


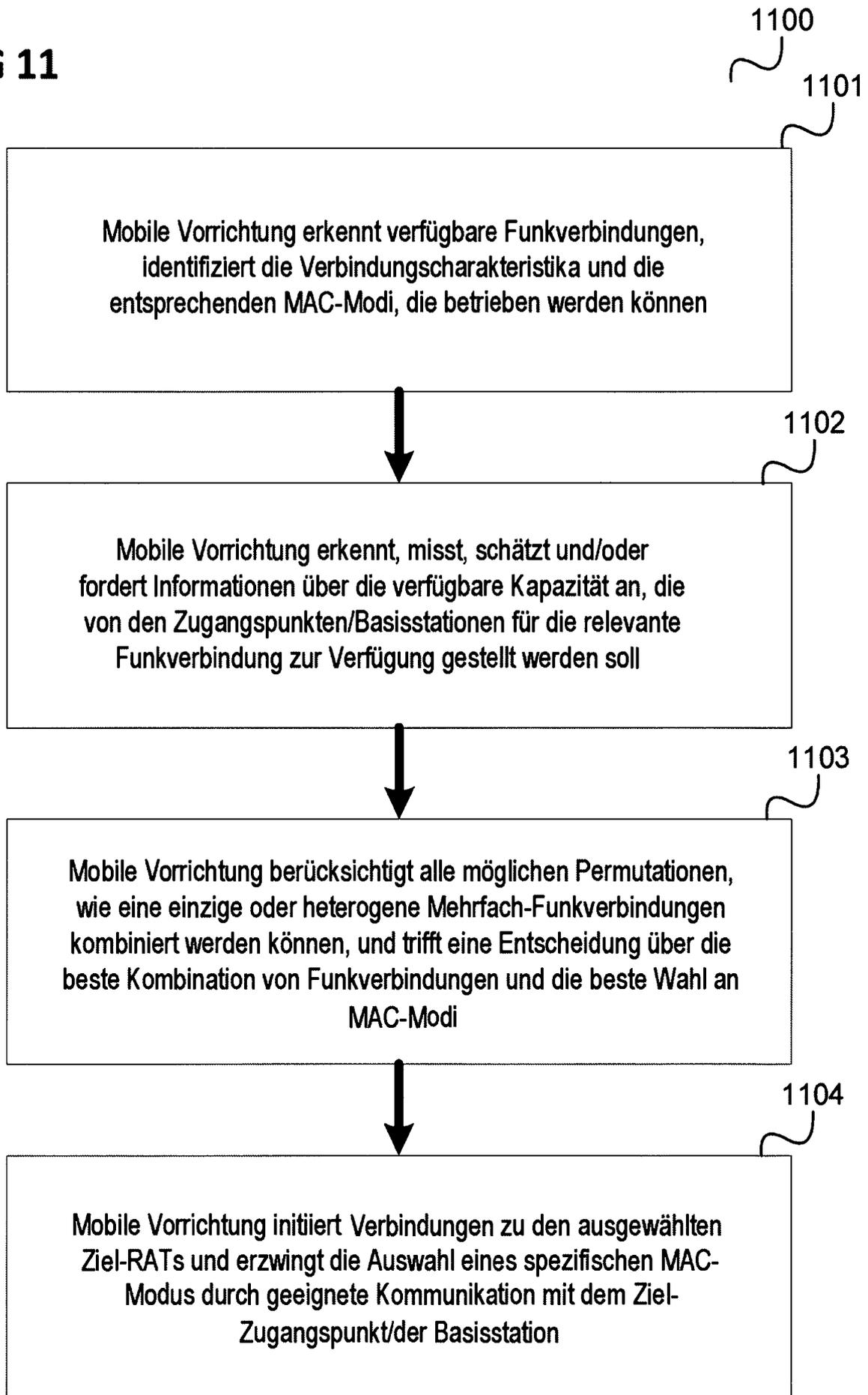
FIG 11

FIG 12

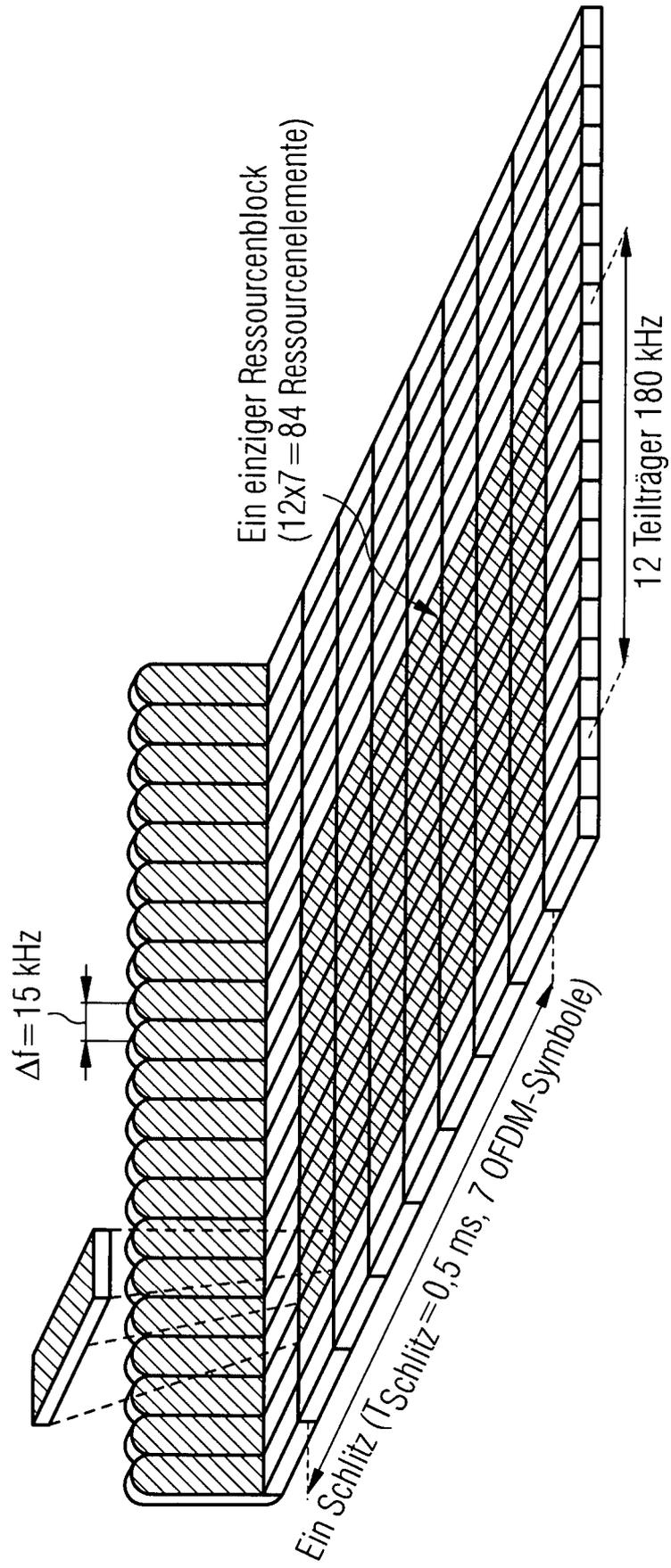


FIG 13

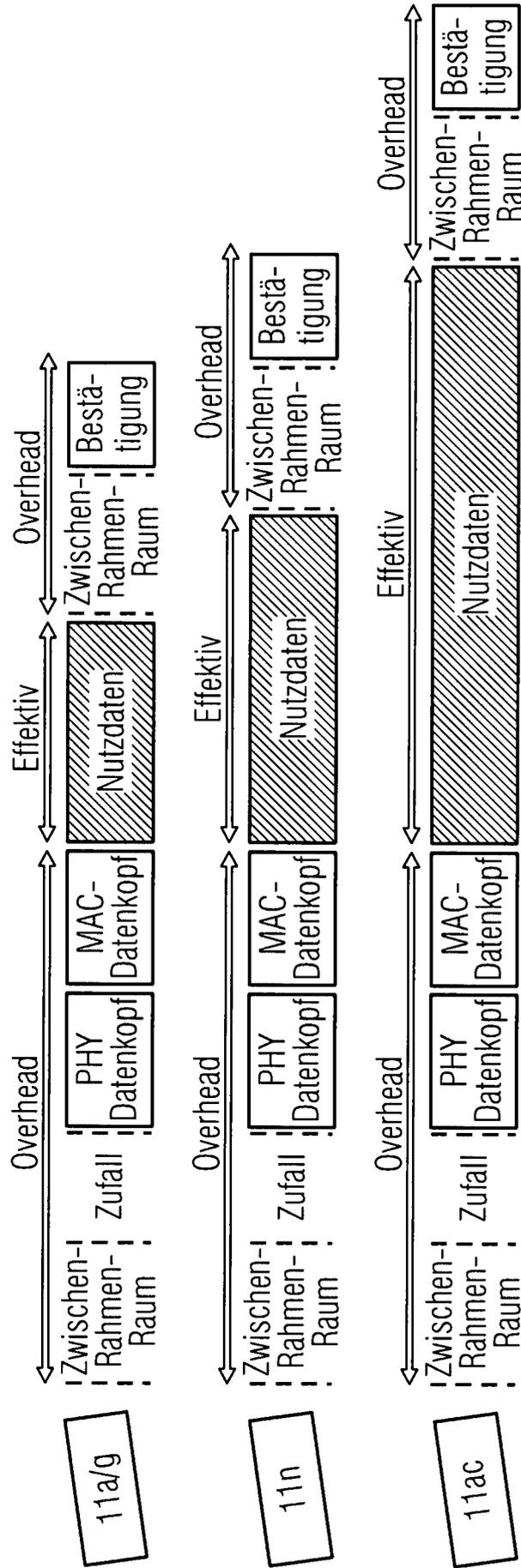


FIG 14

PHY	Zusammenlegung	Max Bytes (Schicht 2)	Max Bytes (Schicht 1)
11b	N (Häufig verwendete Fragmentierung)	2.304	~2.336
11a/g	N	2.304	~2.336
11n	Y	7.935	65.535
11ac	Y	11.454	1.048.575

