



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 34 730 T2** 2006.08.10

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 685 973 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 34 730.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 303 489.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.05.1995**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.12.1995**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **04.01.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.08.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04Q 7/36** (2006.01)  
**H04Q 7/30** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**253464 03.06.1994 US**

(73) Patentinhaber:

**AT & T Corp., New York, N.Y., US**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:

**Darcie, Thomas Edward, Middletown, New Jersey 07748, US; Phillips, Mary Rita, Red Bank, New Jersey 07701, US; Shankaranarayanan, Nemmara K., Roselle Park, New Jersey 07204, US**

(54) Bezeichnung: **Funkanschluss-Zuweisung in einem mobilen Funkkommunikationssystem**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## Erfindungsgebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft Funkkommunikationssysteme und insbesondere eine Anordnung zur Bereitstellung von Zugang zu einem Koppelnetz für ein Funkkommunikationssystem.

## Stand der Technik

**[0002]** Die Zukunftsvision des Telekommunikationsdienstes umfaßt persönliche Kommunikationsdienste (PCS – personal communications services), ein Begriff, der allgegenwärtigen Dienst für Sprache, Daten und sonstige Digitaldienste zu/von jedem Platz bedeutet. Die Definition des PCS-Dienstes schließt auch Funkanschlüsse zur Bereitstellung von netzweitem drahtlosem Zugang zum vermittelten Netz von kleinen, leichten (tragbaren oder mobilen) PCS-Funkendgeräten niedriger Leistung ein. Ein weiteres zukünftiges Telekommunikationsnetz könnte ein drahtloser Teilnehmeranschluß sein, bei dem die Verbindung zwischen Kunden und dem Netz eine feste oder beinahe feste Funkverbindung anstatt ein verdrehtes Kupferpaar ist. Die vorliegende Erfindung wird im Zusammenhang mit PCS dargestellt, ist aber vollständig auf andere Funkanschlußnetze wie beispielsweise den drahtlosen Teilnehmeranschluß anwendbar.

**[0003]** Bezugnehmend auf [Fig. 1A](#) ist ein beispielhaftes vorgeschlagenes PCS-Netz des Standes der Technik dargestellt. Jeder, ein Mikrozele (M1–MM) genannter geographischer Bereich enthält einen Funkanschluß (RP1–RPM), der zum Übertragen und Empfangen von gemultiplexten Hochfrequenz-(HF-)Signalen zu/von mehreren Mobilgeräten (**101–110**, **111–120**) benutzt wird. Jedes Mobilgerät weist einen getrennten Kanal im gemultiplexten HF-Signal auf (z.B. **101** benutzt HF1).

**[0004]** Die durch einen Funkanschluß bedienten verschiedenen Hochfrequenz-(HF-)Kanäle sind zeitlich (d.h. TDMA), frequenzmäßig (d.h. FDMA) oder als Coderaum (d.h. CDMA) oder irgendeine Kombination von diesen definiert. Jeder durch den Funkanschluß empfangene HF-Signalkanal wird durch ein Mehrkanal-Empfängermodul (z.B. MCR1) verarbeitet, das von jedem Kanal einen empfangenen Digitalstrom erzeugt (z.B. D1R aus HF1R). Auf ähnliche Weise erfordern die übertragenen Signale ein Mehrkanal-Sendermodul (z.B. MCT1) am Funkanschluß. Die Funkanschlüsse sind über festzugeordnete Basisband-Digitalleitungen (**130**) mit einer örtlichen Funkanschlußsteuerung (**140**) verbunden, die über festzugeordnete Basisband-Digitalleitungen (**150**) Zugang zum Koppelnetz (**160**) bereitstellt.

**[0005]** Es ist zu erwarten, daß es in einem PCS-Netz zahlreiche Funkanschlüsse gibt, die je-

weils niedrige Leistung verbrauchen und in einem eine Mikrozele genannten begrenzten geographischen Bereich ausstrahlen. Kleine Zellen erlauben mehr Frequenzwiederverwendung innerhalb eines geographischen Bereichs, woraus sich eine größere Kapazität (maximale Anzahl von Verbindungen für ein gegebenes Funkspektrum) in diesem Bereich ergibt. Bei kleineren Zellen kann die HF-Sendeleistung geringer sein. Es wird erwartet, daß eine Mikrozele einen Radius von 150 bis 300 Meter aufweist. Bei vielen Szenarien wie beispielsweise Wohnungsvororten wird die Wahl der Mikrozellengröße mehr durch Erfordernisse niedriger Leistung (10 bis 100 mW) als durch Kapazitätserfordernisse angetrieben. Durch die kleine Zellengröße ergibt sich eine sehr große Anzahl von Mikrozellen, jede mit einem Funkanschluß, die zur Versorgung eines gegebenen geographischen Bereichs benötigt werden. Infolgedessen ist es bei der großen Anzahl von benötigten Funkanschlüssen von Bedeutung, daß Funkanschlüsse kostengünstig sind. Auch erfordert eine Mehrzahl von Funkanschlüssen ein ausgedehntes Funkanschlußsteuerungs- und Verbindungsnetz zum Verbinden aller Funkanschlüsse. So besteht ein andauerndes Problem in der Verringerung der Kosten der physikalischen Implementierung eines PCS-Netzes. Im Gegensatz zu den Zellen der heutigen Zellularfunksysteme ist der durchschnittliche Verkehrsbedarf pro Mikrozele sehr gering, mit bedeutenden zeitlichen Schwankungen. Es besteht ein Erfordernis für ein System, das Kapazität und Ressourcen wirkungsvoll und dynamisch als Reaktion auf Verkehrsschwankungen den Mikrozellen zuweisen kann.

**[0006]** [Fig. 1B](#) zeigt ein weiteres beispielhaftes vorgeschlagenes PCS-Netz des Standes der Technik mit analog-HF-Transport und fester Simultansendung (beispielsweise siehe FCC Experimental License Progress Reports der Cablevision Systems Corporation, November 1992 und August 1993). Funkanschluß in einer Mikrozele (M1–MM) wird durch einen Plattform-Mikrozellenverstärker (R1–RM) bereitgestellt. Der Mehrkanal-Sender (MCT1) und -Empfänger (MCR1) in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) sind einander ähnlich und arbeiten auf gleiche Weise. In der [Fig. 1B](#) werden sie von den Mikrozellen M1–MM geteilt und befinden sich entfernt von diesen in der Basisstation **180**. Die Funkbenutzer in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) (**101–110**, **111–120**) sind einander identisch und arbeiten auf gleiche Weise. Die Signale der Luftschnittstelle werden analog zwischen den Verstärkern R1–RM und der Basisstation über Koaxialkabelnetz **170** transportiert. In den Verstärkern werden die Abwärtssignale und Aufwärtssignale Blockfrequenzwandlung in den Sende-Blockfrequenzwandlern (TFC1–TFCM) bzw. den Empfangsfrequenzwandlern (RFC1–RFCM) unterzogen. Die Basisstation **180** bietet Zugang zum Koppelnetz **160** unter Verwendung der Digitalleitungen **150**. Kapazität wird durch Ausstrahlen des gleichen Funkfrequenzsi-

gnals von den Verstärkern der Mikrozellen in der Gruppe unter einer Gruppe von Mikrozellen geteilt. In der Aufwärtsrichtung werden die durch jeden Verstärker empfangenen Informationen mit denen anderer Verstärker in der Gruppe kombiniert. Diese Betriebsweise wird als Einzelfrequenz-Simultansendung bezeichnet.

**[0007]** Analogen HF-Transport benutzende Mikrozellularfunksysteme des Standes der Technik wie das in der [Fig. 1B](#) gezeigte benutzen feste Simultansendung, bei der die Zusammensetzung der Simultansendungsgruppe von Mikrozellen vorbestimmt und fest ist. Da die Mikrozellen einer Simultansendungsgruppe auch einen Funkversorgungsbereich definieren, über den Kapazität geteilt wird, gibt es feste Simultansendungsbereiche, in denen Kapazität geteilt wird. Der Stand der Technik umfaßt das Konzept der Zellaufspaltung, bei dem eine Simultansendungsgruppe in zwei Simultansendungsgruppen aufgespalten wird, um einen Anwuchs des Verkehrs aufzunehmen. Die Systeme des Standes der Technik sind jedoch darin begrenzt, daß sie nicht auf dynamische Schwankungen in der räumlichen Verteilung von Verkehr reagieren können. Während der Funkanschluß im Stand der Technik einiges der zum Bewirken einer Umkonfigurierung der Simultansendungsgruppe benötigten Technik aufweist, enthalten die Systeme des Standes der Technik keine Steuerungsarchitektur, die dynamische Umkonfiguration unterstützt. Darüber hinaus reicht es nicht aus, eine Steuerungsarchitektur dem in der [Fig. 1B](#) dargestellten System zu überlagern.

**[0008]** In EP-A-0 368 673 ist ein Kommunikationssystem mit einem Basiszentrum mit Funk-Sender/Empfängern zur Bereitstellung einer Anzahl von HF-Kommunikationsstrecken und einer Mehrzahl von festen Funkanschlüssen offenbart, über die HF-Signale per Funk übertragen und empfangen werden können. Ein faseroptisches Netz verbindet die HF-Sender/Empfänger und die festen Funkanschlüsse miteinander und führt die HF-Signale mittels optischer Signale. Es gibt zwischen den HF-Sendern/Empfängern und dem faseroptischen Netz und zwischen dem faseroptischen Netz und den festen Funkanschlüssen eine Mehrzahl von Funk-/Lichtwellenschnittstellen, über die HF-Signale auf ein oder mehrere optische Signale aufmodelliert und von diesen demoduliert werden können. Mit einem Matrixschalter werden die Sender/Empfänger und die Funkanschlüsse selektiv über das faseroptische Netz zusammengeschaltet.

#### Kurze Beschreibung der Erfindung

**[0009]** Ein erfindungsgemäßes System und Verfahren entsprechen den unabhängigen Ansprüchen. Bevorzugte Ausführungsformen entsprechen den abhängigen Ansprüchen.