FIG 15

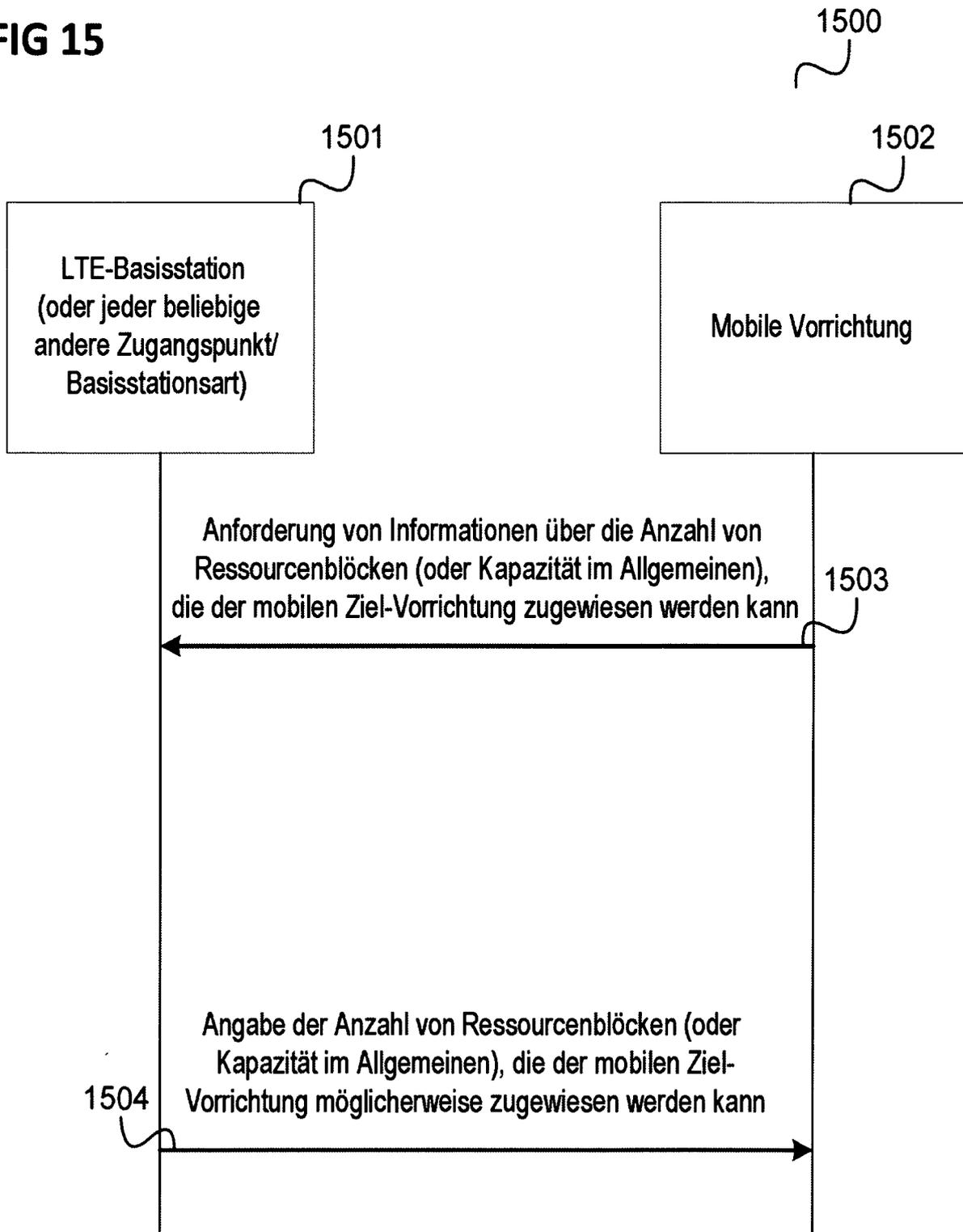


FIG 16

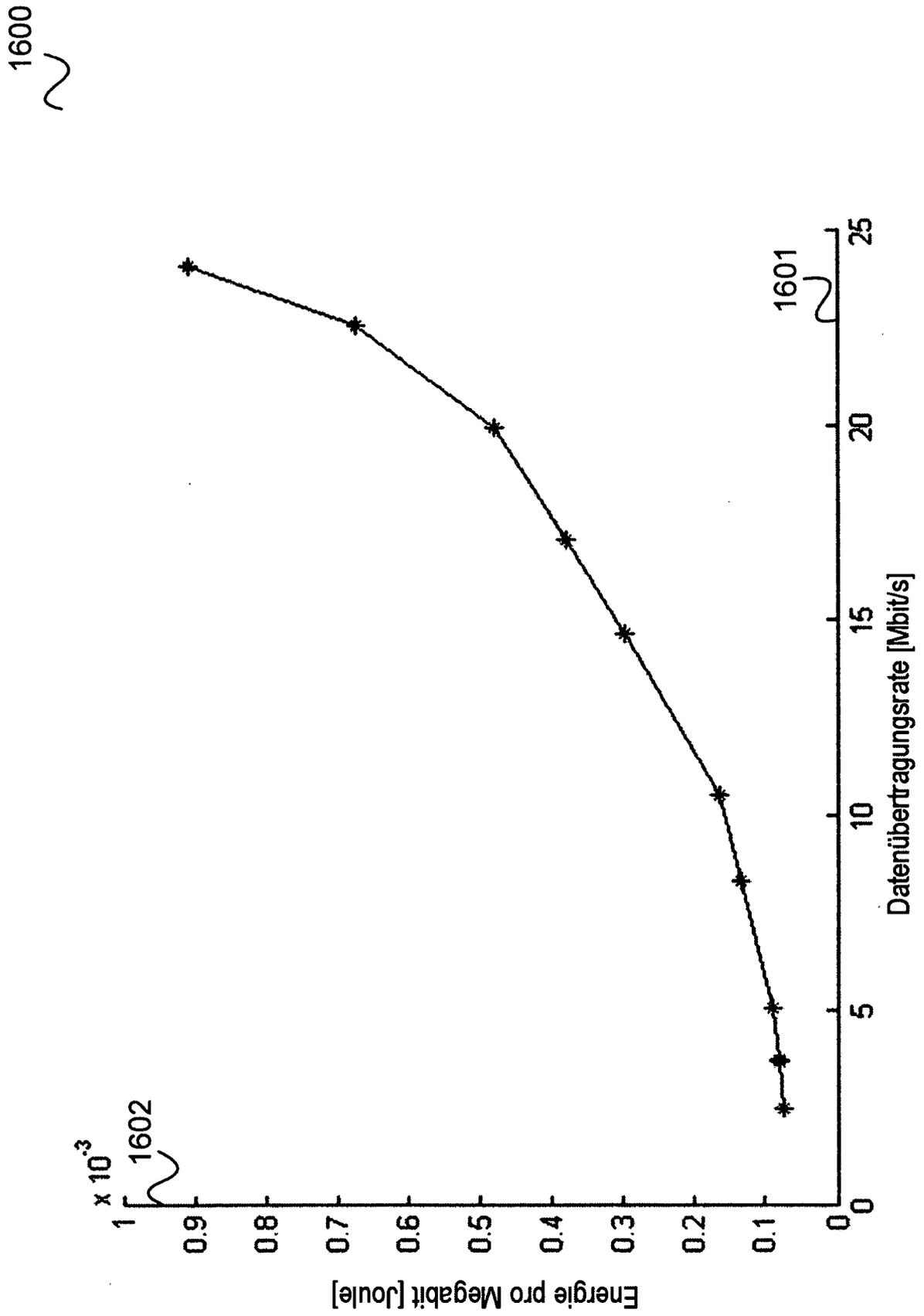


FIG 17

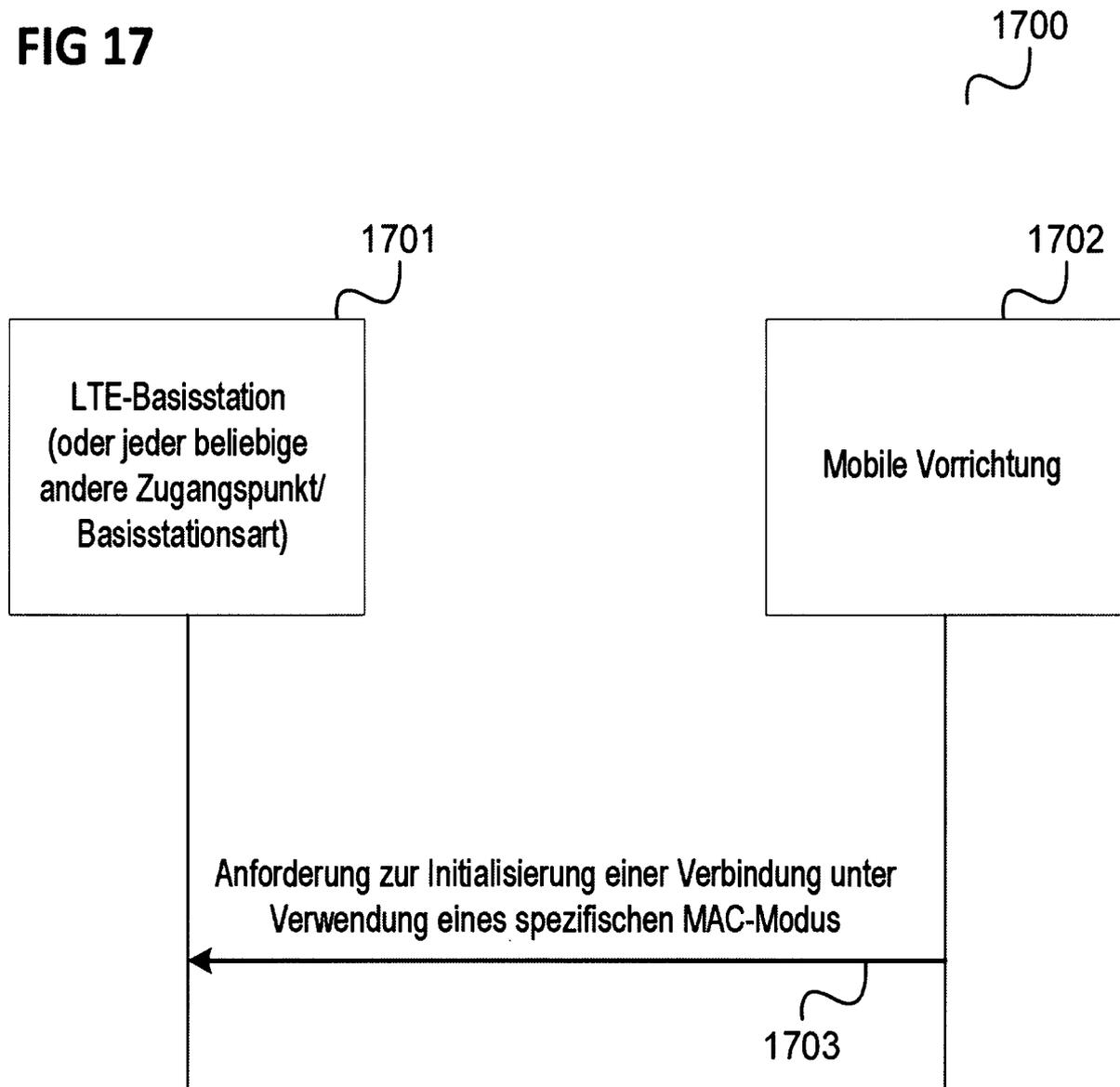
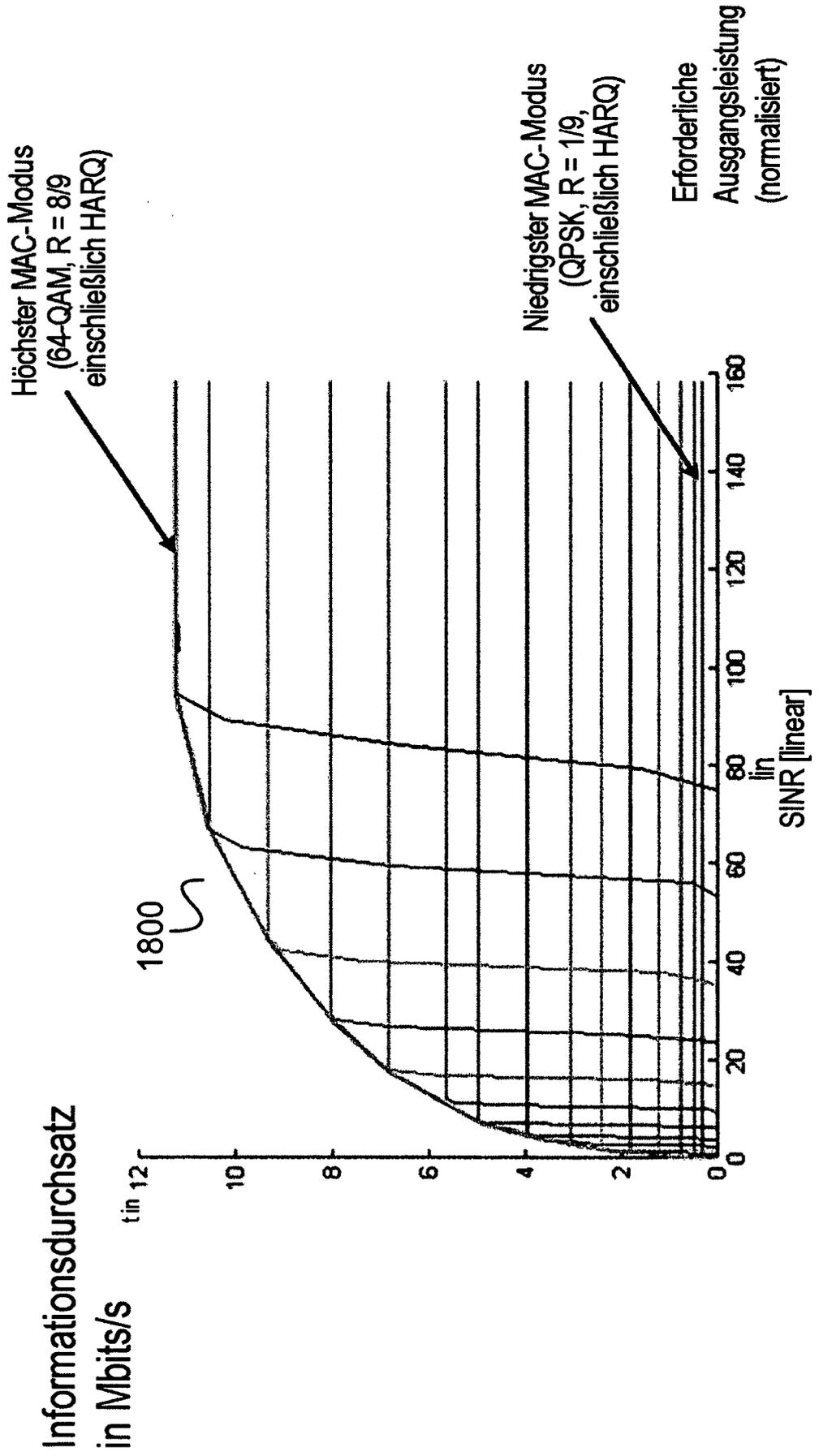