**[0010]** Gemäß der vorliegenden Erfindung werden in einem drahtlosen Kommunikationssystem verringerte Kosten und verbesserter Dienst durch dynamische und wirkungsvolle Zuteilung von Hardwareressourcen und Frequenzspektrum bereitgestellt. Diese wird durch die Möglichkeit flexibler Zuweisung und Neuzuweisung von durch eine große Anzahl von Funkanschlüssen geführtem Verkehr zu verfügbaren Hardwareressourcen erreicht. Das Mikrozellularfunksystem enthält eine örtliche Funkanschlußsteuerung, die die Zuweisung eines Funkanschlusses einer von einer Mehrzahl von Mengen dynamisch steuert, die jeweils durch einen Funkanschluß-Gruppenserver versorgt werden. Funkanschlüsse in einer Menge werden im Einzelfrequenz- oder Mehrfrequenz-Simultansendungsmodus betrieben. Mehrfrequenz-Simultansendung bezieht sich auf eine Funktionsweise, bei der die von mehreren Funkanschlüssen übertragenen Informationen die gleichen, aber die Funkfrequenzsender unterschiedlich sind. Die Funkanschlüsse in einer Menge teilen sich die Kapazität eines Funkanschluß-Gruppenservers und die gesamte Kapazität des Funkanschluß-Gruppenservers kann einem Funkanschluß zur Verfügung gestellt werden. Insbesondere ermöglicht die vorliegende Erfindung, daß einer ersten Menge zugewiesene Funkanschlüsse vom Server als Reaktion auf einen vorbestimmten Zustand einer zweiten Funkanschlußmenge neu zugewiesen werden. Ein beispielhafter Zustand ist es, wenn die Anzahl aktiver Benutzer in der ersten Menge sich der maximalen Benutzerkapazität der ersten Menge nähert. Das System kann für FDMA-, TDMA- und CDMA-Arten von drahtlosen Funkübertragungen benutzt werden. Das die Funkanschlüsse verbindende Transportmedium kann Koaxialkabel, optisches Kabel oder eine Funkverbindungseinrichtung sein. Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung werden Funkanschlußkennungsinformationen von den Funkanschlüssen zum Gruppenserver durch ein Signal übermittelt, das entweder den Datensignalen überlagert ist oder auf einem getrennten Kanal geführt wird, wodurch der Gruppenserver die dynamische Verteilung von Benutzern abbilden kann.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

**[0011]** In der Zeichnung zeigen:

**[0012]** [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) beispielhafte vorgeschlagene PCS-Netze des Standes der Technik;

**[0013]** [Fig. 2A](#) ein beispielhaftes analoges Mikrozellularfunksystem wie in der vorliegenden Erfindung definiert, einschließlich eines Blockschaltbildes eines Funkanschlusses und des Funkanschlußservers;

**[0014]** [Fig. 2B](#) ein Beispiel des Frequenzspektrumplans auf dem Koaxialkabel wie auch auf dem Funkweg;

[0015] [Fig. 3](#) ein beispielhaftes neuartiges PCS-Netz nach der vorliegenden Erfindung unter Verwendung von HF-Analogtransport über ein Koaxial-/Fasernetz und dynamische FDMA von umkonfigurierbaren Simultansendungsgruppen;

[0016] [Fig. 4A](#) feste Kanalzuteilung des Standes der Technik;

[0017] [Fig. 4B](#) dynamische Kanalzuteilung des Standes der Technik;

[0018] [Fig. 4C](#) beispielhafterweise dynamische Kanal- und Ressourcenzuteilung der vorliegenden Erfindung;

[0019] [Fig. 5](#) eine weitere Ausführungsform eines Funkanschlusses, Funkanschluß-Gruppenservers und Transportmediums der vorliegenden Erfindung;

[0020] [Fig. 6A](#) eine beispielhafte Systemsteuerungsarchitektur der vorliegenden Erfindung;

[0021] [Fig. 6B](#) beispielhafterweise ein Funkanschlußidentifikationsverfahren der vorliegenden Erfindung unter Verwendung von überlagerten Phaseninformationen;

[0022] [Fig. 7A](#) einen beispielhaften Systembelastungszustand; und

[0023] [Fig. 7B](#) ein beispielhaftes Steuerungsflußdiagramm für Funkanschluß-Neuzuweisung.

#### Ausführliche Beschreibung

[0024] Unter gemeinsamer Bezugnahme auf das vorgeschlagene PCS-Netz des Standes der Technik nach [Fig. 1](#) und die vorliegende Erfindung der [Fig. 2](#) wird die durch die vorliegende Erfindung bereitgestellte Verbesserung beschrieben.

[0025] Die Mobileinheiten der [Fig. 1A](#) (z.B. 101–110) und der [Fig. 2A](#) (z.B. 270–279) sind identisch und arbeiten auf die gleiche Weise. Jede Mobileinheit (z.B. 101) kann Sprache oder Daten empfangen, die beispielhafterweise in einen Digitalkanal (z.B. D1) digitalisiert und dann auf eine der am Funkanschluß RP1 verfügbaren HF-Frequenzen (HF1–HFN) aufmoduliert werden. Im Beispiel der [Fig. 1A](#) wurde der Mobileinheit 101 die HF-Frequenz HF1 zugewiesen, obwohl ihr jede unbelegte Hochfrequenz in dem vom Funkanschluß RP1 gehandhabten Frequenzband HF1–HFN zugewiesen worden sein könnte.

[0026] Vom Mehrkanal-Empfängermodul MCR1 von RP1 wird das von der Mobileinheit 101 übertragene modulierte Signal HF1R empfangen und in das empfangene Digitalsignal D1R umgewandelt. Auf

ähnliche Weise wird das übertragene Digitalsignal D1T vom Mehrkanal-Sender MCT1 moduliert, um ein von RP1 übertragene und von der Mobileinheit 101 empfangenes modulierte Signal HF1T (HF1T ≠ HF1R) zu erzeugen. Die Steuerung 1 von RP1 steuert die Auswahl von Hochfrequenzen RF1–RFN und die Modulation/Demodulation des Digitalsignals bzw. HF-Signals. Auch steuert die Steuerung 1 das Übertragen/Empfangen der Digitalsignale zu/von der örtlichen Funkanschlußsteuerung LRAC (Local Radio Access Controller) 140 über eine der Kommunikationseinrichtungen 130. Im Funkanschluß RPM führen die Steuerung M und das Mehrkanalmodul MCRM und das Mehrkanal-Sendermodul MCTM die gleichen Funktionen für die Mobileinheiten 111–120 durch.

[0027] Es versteht sich, daß, während die vorliegende Erfindung der [Fig. 2A](#) als wohlbekannte FDMA (Frequency-Division Multiple Access) über die gemeinsame Luftschnittstelle benutzend beschrieben wird, andere wohlbekannte Modulationsverfahren wie beispielsweise TDMA (Time Division Multiple Access) oder CDMA (Code Division Multiple Access) ebenfalls benutzt werden könnten.

[0028] Bezugnehmend auf [Fig. 2A](#) werden nunmehr kurz die Merkmale der vorliegenden Erfindung beschrieben. Ein Merkmal ist die Verwendung kostengünstiger kleiner Funkanschlüsse. Da in der beispielhaften Ausführungsform der [Fig. 2A](#) ein Koaxial-Verteilnetz 230 benutzt wird, das Analogtransport und dynamisches FDMA nutzt, ist die Funktion des Funkanschlusses RP1 die einer Empfangs-/Sendantenne und eines Frequenzwandlers. Dies läßt sich mit sehr kostengünstigen HF-Bauteilen implementieren. Die hier benutzten Bauteile entsprechen dem knappen Minimum für irgendeinen an ein Breitband-Koaxialmedium angeschlossenen Funkanschluß. Jedes Breitbandkoaxialkabel benutzende analoge Transportverfahren würde typischerweise Frequenzwandlung benutzen, um den Transport mit Frequenzen zu ermöglichen, die zu den Eigenschaften der Koaxialkabelübertragung wie auch dem Frequenzspektrum anderer Dienste, die sich das Kabel teilen (z.B. Kabelfernsehverteilung (CATV)) kompatibel sind. Die Verwendung programmierbarer Oszillatoren (PO) anstatt fester bietet eine Verbesserung der vorliegenden Erfindung gegenüber dem beispielhafterweise in der [Fig. 1B](#) gezeigten Stand der Technik. Der programmierbare Oszillator ermöglicht dem Funkanschluß, dynamisch auf jeden der Funkanschluß-Gruppenserver zuzugreifen, die sich auf dem gleichen Netz befinden. Beispielsweise würde jedem Funkanschluß-Gruppenserver sein eigenes Frequenzband zum Kommunizieren mit seiner Simultansendungsmenge von Funkanschlüssen über das gemeinsam benutzte Breitbandnetz zugewiesen sein. Durch einfaches Umstimmen des programmierbaren Oszillators im Funkanschluß könnte der Funkan-

schluß von den Simultansendungsmengen eines ersten Funkanschluß-Gruppenservers der eines zweiten Funkanschluß-Gruppenservers neu zugewiesen werden. Die Simultansendungsgruppen von Funkanschlüssen greifen auf ihre jeweiligen Funkanschluß-Gruppenserver unter Verwendung von dynamischem FDMA (frequency-division multiple access) zu. Diese Funktionalität wird mit nominellen Kosten- und Komplexitätssteigerungen erreicht und wird ausführlicher in der Beschreibung der [Fig. 3](#) besprochen.

**[0029]** Ein weiteres Merkmal der vorliegenden Erfindung ist die zentrale Lokalisierung und das Teilen von Hardwareressourcen. Die Funkanschlüsse enthalten nicht digitale Sender/Empfänger-Ressourcen. Stattdessen befinden sich diese Sender/Empfänger-Ressourcen am zentralen Ort beim Server **200**. Weiterhin erlaubt das Merkmal des dynamischen FDMA der vorliegenden Erfindung ein optimales Teilen der Sender/Empfänger-Ressourcen. Da sich die Funkanschlüsse Ressourcen an einem zentralen Ort teilen und keine festzugeordneten Ressourcen aufweisen, sind zwei wichtige Zellenplanungsfragen ausreichender Funkversorgung und ausreichender Kapazität (Spektrum- und Sender/Empfänger-Ressourcen) voneinander entkoppelt. Funkanschlüsse (Mikrozellen) können installiert werden, um ausreichende Funkversorgung bereitzustellen, während die Kapazitätsbedürfnisse eines geographischen Gebiets durch die Summenkapazität aller Mehrkanal-Sender/Empfänger an der Zentralstation erfüllt werden. Da Ressourcen nicht in geringen Mengen wie beispielsweise 2 bis 7 Kanäle pro Mikrozelle zugeordnet sind, sondern in großen Mengen wie beispielsweise 20 bis 70 Kanäle pro flexible Gruppe geteilt werden, gibt es statistische Gewinne im Ressourcenhaushalt, um einen gewünschten Betrag an Blockierung zu erreichen. Man nehme beispielsweise an, daß jede Mikrozelle erwartungsgemäß eine Spitzenverkehrsbelastung von 2 aktiven Verbindungen aufweist und die gewünschte Blockierungswahrscheinlichkeit 1% beträgt. Bei dem in der [Fig. 1A](#) dargestellten Stand der Technik muß in jeder Mikrozelle ein Sender/Empfänger mit 7 Frequenzkanälen ( $N = 7$ ) installiert werden. Wenn 10 solche Mikrozellen in Betracht gezogen werden, gibt es eine Gesamtinstallation von zehn Sender/Empfängern jeweils mit einer Kapazität von sieben Kanälen, insgesamt 70 Sender/Empfängerkanäle. Bei der vorliegenden Erfindung müßte ein Sender/Empfänger, der 10 Mikrozellen versorgt, 30 Frequenzkanäle aufweisen, um die gleiche Blockierungswahrscheinlichkeit bereitzustellen, eine Verringerung von 56% von dem Fall der festen Zuordnung. Diese 30 Kanäle würden durch die durch alle vom Server **200** der [Fig. 2A](#) versorgten Funkanschlüsse RP1-RPM versorgten Mobileinheiten geteilt werden. So kann jeder der Funkanschlüsse RP1 ... RPM bis zu 30 Kanäle nutzen, solange wie die Gesamtzahl der (vom Server **200** bedienten) Funkanschlüsse

RP1 ... RPM benutzten Kanäle nicht 30 Kanäle überschreitet. Verwendung des PCS-Netzes der vorliegenden Erfindung ergibt entweder 1) eine verringerte Wahrscheinlichkeit von Blockierung für eine gegebene Anzahl von Mobileinheiten, oder 2) Aufnahme einer größeren Anzahl von Mobileinheiten mit der gleichen Blockierungswahrscheinlichkeit, als im vorgeschlagenen PCS-Netz der [Fig. 1A](#) des Standes der Technik möglich ist.