FIG 18

1800



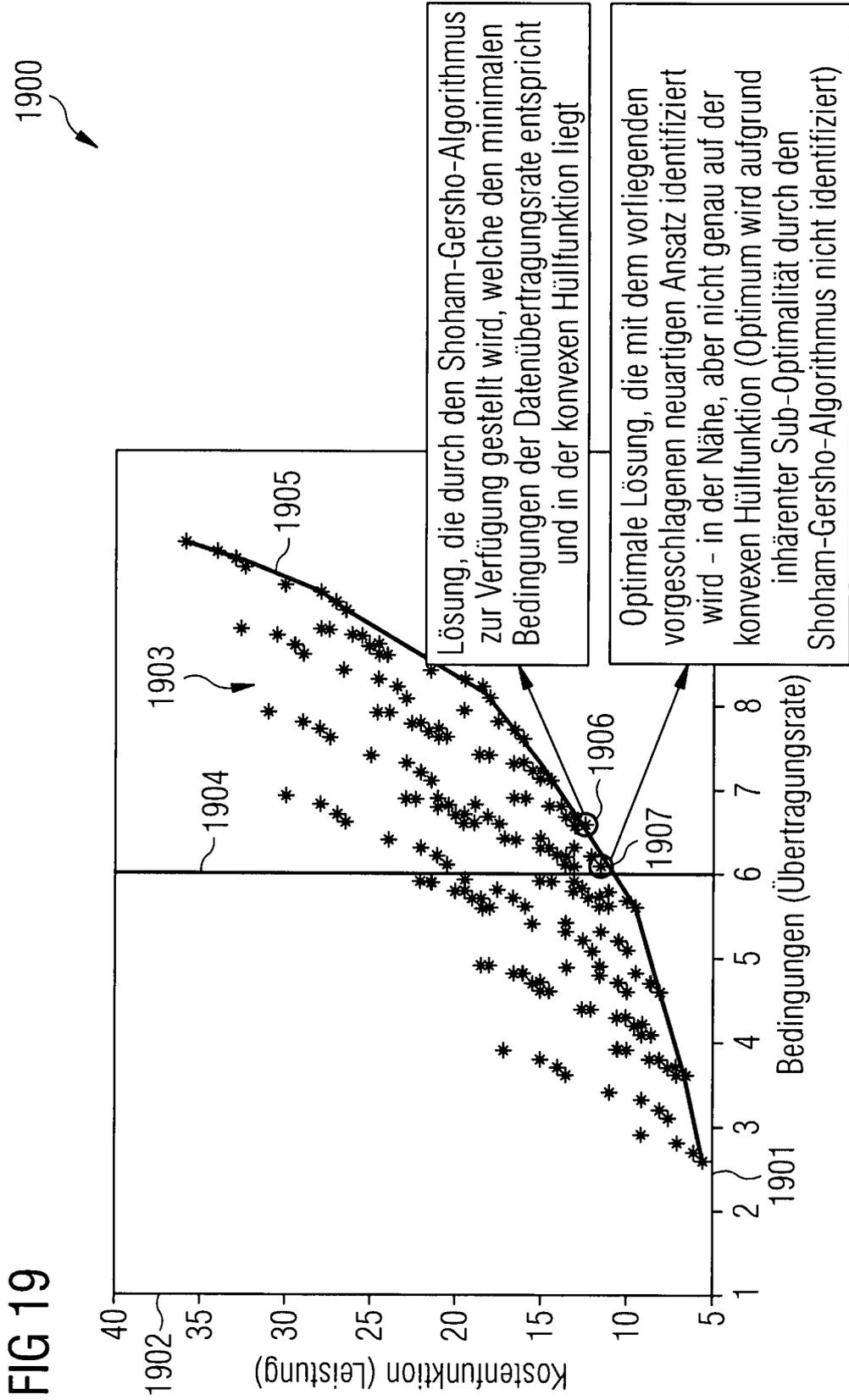
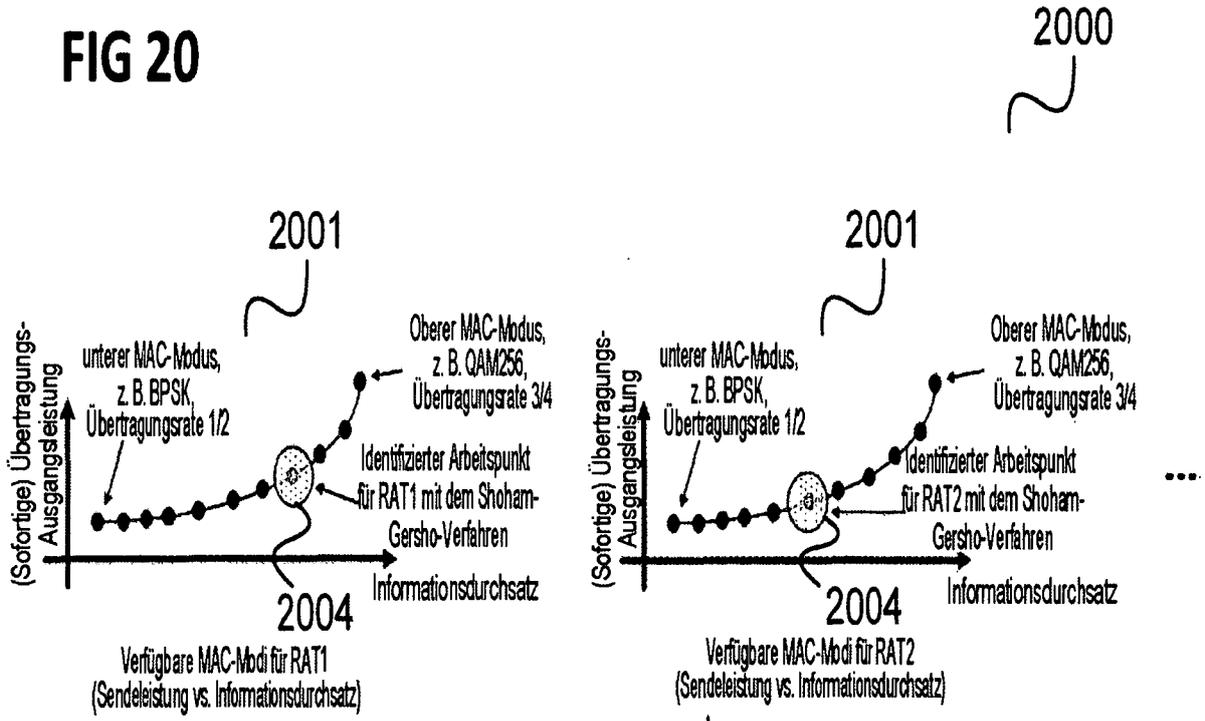


FIG 20



Eine Mehrzahl von Verbindungen wird gleichzeitig betrieben, jeder Betriebspunkt gibt eine spezifische Kombination von MAC-Modi für die Kombination von allen aufrechterhaltenen Verbindungen an