**[0030]** Bezugnehmend auf den in [Fig. 1B](#) gezeigten Stand der Technik und die in [Fig. 2A](#) und [Fig. 3](#) dargestellte vorliegende Erfindung ist eine durch die vorliegende Erfindung bereitgestellte Verbesserung die Fähigkeit der dynamischen Zuteilung von Hardwareressourcen und Spektrum. Wie schon bemerkt, ist es attraktiv, eine Menge von Mikrozellen zusammenzugruppieren, um eine größere Gruppe von Mobilgeräten zu bilden, die Kapazität (Spektrum und Hardwareressourcen) teilen. Die Anordnung der [Fig. 2A](#) soll diese Gruppierung auf flexible Weise ermöglichen. Ein einfaches Mittel zum Zusammengruppieren einer Menge von Mikrozellen besteht in der Ausstrahlung der gleichen Informationen von den Funkanschlüssen der Mikrozellen in der Gruppe. Auf ähnliche Weise werden während einer Empfangsoperation alle Informationen an allen Funkanschlüssen in der Menge als eine kombiniert. Diese Betriebsart wird Simultansendung genannt. Man beachte, daß der Begriff Simultansendung zur Bezeichnung der gleichzeitigen Übertragung der gleichen Informationen aus unterschiedlichen Funkanschlüssen benutzt wird, aber die Übertragung kann mit unterschiedlichen Funkfrequenzen stattfinden. Im Stand der Technik (z.B. dem beispielhafterweise in [Fig. 1B](#) gezeigten) sind die im Simultansendebetrieb arbeitenden Funkanschlüsse auf vorbestimmte Weise festgelegt, so daß es schwierig ist, die Zusammensetzung von Funkanschlüssen in den Simultansendegruppen zu ändern; dies wird als feste Simultansendung bezeichnet. Wie beispielhafterweise in der [Fig. 3](#) dargestellt ermöglicht die vorliegende Erfindung mehreren Funkanschlußgruppenservern, das gleiche Breitbandmedium unter Verwendung von FDMA zu teilen. Durch Ausnutzen der Funktionalität der programmierbaren Oszillatoren und Filter im Funkanschluß kann jedem Funkanschluß die Auswahl des Signals von einem beliebigen der Funkanschluß-Gruppenserver zugewiesen werden. So kann die Menge von Funkanschlüssen, die mit einem Funkanschluß-Gruppenserver kommunizieren und eine Simultansendegruppe bilden, auf willkürliche und dynamische Weise abgeändert werden. Durch diese Fähigkeit wird der Wirkungsgrad der Sender/Empfängeranwendung weiterhin gesteigert, da die effektive Anzahl von die Ressourcen gemeinsam benutzenden Benutzern größer als im Fall der festen Simultansendung ist. So sind noch weniger Sender/Empfängerkanäle erforderlich, um eine bestimmte Blockierungswahrscheinlichkeit bereitzustellen. Diese Funktions-

weise wird als dynamische Simultansendung bezeichnet. Ein System mit Simultansendung bedeutet typischerweise eine Weiterschaltung, wenn sich das Mobilgerät von einem Simultansendungsgruppenserver zu einem anderen bewegt, aber nicht, wenn sich das Mobilgerät innerhalb einer Simultansendungsgruppe bewegt.

**[0031]** Im vorliegenden Verfahren wird Kapazität, die durch Spektrum wie auch Hardwareressourcen diktiert wird, von allen Benutzern in den Mikrozellen, die Teil einer Simultansendungsgruppe sind, gemeinsam benutzt. Bei dem klassischen Zellularfunkparadigma des Standes der Technik mit fester Kanalzuteilung (FCA – Fixed Channel Allocation) werden Funkpektrum und Hardwareressourcen wie in [Fig. 4A](#) gezeigt von den Benutzern in einer Zelle gemeinsam benutzt. In der [Fig. 4A](#) besitzt jede Antenne ein Verhältnis eins zu eins mit den Funkfrequenzbändern (jedes Funkfrequenzband kann einen oder mehrere Kanäle enthalten). Bei dem klassischen Zellularfunkparadigma mit dynamischer Kanalzuteilung (DCA – Dynamic Channel Allocation) werden die Hardwareressourcen in einer Zelle gemeinsam benutzt, während das Funkpektrum wie in [Fig. 4B](#) gezeigt über mehrere Zellen gemeinsam benutzt wird. Anders gesagt sind die Funkkanäle, die an einer Antenne benutzt werden können, nicht auf ein Band festgelegt, sondern werden dynamisch zugeteilt. In beiden Fällen sind die Hardwareressourcen jeder Zelle fest zugeordnet. Bei ungleichförmiger Verkehrsverteilung über Zellen muß bei den Hardwareressourcen in jeder Zelle etwas Höchstverkehr eingeplant werden, obwohl die Spektrumressourcen durch dynamische Kanalzuteilung wirkungsvoll benutzt werden. Dies könnte besonders bei schrumpfender Größe von (Mikro-)Zellen unwirtschaftlich sein. Demgegenüber werden bei der vorliegenden Erfindung sowohl Spektrum als auch Hardwareressourcen geteilt. Nach der Darstellung in [Fig. 4C](#) ist die Zuweisung von Funkanschlüssen zu Kabelbändern flexibel (wobei jedes Kabelband einer Simultansendungsgruppe dient). Das gilt genauso für die Wahl von an jedem der Funkanschlüsse benutzten Funkbändern. Dynamische Zuteilung wird dadurch erreicht, daß Hardwareressourcen und Spektrum jedem ressourcenteilenden Gruppenserver fest zugeordnet werden und die Zuweisung von Mikrozellen zu Gruppenservern dynamisch und flexibel gelassen wird. So umfaßt die Kapazitätzuteilung Kanalzuteilung wie auch Hardwareressourcenzuteilung.

**[0032]** Zusätzlich verringert das Merkmal der dynamischen Simultansendung nach der vorliegenden Erfindung den Effekt von "Hotspots". Ein Hotspot ist eine hochlokalisierte Gruppe von Funkbenutzern, die möglicherweise eine Mikrozone überladen kann. Beispielsweise überladen Mobileinheiten in einem Verkehrsstau steckenden Kraftfahrzeugen die örtlichen Mikrozellen, während andere Mikrozellen ent-

lang der Landstraße weniger benutzt bleiben. In einem System mit unbeweglichen Benutzern wie beispielsweise einem drahtlosen Teilnehmeranschluß kann ein Hotspot auftreten, wenn ein oder mehrere Benutzer in einer Mikrozone einen großen Bandbreitenanteil in Anspruch nehmen. Durch dynamische Zuteilung kann der Server einen Funkanschluß von einer verkehrsreichen Simultansendungsgruppe einer anderen nicht so verkehrsreichen Simultansendungsgruppe neu zuweisen und damit den übrigen Funkanschluß der verkehrsreichen Simultansendungsgruppe ermöglichen, ihren Durchschnittsverkehr pro Zelle zu erhöhen. Im äußersten Fall kann ein einziger Funkanschluß alle Ressourcen des Mehrkanal-Sender/Empfängers übernehmen und die Simultansendungsgruppe daher aus genau einem Funkanschluß bestehen.

**[0033]** Bezugnehmend auf [Fig. 2A](#) ist gemäß der vorliegenden Erfindung erkannt worden, daß statistische Vorteile durch die Entfernung des Mehrkanal-Sender-Empfängermoduls (z.B. MCR1 und MCT1, die nach der Darstellung in [Fig. 1A](#) typischerweise an einem RP1 vorkommen) aus jedem Funkanschluß RP1–RPM und ortsgleiches Anordnen derselben als Teil des Mehrkanal-Sender/Empfängers **201** des Servers **200** zu erhalten sind. Als Ergebnis werden die Ressourcen des Mehrkanal-Sender/Empfängers **201** unter allen Mobileinheiten aller Mikrozellen (RP1, RP2, ... RPM) geteilt, statt daß jeder Mikrozellen-Sender/Empfänger nur unter den Mobileinheiten dieser Zelle geteilt wird.

**[0034]** In dem PCS-Netz der [Fig. 2A](#) wird das HF-Signal nicht von jedem Funkanschluß RP1–RPM zu einem Digitalsignalstrom demoduliert wie in der [Fig. 1](#), sondern funktioniert als Frequenzwandler zum Umwandeln des modulierten HF-Signals in ein Frequenzband, das zu dem Koaxialkabel, der optischen Faser oder dem Mikrowellen-Funkverteilnetz, hiernach das Netz **230**, kompatibel ist, das zum Verteilen der HF-Signale zwischen Server **200** und Funkanschlüssen RP1–RPM benutzt wird. (Im Fall der optischen Faser ist auch eine elektronische/optische Wandlung notwendig.) Das Netz **230** kann eine Baum-und-Zweig oder sonstige Topologie benutzen. Die zwischen dem Server **200** und den Funkanschlüssen RP1–RPM geführten Signale sind gemultiplizierte modulierte HF-Analogsignale (Analogtransport). Durch die Frequenzwandlung der HF-Frequenzen in den Funkanschlüssen RP1–RPM wird sichergestellt, daß über das Netz **230** verlustarme und spektrumkompatible Übertragung stattfindet.

**[0035]** Die in den Funkanschlüssen RP1 **250** der [Fig. 2A](#) benutzten HF-Bauteile sind im wesentlichen die gleichen kostengünstigen HF-Bauteile, die im HF-Frontend der Funkanschlüsse der [Fig. 1](#) benutzt worden wären. Der feste Oszillator der Funkanschlüsse der [Fig. 1](#) wird jedoch durch die program-

mierbaren Oszillatoren (PO) **253** und **262** ersetzt. Das PCS-Netz der [Fig. 2A](#) enthält einen Server **200** mit Funkanschluß-Gruppenserver **210** und Mehrkanal-Sender/Empfänger **201**, der über festzugeordnete Basisband-Digitalleitungen **202** mit der Vermittlungsstelle **202A** verbunden ist. Der Server **200** ist über das Netz **230** mit Funkanschlüssen RP1 (**250**), RP2 bis RPM verbunden. Funkanschluß RP1 (**250**) wie auch die anderen Funkanschlüsse RP2–RPM kommunizieren unter Verwendung von Funkfrequenzen mit ihren jeweiligen Mobileinheiten (z.B. **270–279**). Die Steuerung **221** des Servers **200** sendet/empfangt Steuersignale über einen Steuerungs-Zeichengabekanal des Netzes **230** zur Steuerung **264** des Funkanschlusses **250**. Das Steuersignal ermöglicht der Steuerung **221** des Funkanschluß-Gruppenservers **210**, die Frequenz des programmierbaren Oszillators **253** und **262** des Funkanschlusses **250** zu steuern.

**[0036]** Wie schon bemerkt, enthält der Mehrkanal-Sender/Empfänger **201** des Servers **200** den von Funkanschlüssen RP1–RPM benutzten Sender/Empfänger. Der Funkanschluß-Gruppenserver **210** enthält das Schmalbandfilter **211**, das die mehreren Bänder von Analogfrequenzsignalen vom Mehrkanal-Sender **203** des Senders/Empfängers **201** an den Mischer **212** ankoppelt. Im Mischer **212** werden die mehreren Frequenzbänder vom Filter **211** mit Frequenz vom programmierbaren Oszillator PO **222** in die durch **290** der [Fig. 2B](#) dargestellten Kabelspektrum-Frequenzbänder gemischt. Das Bandpaßfilter **213** koppelt die Signale vom Mischer **212** an den Verstärker **214** an, der das Signal verstärkt, ehe es durch den Richtkoppler **215** an das Netz **230** angekoppelt wird.

**[0037]** Als Beispiel nehme man an, daß der Funkanschluß **250** das (als **294** der [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) dargestellte) Abwärts-Frequenzband bearbeitet, das sich von 480,0–480,7 MHz erstreckt. Am Funkanschluß **250** durchläuft das Frequenzbandsignal bei 480,0–480,7 MHz den Teiler/Koppler **251** zum Bandpaßfilter **252**. Das gefilterte Ausgangssignal wird dann im Mischer **254** mit einem 1700-MHz-Signal vom PO **253** hochgemischt bzw. moduliert, um ein (als Frequenzband **295** der [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) dargestelltes) 2180,0–2180,7-MHz-Signal zu erzeugen. Das 2180,0–2180,7-MHz-Signal wird vom Schmalbandfilter **255** gefiltert, vom Verstärker **256** verstärkt und über Richtkoppler **257** an die Antenne **258** des Funkanschlusses **250** angekoppelt. Das 2180,0–2180,7-MHz-Signal wird dann zu den aktiven Mobileinheiten **270–279** übertragen.

**[0038]** Das entsprechende (als Frequenzband **296** der [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) dargestellte) 2130,0–2130,7-MHz-Aufwärtssignal wird von den aktiven Mobileinheiten (**270–279**) über die Antenne **258** empfangen und durch den Richtkoppler **257** an das

Schmalbandfilter **259** angekoppelt. Die Aufwärtssignalausgabe des Schmalbandfilters **259** wird vom Verstärker **260** verstärkt und unter Verwendung eines 2100-MHz-Signals vom PO **262** im Mischer **261** heruntergemischt bzw. demoduliert, um ein das (als **297** der [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) dargestelltes) Aufwärtsfrequenzband darstellendes 30,0–30,7-MHz-Signal zu erhalten. Die Ausgabe des Mixers **261** wird durch **263** gefiltert und durch Richtkoppler **251** an das Netz **230** angekoppelt.

**[0039]** Am Funkanschlußserver **210** wird das 30,0–30,7-MHz-Signal **297** des Aufwärtsfrequenzbandes durch Richtkoppler **215** an das Filter **216** angekoppelt. Die Ausgabe des Filters **216** wird dem Mischer **217** unter Verwendung des Signals von PO **218** demoduliert, durch Filter **219** gefiltert und durch Verstärker **220** verstärkt. Die Signalausgabe des Verstärkers **220** wird im Mehrkanalempfänger **204** des Sender/Empfängers **201** in ein Digitalsignal umgewandelt und über Digitalleitungen **202** zum Koppelnetz **202A** gesendet.

**[0040]** Nach der Darstellung in [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) wird vom Funkanschlußserver **210** das Frequenzband 1 (mit dem Frequenzband 480,0–480,7) bearbeitet. Auf das Frequenzband 1 kann von jedem der Funkanschlüsse RP1–RPM zugegriffen werden, die an das Netz **230** angeschlossen sind. In der Annahme, daß das Frequenzband 1 10 Kanäle aufnehmen kann, kann die Steuereinheit **221** dynamisch 10 Kommunikationskanäle unter den Benutzern in durch Funkanschlüsse RP1–RPM bedienten Mikrozellen M1–MM zuweisen. So kann jeder der Funkanschlüsse RP1–RPM bis zu 10 aktive Benutzer versorgen, solange wie die Gesamtzahl der durch Funkanschlüsse RP1–RPM bedienten aktiven Benutzer **10** aktive Benutzer nicht überschreitet.

**[0041]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) wird beschrieben, wie ein Server **350** (mit mehreren Funkanschluß-Gruppenservern **301**, **302** und **303**) über den Koppler **314** das Verteilungsnetz **320** und Funkanschlüsse A1–A4, B1–B3 und C1–C2 gemeinsam benutzen kann. In der [Fig. 3](#) arbeiten Gruppenserver **301**, **302** und **303**, Sender/Empfänger-Hardwareressourcen **307**, **308** und **309** und Funkanschlüsse A1–A4, B1–B3 und C1–C2 auf die gleiche Weise wie vordem in der [Fig. 2](#) beschrieben. Der Server **350** ist über die örtliche Funkanschlußsteuerung **340** mit der Vermittlungsstelle **300** verbunden.

**[0042]** In der [Fig. 3](#) wird der Vorschlag zur Verwendung von dynamischem FDMA zum Erreichen dynamischer Simultansendung beschrieben. Jeder Simultansendungs-Gruppenserver **301–303** ist auf sein eigenes entsprechendes Kabelfrequenzband **304–306** abgebildet und ihm jeweils eine Menge von Sender/Empfänger-Hardwareressourcen **307–309** zugeteilt. In jedem Gruppenserver wird das Netzband und

die Hardwareressourcen von allen Benutzern in den zur Gruppe gehörenden Mikrozellen gemeinsam benutzt. So kann für ein FDMA-Funkschnittstellenformat ein Benutzer in einer durch Funkanschluß A1 bedienten Mikrozelle einen Frequenzkanal **311** benutzen und diesen Kanal aufrechterhalten, wenn er sich in einer anderen Mikrozelle in der gleichen Simultan-sendungsgruppe wie beispielsweise die durch Funkanschluß A2 bediente Mikrozelle bewegt. Bei TDMA- und CDMA-Funkschnittstellenformaten wird der Netzkanaal durch einen Zeitschlitz bzw. einen Benutzercode bestimmt. Weiterhin können alle durch Funkanschluß A1 bedienten Benutzer alle Kanäle des dem Server A301 zugeteilten Frequenzbandes A304 für sich beanspruchen, ohne Kanäle für Benutzer in den durch Funkanschlüsse A2, A3 und A4 bedienten Mikrozellen zu belassen. Die gesamte Frequenzkanalzuteilung zum Server A301 kann daher willkürlich unter den Funkanschlüssen A1, A2, A3 und A4 geteilt werden. Dies ist dasselbe wie feste Simultansendung.

**[0043]** Entsprechend dem Merkmal der dynamischen Simultansendung der vorliegenden Erfindung kann die Zuweisung von Funkanschlüssen als Reaktion auf vorbestimmte Zustände von einem Gruppenserver zu einem anderen geändert werden. Man nehme beispielsweise an, daß der Gruppenserver B302 und seine zugehörigen Funkanschlüsse B1–B3 (Mikrozellen) zur Versorgung einer Landstraße **330** angeordnet sind. Angenommen, der Gruppenserver B302 besitzt genügend Sender/Empfänger-Hardware **308**, um M-Kanäle (bzw. Benutzer) zu bearbeiten. Wie schon bemerkt, können von jedem der Funkanschlüsse B1–B3 bis zu M-Kanäle benutzt werden, solange wie die von allen Funkanschlüssen B1–B3 benutzte Gesamtmenge die dem Gruppenserver B302 zugeteilten M-Kanäle nicht überschreitet. Man nehme nunmehr an, daß in der von Funkanschlüssen B1 und B2 versorgten Mikrozelle ein Verkehrsstau aufgetreten ist, der erhöhten Benutzerverkehr bewirkt, während stromabwärts von dem Verkehrsstau die durch Funkanschluß B3 versorgte Mikrozelle wenig Benutzerverkehr aufweist. Gemäß der vorliegenden Erfindung enthält die Steuerung **318** des Gruppenservers B302 Mittel zum Erkennen, wenn die Anzahl aktiver Benutzer einer vorbestimmten Anzahl M1 gleich ist, die weniger gleich ihrer Benutzerkapazität M ist. Wenn dies eintritt, kommuniziert die Steuerung **318** des Gruppenservers B302 über den Weg **312** mit der Steuerung **317** des Gruppenservers A301, um die Neuzeuweisung des Funkanschlusses B3 zur Servergruppe A301 anzuordnen. Wenn der Gruppenserver A301 mit einer aktiven Benutzerlast von N1 arbeitet, wohl unter seiner maximalen Benutzerkapazität N, kann er gewillt sein, diese Zuweisung des Funkanschlusses B3 anzunehmen, solange wie die sich ergebende Benutzerlast N2 immer noch weniger als N ist. Das Ergebnis ist, daß der Funkanschluß B3 als Funkanschluß A5 als Teil des Gruppen-

servers A301 neu zugewiesen werden würde. Der Gruppenserver B302 wäre dann in der Lage, seine gesamte Benutzerkapazität M unter nur Funkanschlüssen B1 und B2 zu verteilen. Im Ergebnis könnte jeder Funkanschluß B1 und/oder B2 nunmehr zusätzliche Benutzer annehmen.

**[0044]** Sollte der Benutzerverkehr weiter ansteigen, könnte es möglich sein, daß der Gruppenserver B302 den Funkanschluß B1 oder B2 dem Gruppenserver A301 oder einem anderen Gruppenserver C303 neu zuweist, wenn dort überschüssige Kapazität verfügbar wäre. Statt daß die Steuerung **318** des Gruppenservers B302 bei beiden Steuerungen **317** und **319** des Gruppenservers A301 bzw. Gruppenservers C303 nachfragen muß, könnte es praktischer sein, wenn die örtliche Funkanschlußsteuerung **340** den Benutzerverkehr bei Gruppenservern A–C überwacht und die Neuzeuweisungs-Steuerfunktion durchführt. Durch das Merkmal der dynamischen Simultansendung wird jedem Funkanschluß ermöglicht, auf einen beliebigen Mehrkanal-Sender/Empfänger **307–309** des Servers **350** zuzugreifen. Statt daß ein einziger Mehrkanal-Sender/Empfänger von einer festen Menge von Funkanschlüssen gemeinsam benutzt wird wie bei fester Simultansendung werden alle Mehrkanal-Sender/Empfänger des Servers **350** von allen mit dem Server verbundenen Funkanschlüssen gemeinsam benutzt. Dies ergibt eine noch wirkungsvollere Nutzung der Ressourcen des Sender/Empfängers **307/309**, da die teilende Gruppe größer als im Fall der festen Simultansendung ist.

**[0045]** [Fig. 6A](#) zeigt eine Systemsteuerungsarchitektur der vorliegenden Erfindung. Die örtliche Funkanschlußsteuerung **340** ist zusammen mit Steuerung **310** der Vermittlungsstelle **300**, dem Server A350A und einem Funkanschluß **250** dargestellt. Die Steuerungswege (z.B. Bus oder Kanal **602**, **604**, **606**) sind als feine Linien dargestellt, und die Datenwege (z.B. Bus oder Kanal **603**, **605**, **605A**) sind als starke Linie dargestellt. Die Steuerungsteilsysteme **310**, **317**, **340** und **610** verteilt oder an der Funkanschlußsteuerung zentral angeordnet sein. Die verschiedenen Steuerungsteilsysteme **310**, **317** und **340** kommunizieren über einen Steuerungskanal. Ein digitaler Steuerungsbus **602** stellt Steuerungsschnittstellen zwischen der örtlichen Funkanschlußsteuerung **340**, der Vermittlungssteuerung **310** und der Funkanschluß-Gruppenserversteuerung **317** bereit. Zwischen dem Funkanschluß-Gruppenserver und den Funkanschlüssen ist ein Paßband-Steuerungskanal **606** bereitgestellt. Der Paßband-Steuerungskanal **606** könnte durch Verwendung eines Trägers mit gemeinsamer Frequenz auf dem Kommunikationsmedium für alle Funkanschlüsse in einer Gruppe gemeinsam sein. Auch ist es möglich, für jeden Funkanschluß einen festzugeordneten Steuerungskanal aufzuweisen. Nach einem weiteren Aspekt der Erfin-

dung könnten die Steuerungsinformationen den vom Funkanschluß zum Funkanschluß-Gruppenserver transportierten Aufwärts-Funkschnittstellensignalen überlagert sein. Man beachte, daß es möglich ist, die Steuerungsarchitektur des dynamischen Simultansendungssystems ohne Ändern des Funkschnittstellenprotokolls zu implementieren. Der Steuerungskanal **606** wird hauptsächlich dazu benutzt, die dynamische Überwachung von Systemzuständen zu ermöglichen und dynamische Konfiguration durch Ändern der Zuweisung des Funkanschlusses von einem Kabelband (und Funkanschluß-Gruppenserver) zu einem anderen durchzuführen. Die Abschnitte Abwärtstransport **612** und Aufwärtstransport **611** führen ähnliche Funktionen wie die beispielhafte Gruppe von Komponenten (**252–256**) bzw. (**259–263**) in [Fig. 2A](#) durch. Ein Steuerungsbus **613** liefert Schnittstellen zwischen dem Abwärtstransportteil **612**, Aufwärtstransportteil **611** und der Steuerung **610**. Die Steuerung **610** besitzt direkten Zugriff auf das empfangene Aufwärts-Funkschnittstellensignal. Eine mögliche Verwendung dafür besteht in der Bereitstellung einer Funkanschlußsteuerungsfunktion, wobei die Steuerung **610** die HF-Empfangsleistung überwacht. Wenn die HF-Leistung unter einem vorbestimmten Pegel liegt, wie vorkommen würde, wenn es keine aktiven Benutzer in dieser Mikrozelle gibt, könnte die Steuerung **610** durch Ausschalten des Aufwärts-Verstärkers (z.B. **260** der [Fig. 2A](#)) den Funkanschluß in Bereitschaftsbetrieb schalten. Dadurch würde das an den Funkanschluß-Gruppenserver A301 abgegebene Wärmerauschen verringert werden.