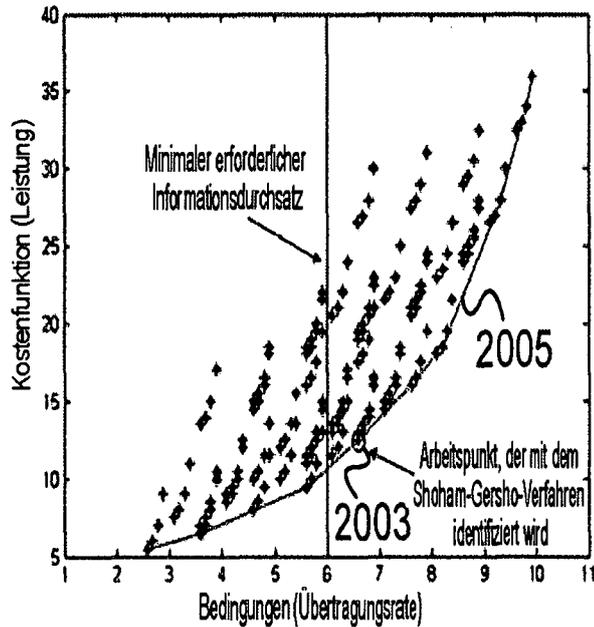
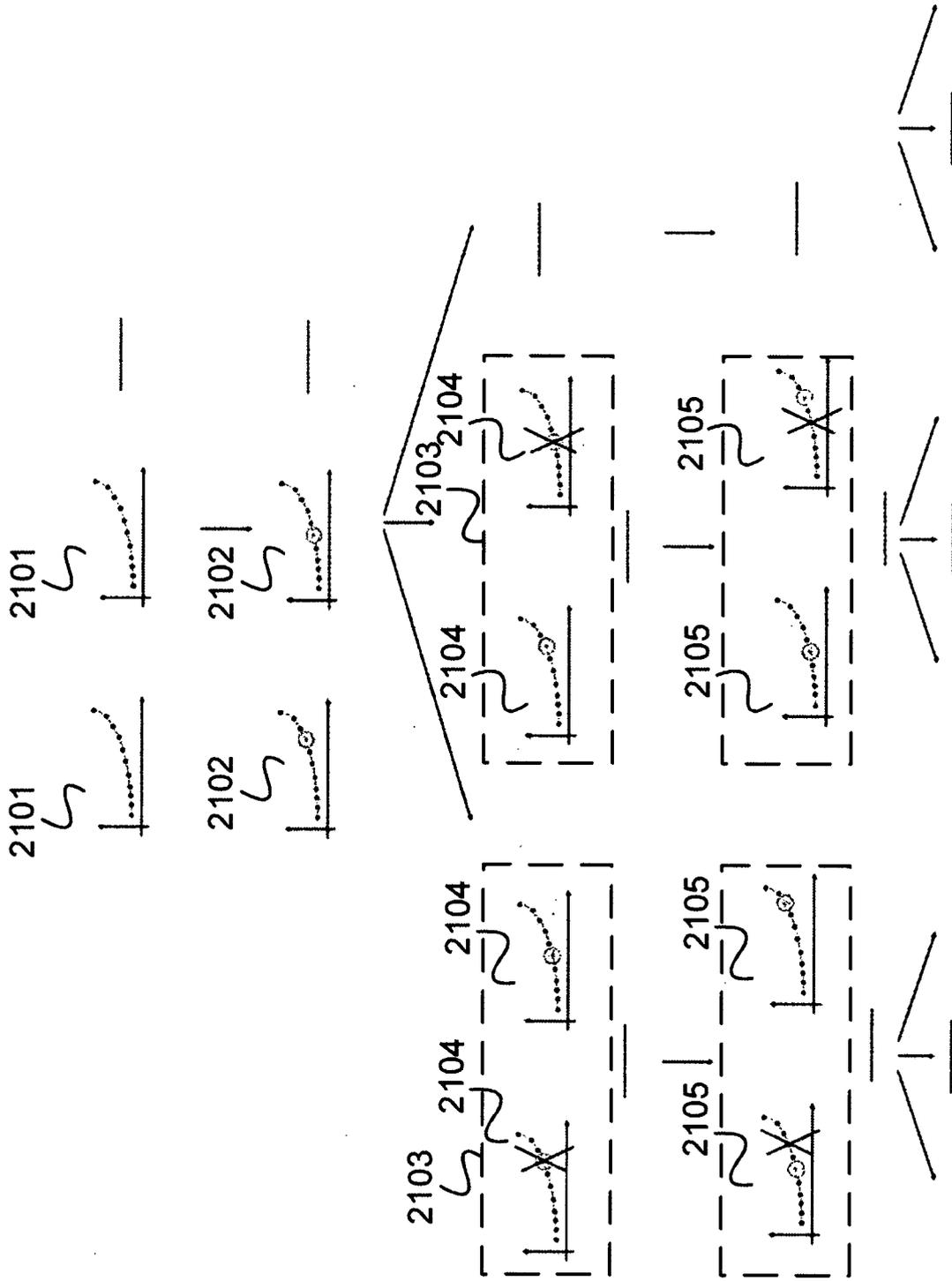


FIG 21



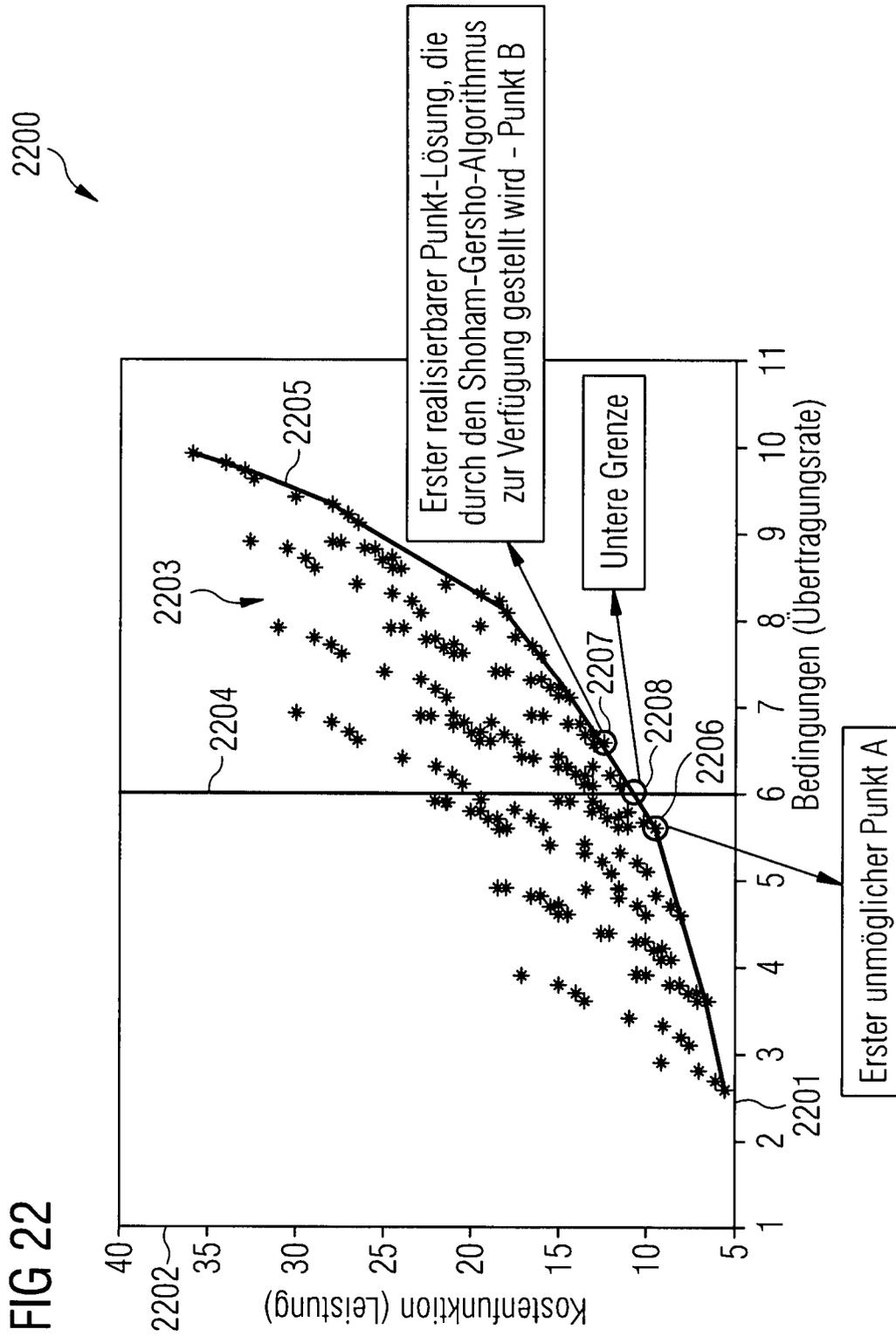


FIG 23

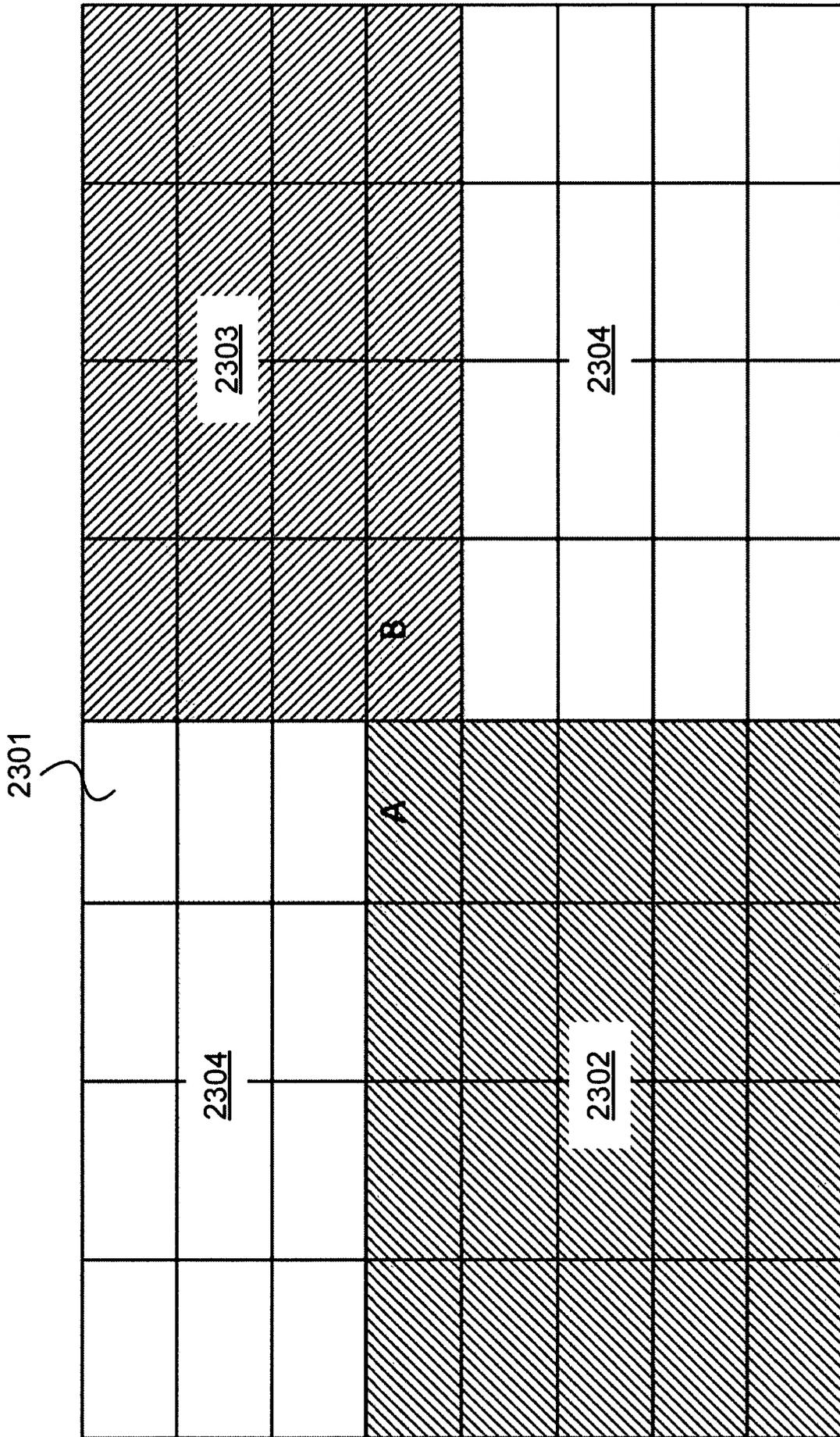


FIG 24

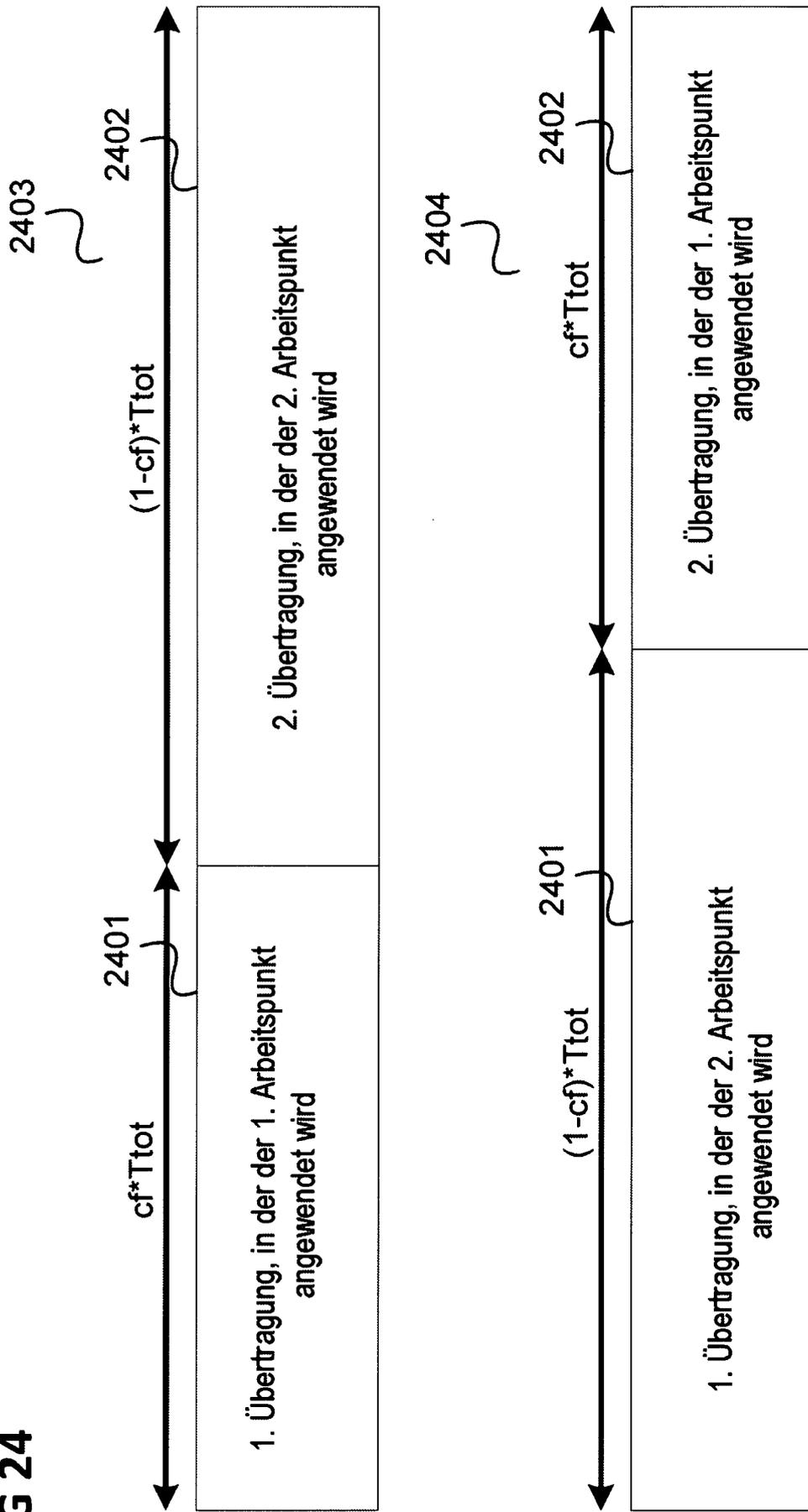