**[0046]** Eine weitere Funkanschluß-Steuerungsfunktion kann die Unterstützung des RPIUM-Verfahrens (Radio Port Identification and User Mapping) sein, das hier beschrieben wird. Die Steuerung **610** und der Aufwärtssignal-Transportteil **611** des Funkanschlusses senden zusammen Informationen zurück zur örtlichen Funkanschlußsteuerung **340**, um den von jedem Benutzer benutzten bestimmten Funkanschluß zu identifizieren. RPIUM-Verfahren können mit überlagerter Phasen-, Frequenz- oder Amplitudenmodulation implementiert werden.

**[0047]** [Fig. 6B](#) zeigt beispielsweise ein RPIUM-Verfahren unter Verwendung überlagerter Phaseninformation. Der Aufwärts-Transportteil **611** der [Fig. 6A](#) ist in Abschnitte UT-1 (**625**) und UT-3 (**627**) aufgeteilt. ID-Informationen des Funkanschlusses werden auf einem Steuerungskanal **628** von der Steuerung **610** übertragen und als Phaseninformationen in einer UT-2-Stufe **626** überlagert. Das Signal mit überlagerter Funkidentifikation wird über das Netz **320** hochtransportiert. Vom Funkanschluß-Gruppenserver **301**, der die Simultansendungsgruppe versorgt, zu der der Funkanschluß **250** gehört, wird das Frequenzband der Simultansendungsgruppe ausgewählt und blockweise umgesetzt. Vom Empfänger

**620** wird der Benutzerkanal über das HF-Frontend **623** ausgewählt. In der Funkanschluß-ID-Gewinnungsstufe **622** wird die Funkanschluß-ID-Information gewonnen und über den Bus **624** zur Steuerung **317** gesendet. Diese Informationen können mit den in [Fig. 6A](#) gezeigten verschiedenen Steuerungen geteilt werden, um eine Abbildung der Benutzerverteilung über das Netz zu unterhalten.

**[0048]** Die Benutzerverteilungsinformationen könnten durch andere Mittel als das oben beschriebene RPIUM-Verfahren erhalten werden. Beispielsweise könnten Informationen über die Anzahl von durch einen Funkanschluß **250** bedienten Benutzern durch die gesamte HF-Empfangsleistung an diesem Anschluß geschätzt werden.

**[0049]** Bezugnehmend auf [Fig. 3](#), [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) wird der Steuerungsmechanismus zur Neu-zuweisung eines Funkanschlusses beschrieben. Die Funkanschluß-Gruppenserver A, B und C in der [Fig. 3](#) bedienen Funkanschlüsse A1–A4, B1–B3 bzw. C1–C2. Jeder Funkanschluß-Gruppenserver soll eine Kapazität von 20 Funkbenutzern aufweisen. Aus dem RPIUM-Verfahren besitzt die örtliche Funkanschlußsteuerung **340** eine Abbildung der Benutzerverteilung. In der [Fig. 7A](#) ist eine beispielhafte Verteilung von Benutzern dargestellt. Es gibt 16 vom Server A bediente Benutzer, 6 vom Server B bediente Benutzer und 10 vom Server C bediente Benutzer. Von der Funkanschlußsteuerung **340** wird erkannt, daß über die drei Funkanschluß-Gruppenserver eine Unsymmetrie der Benutzerbelastung besteht und daß der Server A auf 80 Prozent seiner Kapazität läuft. Von der örtlichen Funkanschlußsteuerung **340** wird bestimmt, daß rund 5 Benutzer vom Server A zum Server B überführt werden sollten. Da die Mikrozellen A3 und A4 jeweils 4 Benutzer aufweisen, sind sie gute Kandidaten zur Überführung zum Server B. Aus der in [Fig. 3](#) dargestellten Funkanschlußabbildung ist offenbar, daß die Mikrozelle A3 an die Simultansendungszone des Servers B anschließt, während die Mikrozelle A4 dies nicht tut. So wird von der örtlichen Funkanschlußsteuerung **340** A3 zur Übertragung ausgewählt. Das obige ist nur ein beispielhafter Umkonfigurierungsalgorithmus. Andere Algorithmen könnten dazu benutzt werden, Kriterien wie Lastsymmetrie, Zellenzusammenhang, Stabilität des Algorithmus, Gerechtigkeit, Mobilitätsverfolgung usw. anzusprechen. Auch könnte, wenn keine Benutzerabbildungsinformationen zur Verfügung stehen, ein Algorithmus benutzt werden, der Mikrozellen jeweils einzeln blind überträgt, bis die Last symmetriert ist, benutzt werden.

**[0050]** [Fig. 7B](#) zeigt ein beispielhaftes Steuerungsflußdiagramm zum Implementieren dynamischer Umkonfigurierung zur Übertragung des Funkanschlusses A3 zum Server B wie oben beschrieben. Es wird angenommen, daß das RPIUM-Verfahren in

seiner Funktion folgende Schritte enthält:

- 1 und 2) Die Steuerungen **317** und **318** der Server A bzw. B senden Benutzerinformationen (USER\_INFO) zur örtlichen Funkanschlußsteuerung **340** (LRAC – local radio access controller).
- 3) Nach Bestimmen der zutreffenden Mikrozellen-überführung werden von der LRAC Informationen über verfügbare Kanäle (CHANNEL\_QUERY) von der Steuerung des Servers B angefordert.
- 4) Die Steuerung des Servers B sendet Informationen über ihre verfügbaren Benutzerkanäle (CHANNEL\_INFO) zur LRAC.
- 5) Die LRAC sendet einen Befehl zur Steuerung des Servers B zum Reservieren bestimmter Kanäle (CHANNEL\_RESERVE) für die Benutzer der zu überführenden Mikrozelle.
- 6) Die LRAC informiert die Steuerung des Servers A über die notwendigen Informationen über die neuen Kanäle (NEW\_CHANNEL\_INFO) für die Benutzer der zu überführenden Mikrozelle.
- 7) Die Steuerung des Servers A sendet Informationen über ihre neuen Kanalzuweisungen (NEW\_CHANNEL\_ASSIGN) zu den Benutzern in der zu überführenden Mikrozelle.
- 8) Die Steuerung des Servers A sendet Bestätigung der Abgabe der neuen Kanalzuweisungen (ACKNOWLEDGE) zur LRAC.
- 9) die LRAC sendet einen Befehl zur Funkanschlußsteuerung der zu übertragenden Mikrozelle, um zum Funkanschluß-Gruppenserver B umzuschalten (SWITCH TO SERVER B).

[0051] Bezugnehmend auf [Fig. 5](#) wird eine alternative Ausführungsform des in [Fig. 2A](#) gezeigten Systems beschrieben. Der Funkanschluß-Gruppenserver **500** enthält die Elemente **211–214** und **216–222** des Funkanschluß-Gruppenservers **210** der [Fig. 2A](#). Der Ausgang des Verstärkers **214** ist über den Kondensator **501** zum Modulieren des optischen Senders (z.B. Lasers) **502** gekoppelt. Die modulierte Ausgabe des Lasers **502** durchläuft die Faser **503** und den Richtkoppler (Kombinierer/Teile) **504** zum faseroptischen Verteilnetz **505**. Die Funkanschlüsse RP1–RPM sind über einen oder mehrere Koppler **506** mit dem faseroptischen Netz **505** verbunden. Der Funkanschluß RP1 **510** enthält die Elemente **252–264** des Funkanschlusses **250** der [Fig. 2A](#). Das modulierte optische Signal durchläuft den Richtkoppler **511** zum optischen Detektor **512**, der das optische Signal in ein HF-Signal umwandelt und das Signal an das Filter **252** ankoppelt. Es wird dann wie in [Fig. 2A](#) verarbeitet. Die über die Antenne **258** empfangenen HF-Signale der Mobileinheit werden gefiltert, verstärkt, frequenzumgesetzt (durch **259–261**) und durch Filter **263** an den HF-Verstärker **515** angekoppelt. Der Ausgang des Verstärkers **515** ist über den Kondensator **516** zum Modulieren des optischen Senders (z.B. Lasers) **517** gekoppelt. Das optische Signal durchläuft: die optische Faser **518** und den Richtkoppler **511** zum faseroptischen Netz **505**. Im

Funkanschluß-Gruppenserver **500** durchläuft das modulierte optische Signal den Richtkoppler **504** und wird vom optischen Detektor **519** in ein HF-Signal umgewandelt. Die HF-Signalausgabe wird dann wie schon bei [Fig. 2A](#) beschrieben zum Filter **216** weitergeführt.

[0052] Die in [Fig. 5](#) beschriebene Anordnung ermöglicht die direkte Modulation (und Demodulation) der Intensität eines optischen Lasers durch (und in) HF-Signale und erlaubt Unterträgermultiplexen der Signale über das optische Netz **505**. Der Mehrfachanschluß der Funkanschluß-Gruppenserver wird noch durch FDMA der intensitätsmodulierten Signale erreicht. Es könnten andere optische Modulationsverfahren wie beispielsweise Phasen- oder Frequenzmodulation des optischen Trägers benutzt werden. Die HF-Frequenzen über das Netz können so gewählt werden, daß die Anforderungen an die optischen Sender (Linearität und Frequenzgang) gegenüber denen typischer CATV-Sender gelockert sind.

[0053] Was beschrieben worden ist, ist nur für die Anwendung der Grundsätze der vorliegenden Erfindung beispielhaft. Vom Fachmann können andere Anordnungen und Verfahren implementiert werden.

[0054] Beispielsweise ist in der Beschreibung die Kapazität des Spektrums oder der Hardwareressourcen als Anzahl von Benutzern gemessen worden. Ein allgemeineres Maß der Kapazität ist als Informationsbandbreite, bei dem ein eine hohe Datenrate benutzender Benutzer mehr Kapazität verbraucht, als ein Benutzer mit niedriger Datenrate. Auch sind die überall erwähnten Benutzer nicht auf Endbenutzer begrenzt. Ein Benutzer könnte eine Schnittstelle oder ein Endgerät in einem anderen Kommunikationssystem wie beispielsweise einer Nebenstellenanlage oder einem LAN sein. Das Netz muß hinsichtlich der Anzahl von Benutzern oder Bandbreite auf der Aufwärts- und Abwärtsstrecke symmetrisch sein. Es ist möglich, und kann zu bevorzugen sein, verschiedene Multiplexierungsverfahren und sogar verschiedene Zusammensetzung von Simultansendungsgruppen für die Abwärts- und Aufwärtsstrecke des Kommunikationssystems zu benutzen.

[0055] Die Steuerung zum Überwachen des Systems und zur Zuweisung von Funkanschlüssen zu Funkanschluß-Gruppenservern kann sich irgendwo im System befinden, einschließlich von, aber nicht begrenzt auf, von anderen Systemkomponenten getrennt zu sein, in einer oder einer Anzahl von Funkanschluß-Gruppenservern, in einer oder einer Anzahl von Funkanschlüssen, oder über eine beliebige Kombination der obigen Komponenten verteilt. Die Steuerung kann Zeichengabe- und Steuerungsinformationen zu und von jeder Kombination der Vermittlungsstelle, Funkanschluß-Gruppenserver, Funkanschlüsse und Benutzer übertragen und empfangen.

**[0056]** Die Überwachung der Verkehrslastverteilung über die mehreren Funkanschlüsse kann durch andere Mittel als Funkanschlußkennzeichnung der Auswärtssignale von den Benutzern erreicht werden. Ein anderes verfahren ist die Erkennung der durchschnittlichen HF-Empfangsleistung am Funkanschluß, die bei Leistungssteuerung über die universelle Luftschnittstelle im groben Verhältnis zu der Anzahl aktiver Benutzer in dieser Mikrozone steht. Neuzuweisung eines Funkanschlusses zu einem anderen Funkanschluß-Gruppenserver würde in diesem Fall neue Verbindungsherstellungen für die Benutzer in der neu zugewiesenen Mikrozone erfordern, da der Funkanschluß-Gruppenserver nicht wissen würde, welche Benutzer umgeschaltet werden würden. Die Kennzeichnung des Aufwärtssignals an einem Funkanschluß ist nicht auf eine dem Benutzersignal überlagerte Phasenmodulation begrenzt. Funkanschlußkennzeichnung könnte auch durch Modulieren der Verstärkung des HF-Verstärkers oder der Leistung des programmierbaren Oszillators auferlegt werden, um ein AM-Etikett zu überlagern. Ein FM-Etikett könnte durch Modulieren der Frequenz des programmierbaren Oszillators am Funkanschluß auferlegt werden. Die Funkanschluß-Identifikationskennzeichnung muß nicht auf zu einem Gruppenserver abwärts gesendete Signale begrenzt sein. Es wäre möglich, Signale in der Abwärtsrichtung zu markieren und die Benutzer die Funkanschlußkennzeichnung gewinnen zu lassen. Die Funkbenutzer könnten dann die Funkanschlußkennzeichnungsdaten zu ihrem Aufwärts-Informationssignal hinzufügen.

**[0057]** Auch könnte die Systemsteuerung dynamische Schätzungen der Verteilung von Benutzern statt einer direkten Messung benutzen und die Simultansendungsgruppen dementsprechend umkonfigurieren. Beispielsweise könnte die Steuerung einen stündlichen und täglichen Plan an die Konfiguration der Simultansendungsgruppen anlegen. Der Plan würde aus Benutzerdemographiken und Verkehrsstudien bestimmt werden.

**[0058]** Im Funkanschluß könnte das Filtern, die Frequenzumsetzung und die Übertragung des zutreffenden Kabelbandes durch andere HF-Schaltungen als die in **Fig. 2** gezeigten realisiert werden. Beispielsweise ist möglicherweise eine zweistufige Frequenzumwandlung in einer oder beiden Richtungen notwendig, um die Umsetzung mit standardmäßigen Spiegelselektionsfiltern zu bewirken. Bei einer zweistufigen Umwandlung würde entweder einer oder beide Oszillatoren programmierbar sein. Wenn im geteilten Breitbandmedium zutreffende Frequenzbänder zur Verfügung stehen, wäre es möglich, einen einzigen programmierbaren Oszillator für Abwärts- wie auch Aufwärtsmischer zu benutzen. Als Alternative könnte die Frequenzbandauswahl mit einem programmierbaren Hochleistungsfilter oder Filterfolge erzielt werden.

**[0059]** Das System ist nicht auf Systeme begrenzt, die FDD (frequency-division-duplex) über die Luft und über das gemeinsam benutzte Breitbandmedium benutzen. Obgleich dies der einfachste Fall ist, könnte jede Kombination von Zeitduplex (TDD – time-division duplex) und FDD über das Kabel und über die Luft berücksichtigt werden. Beispielsweise könnte das System mit einem Oszillator am Funkanschluß, dessen Frequenz synchron zu den Aufwärts- und Abwärts-Zeitrahmen eines universellen Zeitduplex-Funkformats verschoben wird, mit FDD über das Transportmedium und TDD über die Luft betrieben werden.

**[0060]** Der Mehrfachzugriff der Funkanschluß-Gruppenserver über das gemeinsam benutzte Breitbandmedium ist nicht auf FDMA begrenzt. Die Funkanschluß-Gruppenserver könnten sich den Zugang unter Verwendung von CDMA oder TDMA teilen. Im Fall von CDMA würde jeder Funkanschluß-Gruppenserver seinen eigenen Code aufweisen und die Funkanschlüsse dieser Simultansendungsgruppe würden ihr Signal durch Korrelation mit dem zutreffenden Code auswählen. Es ist nicht nötig, daß das Abwärts- und Aufwärtsmultiplexen der gleichen Art ist.

**[0061]** Es gibt eine beliebige Anzahl von Verfahren, mit denen die Steuerung Informationen beschaffen würde, um über die Verteilung von Mikrozellen unter den Simultansendungsgruppen zu entscheiden. Neben den bereits erwähnten könnte die Steuerung einfach die Anzahl aktiver Kanäle in einem Funkanschluß-Gruppenserver überwachen. Wenn sie der Kapazität nahe kommt, könnte die Steuerung Funkanschlüsse in dieser Gruppe zu anderen Servern überführen, bis die Last symmetrischer ist. Auch würde, wenn Frequenzplanung über die Luft stattfindet, bei der jede Mikrozone einen Bruchteil der gesamten Funkbandbreite überträgt, um Interferenz unter einem annehmbaren Pegel zu halten, die vom Benutzer benutzte Funkfrequenz einige Informationen zur Benutzerabbildung bereitstellen.

### Patentansprüche

1. Kommunikationssystem mit folgendem:  
 einem ersten Funkanschluß-Gruppenserver (**302**) mit einer Informationskapazität, die eine vorbestimmte Informationskapazität M zum Kommunizieren über ein Übertragungsmedium (**320**) zu einer ersten Menge von Funkanschlüssen (B1–B3) nicht überschreitet, wobei jeder Funkanschluß zum Kommunizieren mit einem oder mehreren Funkbenutzern über eine Funkstrecke angeordnet ist, wobei die Informationskapazität M unter der ersten Menge von Funkanschlüssen (B1–B3) geteilt wird, und  
 einem zweiten Funkanschluß-Gruppenserver (**301**) zum Kommunizieren über das Übertragungsmedium (**320**) und mit einer zweiten vorbestimmten Informati-

onskapazität N, gekennzeichnet durch eine Steuerung (340) zum Kommunizieren mit der ersten Menge von Funkanschlüssen als Reaktion auf einen erkannten vorbestimmten Zustand zum Bewirken, daß ein erster Funkanschluß Zuweisung von dem ersten Gruppenserver (302) zum zweiten Gruppenserver (301) ändert, so daß der erste Funkanschluß mit dem zweiten Gruppenserver (301) unter Verwendung einer Informationskapazität kommuniziert, die die zweite vorbestimmte Informationskapazität N nicht überschreitet.

2. Kommunikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (340) Steuerungsinformationen einschließlich der Änderung der Zuweisung des ersten Funkanschlusses zu dem ersten Gruppenserver (302) übermittelt.

3. Kommunikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Gruppenserver (301) zu einer zweiten Menge von Funkanschlüssen (A1–A4) kommuniziert, wobei jeder Funkanschluß der zweiten Menge zum Kommunizieren mit einem oder mehreren Funkbenutzern über eine zweite Funkstrecke mit einer Informationskapazität, die die zweite vorbestimmte Informationskapazität N nicht überschreitet, angeordnet ist, wobei die zweite vorbestimmte Informationskapazität N sowohl unter der zweiten Menge von Funkanschlüssen (A1–A4) und dem im zweiten Gruppenserver (301) zugewiesenen ersten Funkanschluß aufgeteilt ist.

4. Kommunikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte Zustand besteht, wenn die von der ersten Menge von Funkanschlüssen (B1–B3) benutzte Informationskapazität eine vorbestimmte Kapazität M1 weniger als M erreicht.

5. Kommunikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Menge von Funkanschlüssen (B1–B3) folgendes einschließt: programmierbare Mittel zum Auswählen eines Frequenzbandes (B) zum Kommunizieren mit dem ersten Gruppenserver (302) als Reaktion auf ein empfangenes Steuerungssignal und Frequenzwandler zum Umwandeln zwischen dem ausgewählten Frequenzband (B) und einem zum Kommunizieren mit den Funkbenutzern benutzten Frequenzband (A).

6. Kommunikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste (302) und zweite (301) Gruppenserver mit einer Vermittlungsstelle (300) verbunden sind, wobei der erste und zweite Gruppenserver folgendes enthält: Sender/Empfängermittel zum Umwandeln zwischen zum Kommunizieren mit der ersten Menge von Funkanschlüssen (B1–B3) über das Übertragungsmedium

(320) benutzten Kommunikationssignalen und zum Kommunizieren mit der Vermittlungsstelle (300) benutzten Digitalsignalen.

7. Kommunikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Funkbenutzer ein Funkanschluß-Identifikationskennungssignal übermittelt, um dem ersten Gruppenserver (302) zu ermöglichen, zu bestimmen, welcher Funkanschluß durch jeden Funkbenutzer benutzt wird.

8. Kommunikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Abwärtssignal vom ersten Gruppenserver (302) zu der ersten Menge von Funkbenutzern über ein erstes Frequenzband des Übertragungsmediums geführt wird, frequenzmäßig an den Funkanschlüssen der ersten Menge umgesetzt wird und zu Funkbenutzern in der ersten Menge ausgestrahlt wird, und wobei ein Aufwärtssignal von der ersten Menge von Funkbenutzern durch mindestens einen der ersten Menge von Funkanschlüssen (B1–B3) empfangen wird, frequenzmäßig am Funkanschluß in das erste Frequenzband des Übertragungsmediums umgesetzt wird und zum ersten Funkanschluß-Gruppenserver geführt wird.

9. Kommunikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Funkbenutzer ein mobiles Funkendgerät ist, das sich aus dem Funkstreckenversorgungsbereich eines Funkanschlusses (B1–B3) in einen anderen bewegt.