FIG 25

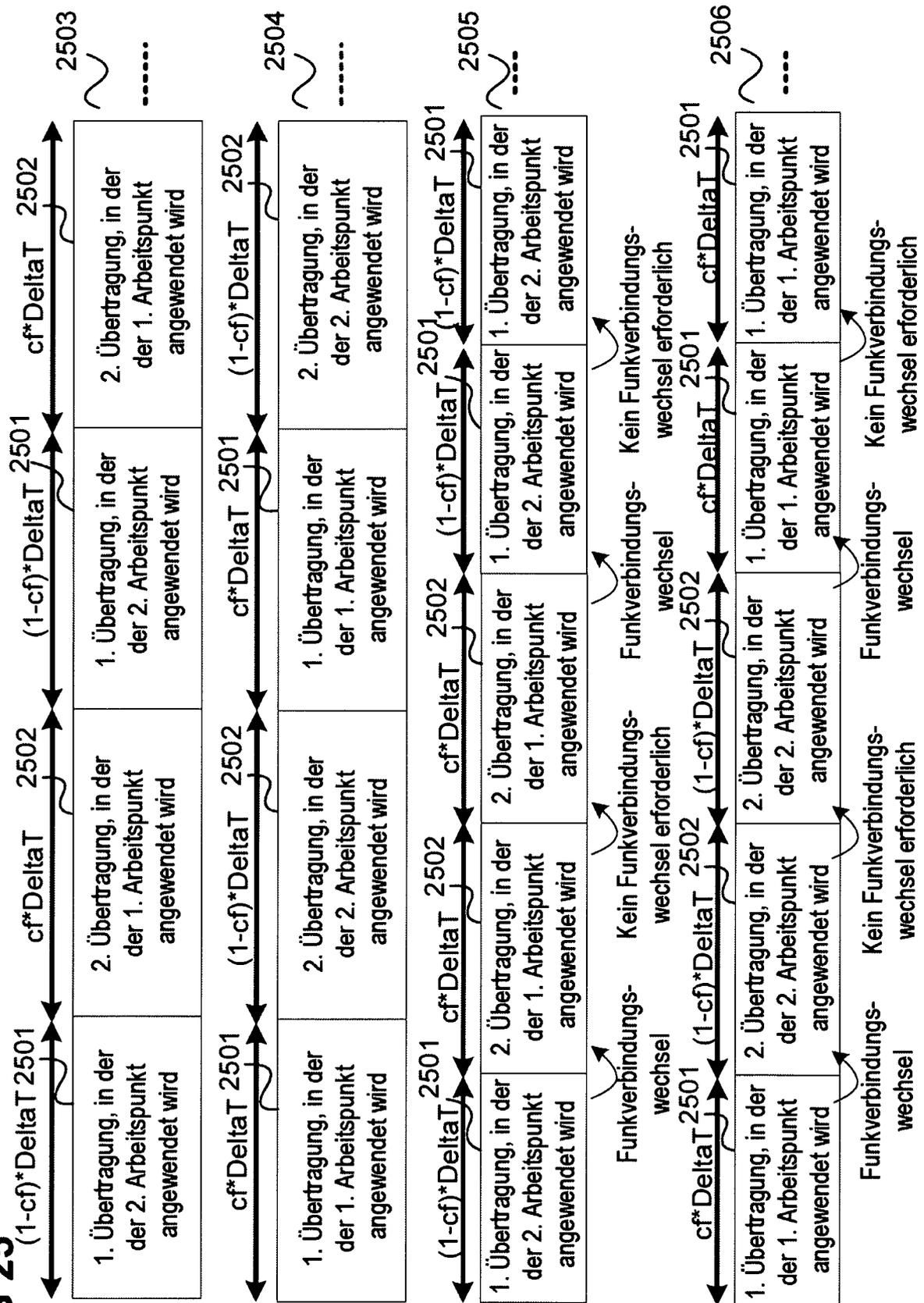


FIG 26

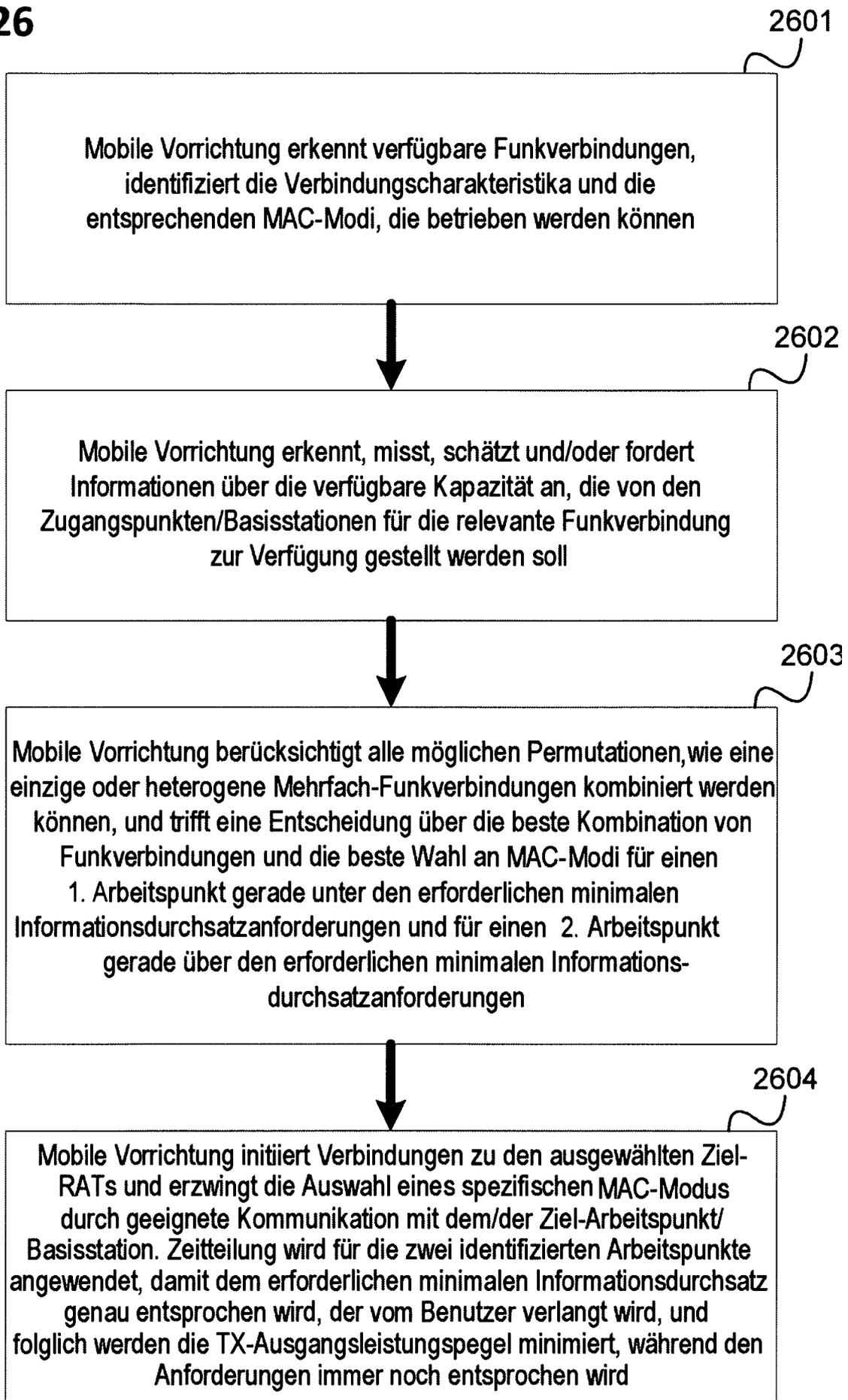


FIG 27

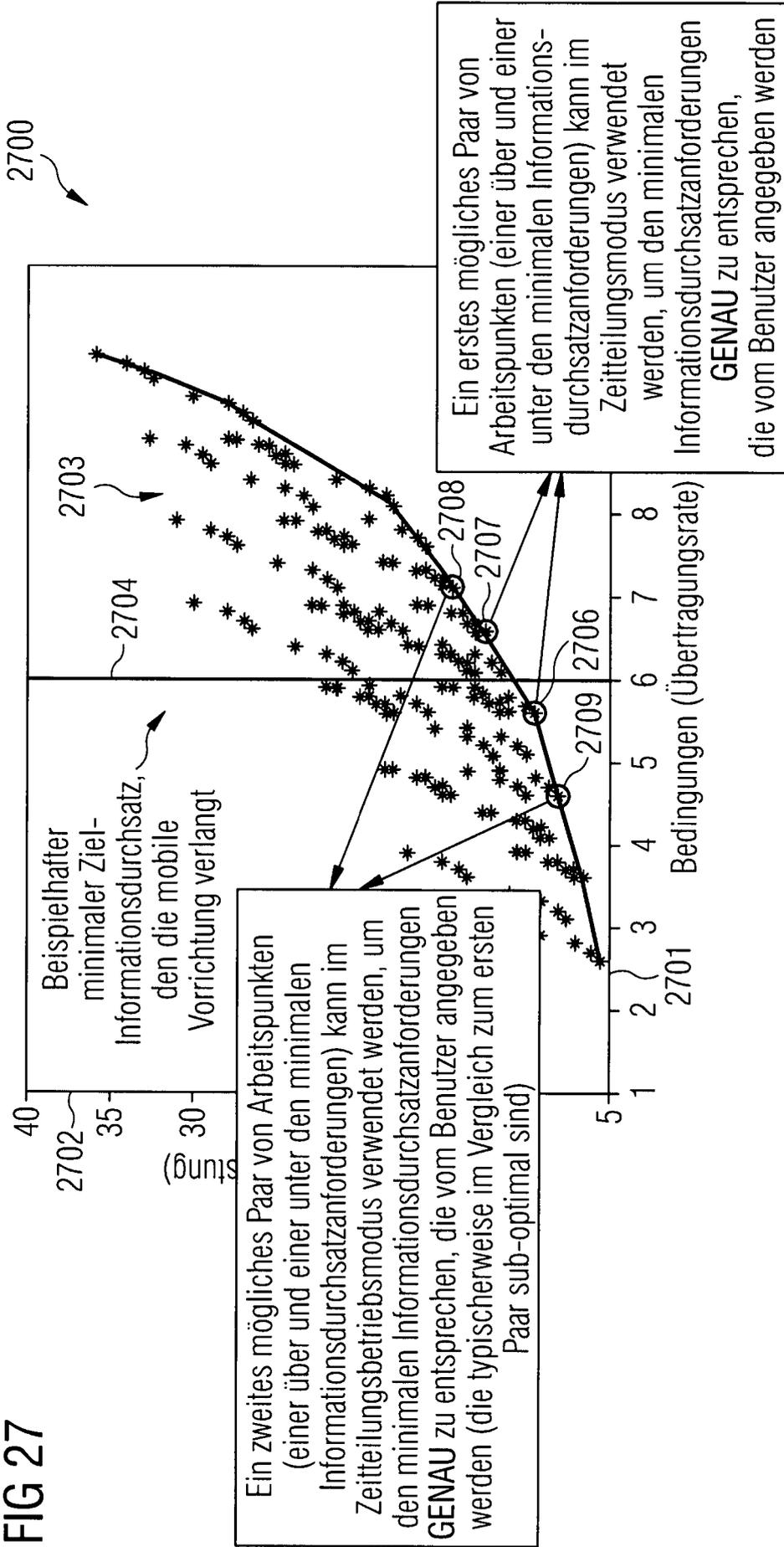


FIG 28

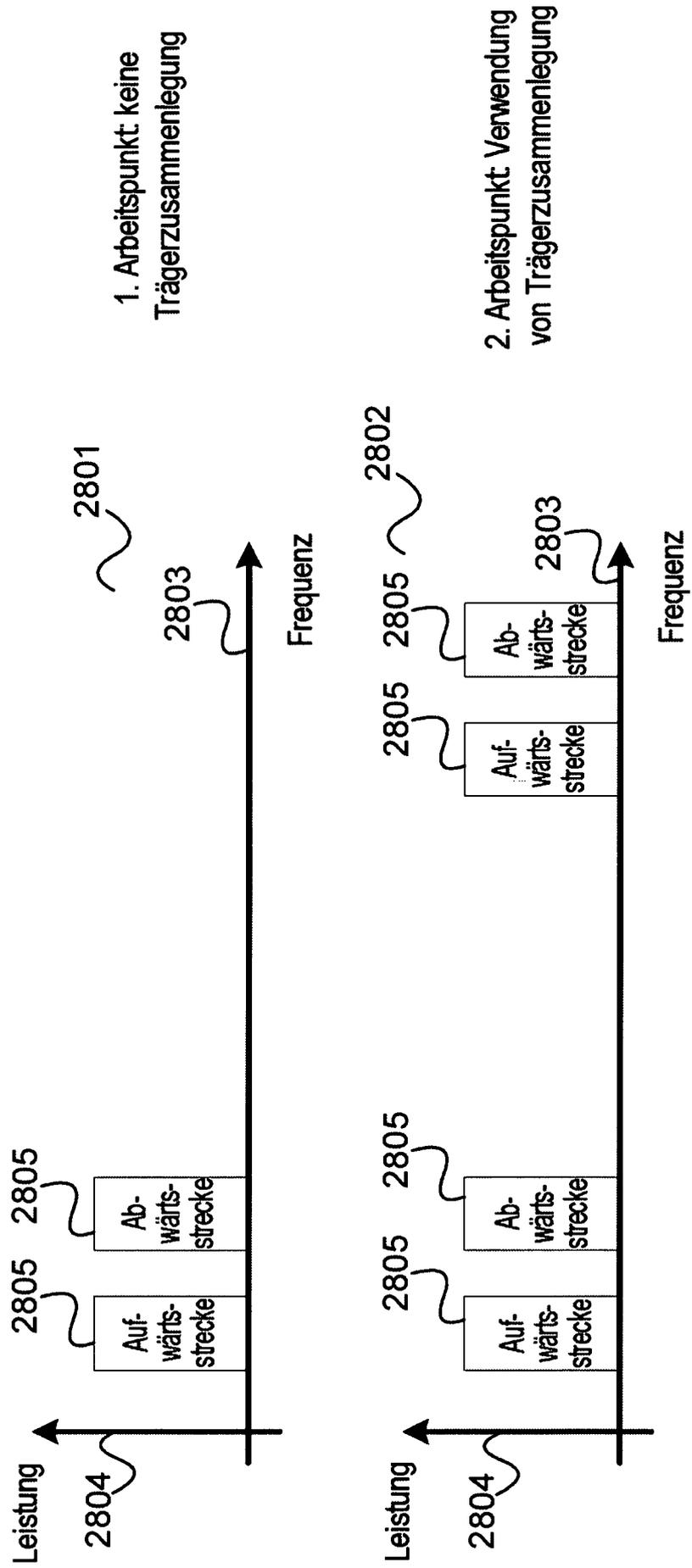


FIG 29

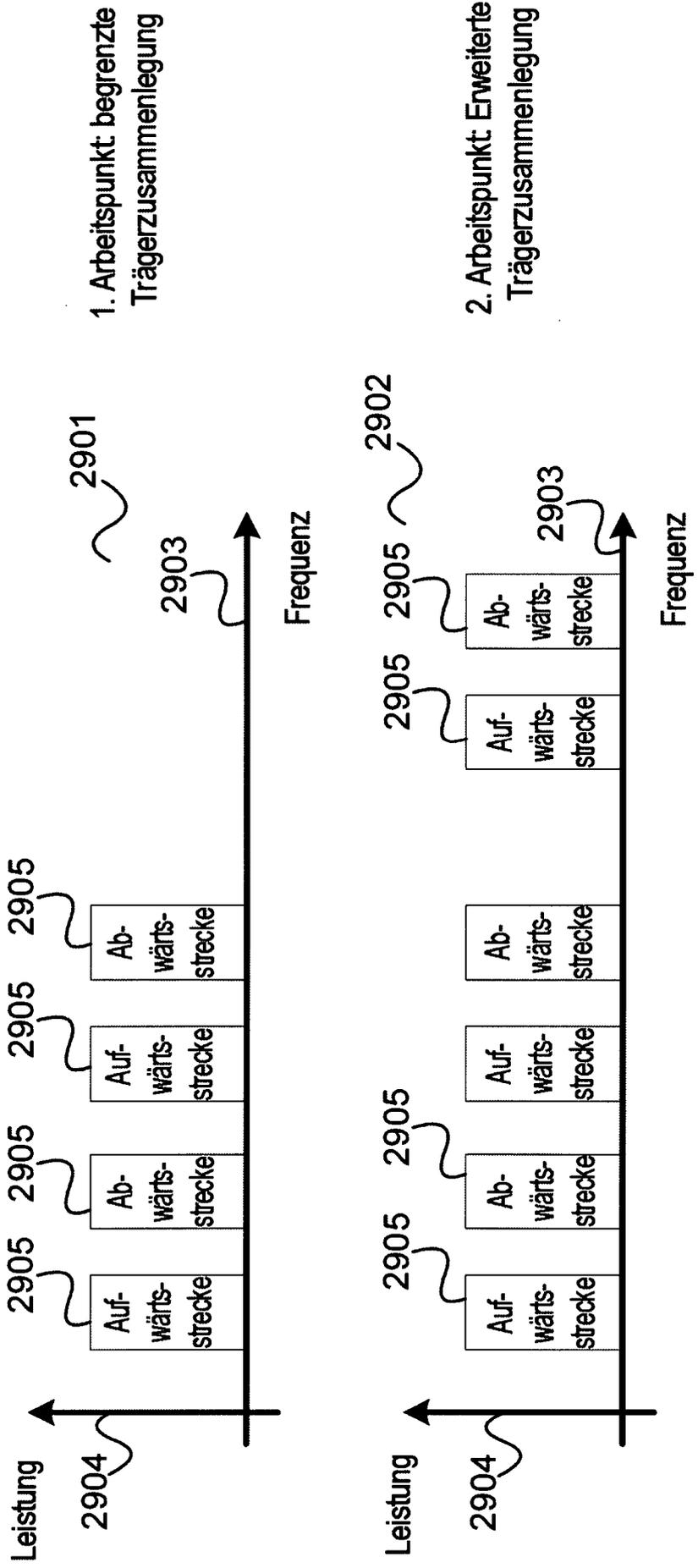


FIG 30