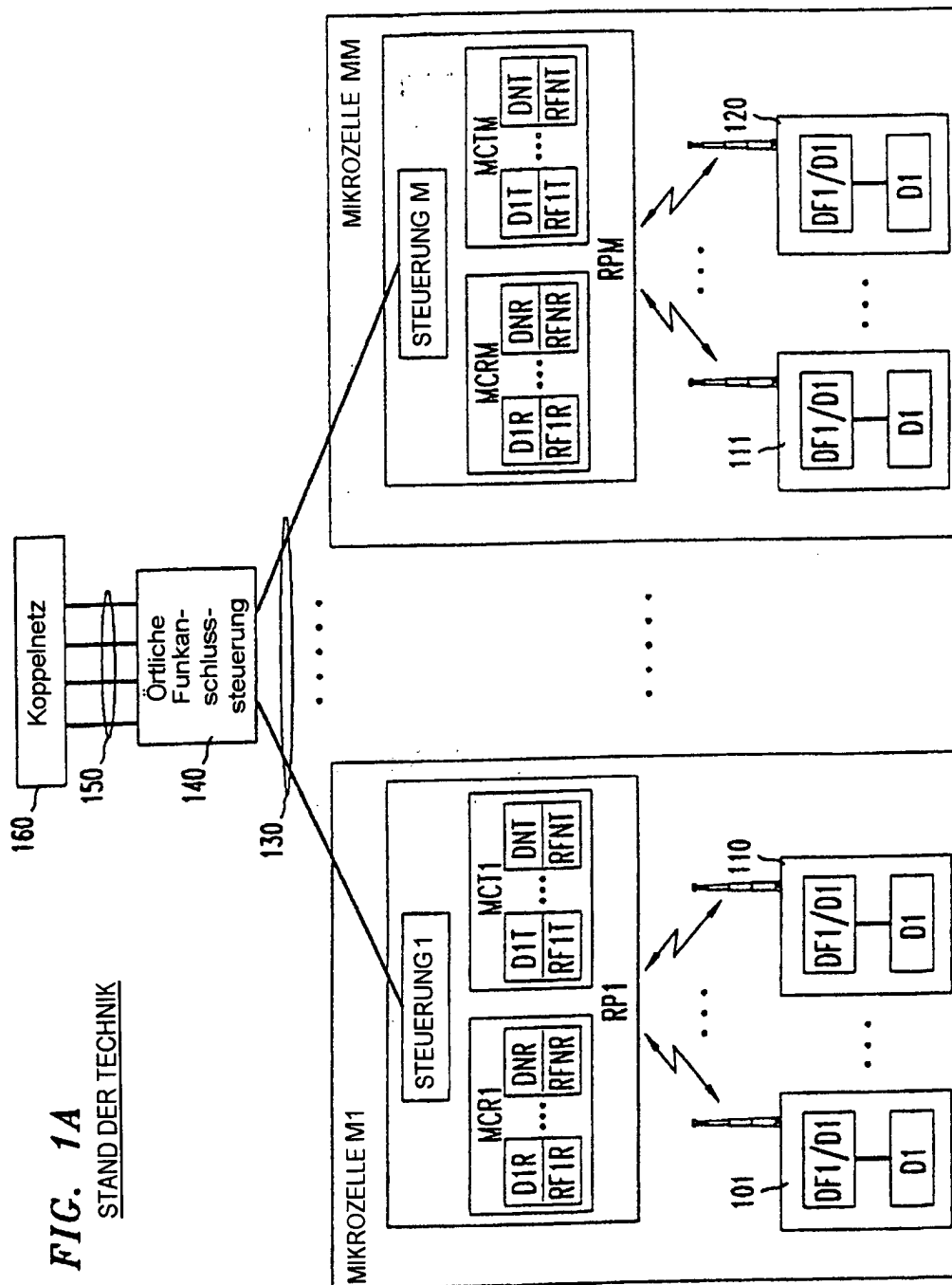
10. Verfahren zum Betreiben eines Kommunikationssystems mit folgenden Schritten: an einem ersten Funkanschluß-Gruppenserver (302), Kommunizieren über ein Übertragungsmedium (320) zu einer ersten Menge von Funkanschlüssen (B1–B3) mit einer Informationskapazität M, die unter der ersten Menge von Funkanschlüssen geteilt wird;

an jedem Funkanschluß, Kommunizieren mit einem oder mehreren Funkbenutzern über eine Funkstrecke mit einer Informationskapazität, die M nicht überschreitet; an einem zweiten Funkanschluß-Gruppenserver (301), und Kommunizieren über das Übertragungsmedium (320) mit bis zu einer Informationskapazität N, gekennzeichnet durch folgendes:

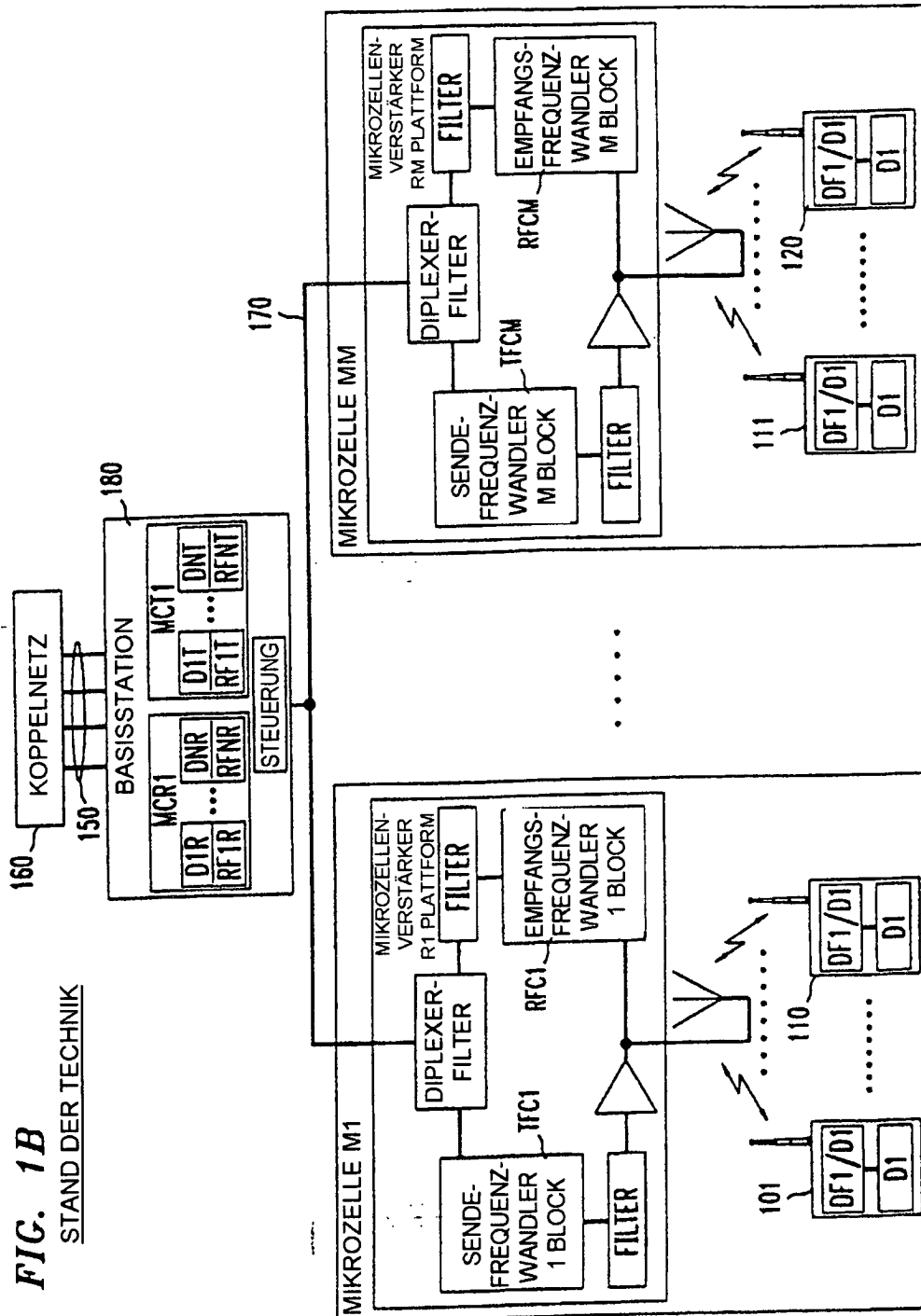
an einer Steuerung (340), Kommunizieren mit der ersten Menge von Funkanschlüssen (B1–B3) als Reaktion auf einen erkannten vorbestimmten Zustand, zum Bewirken, daß ein erster Funkanschluß Zuweisung vom ersten Gruppenserver (302) zum zweiten Gruppenserver (301) ändert, so daß der erste Funkanschluß mit dem zweiten Gruppenserver unter Verwendung einer Informationskapazität kommuniziert, die N nicht überschreitet.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen



**FIG. 1B**  
STAND DER TECHNIK



**FIG. 2A**

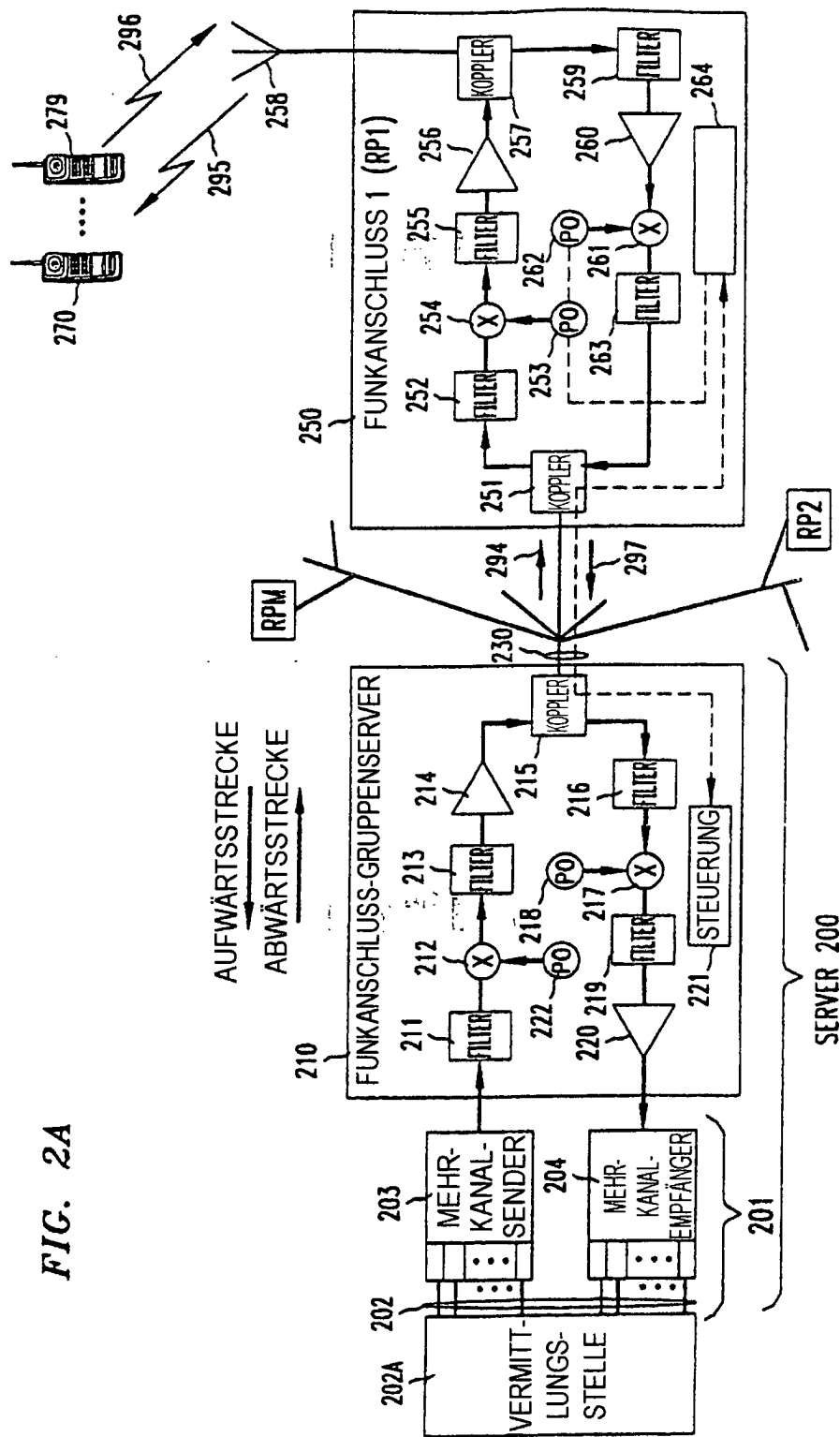
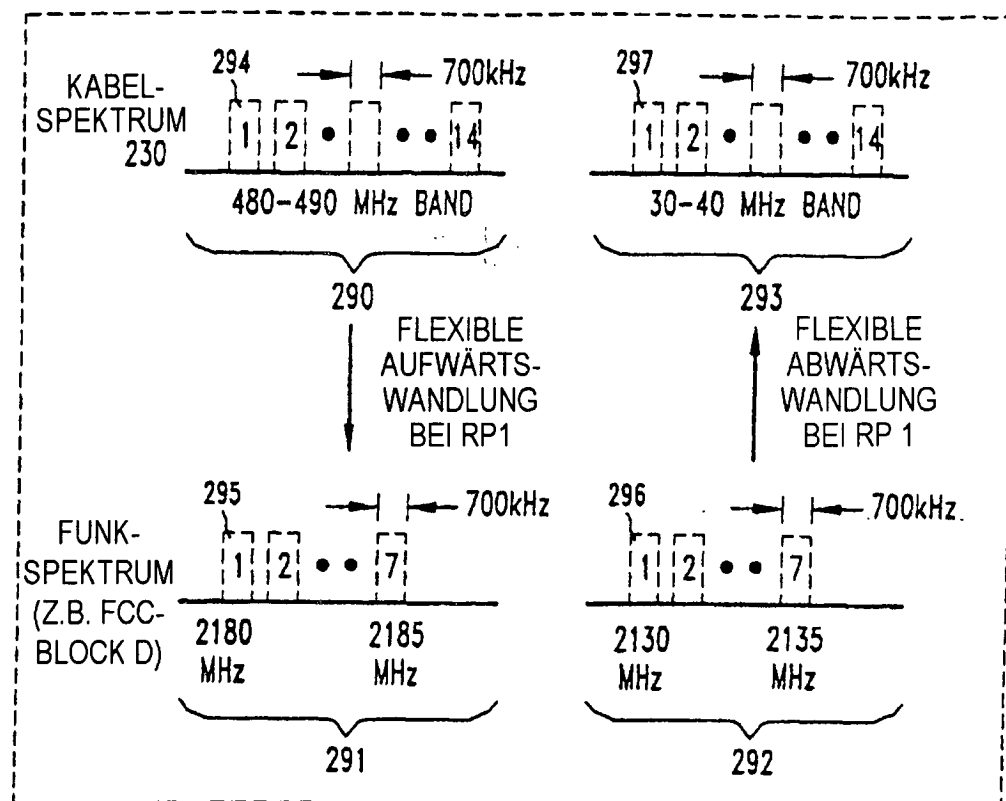
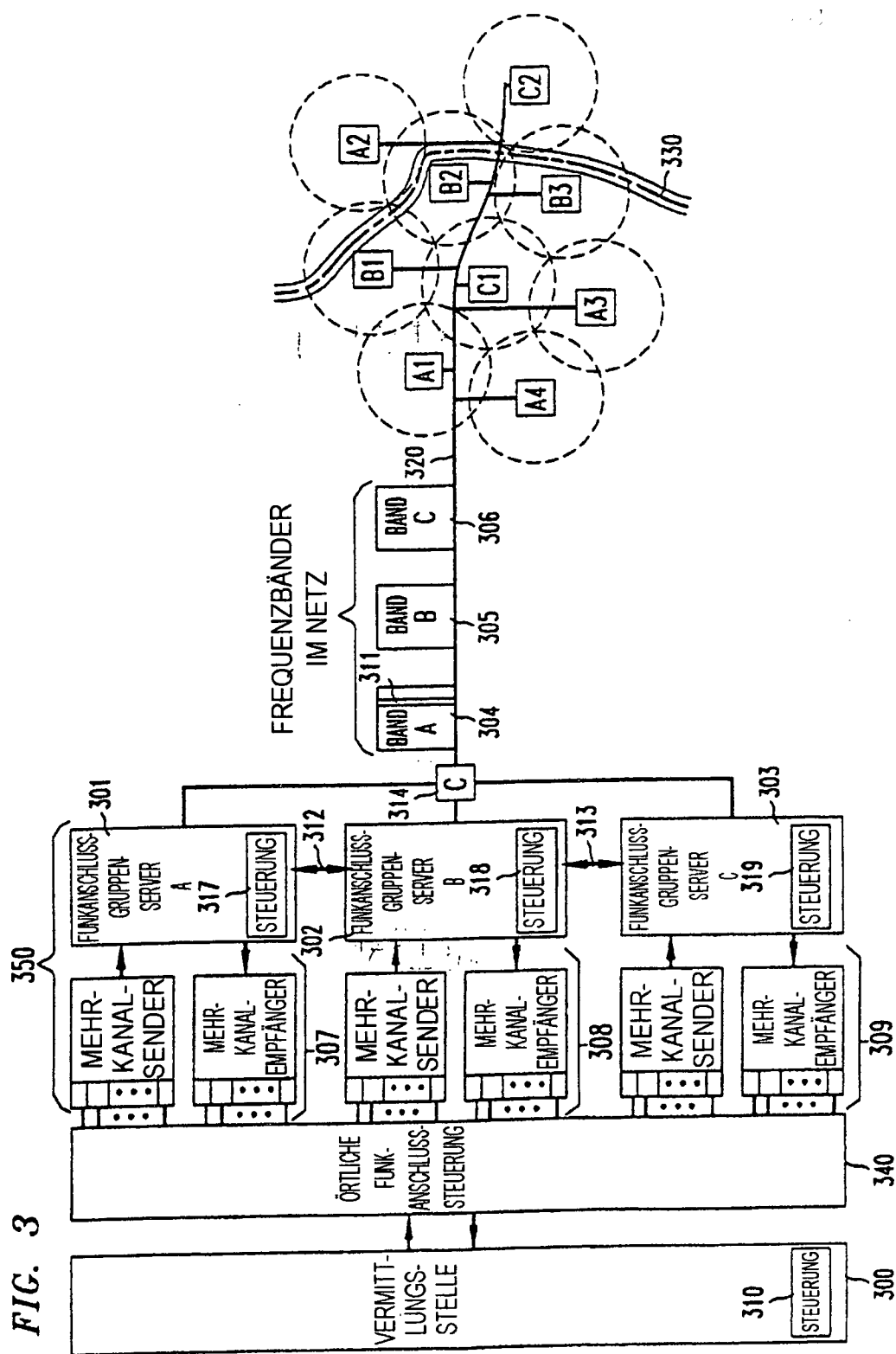


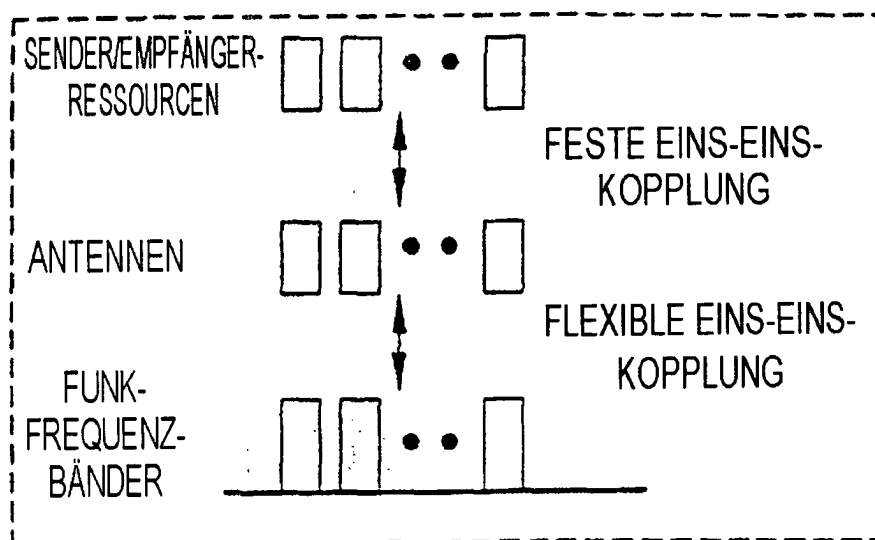
FIG. 2B





**FIG. 4A**

STAND DER TECHNIK



**FIG. 4B**

STAND DER TECHNIK

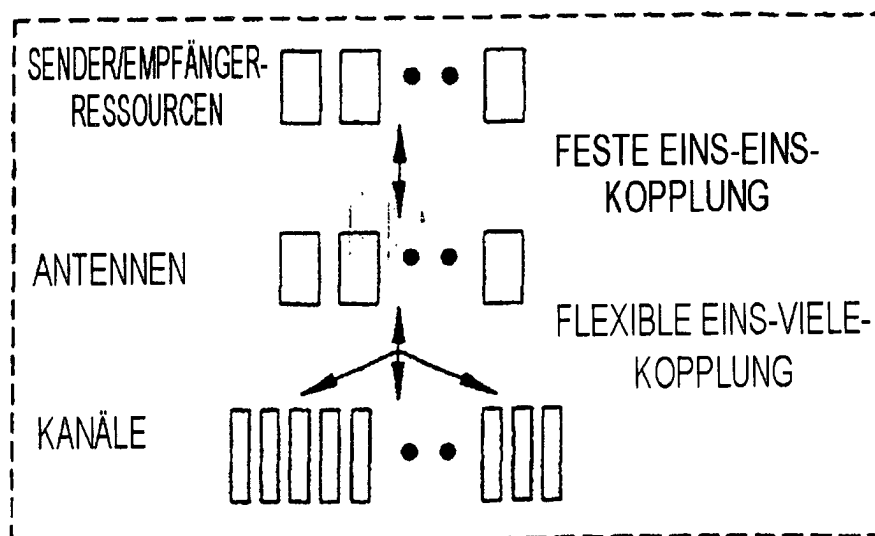
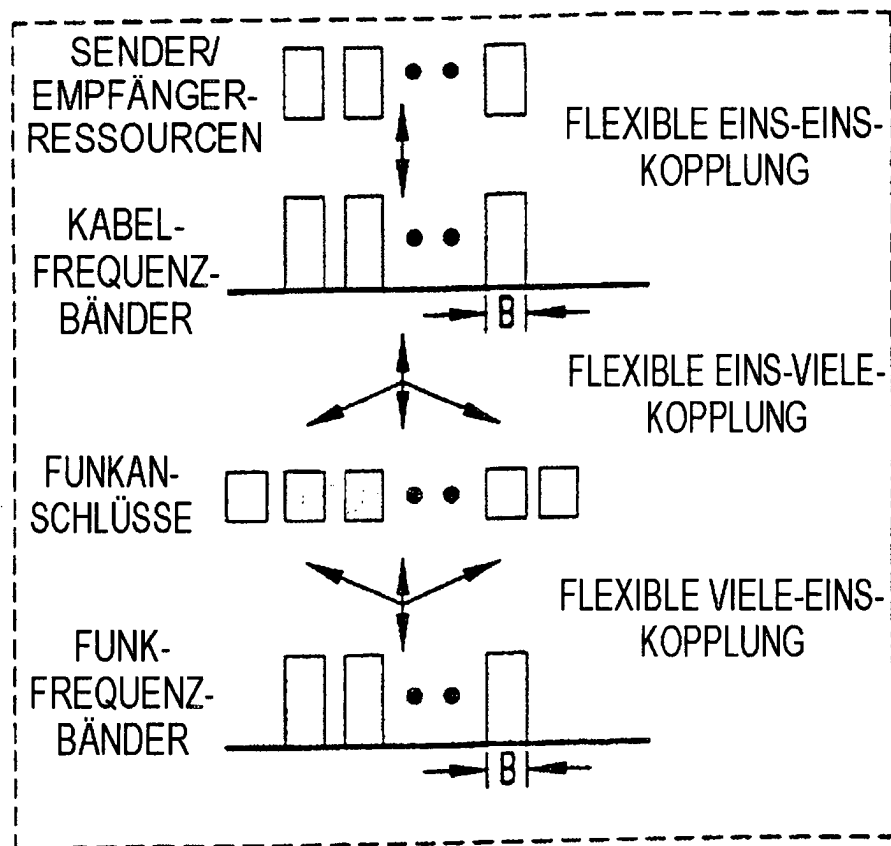


FIG. 4C



**FIG. 5**

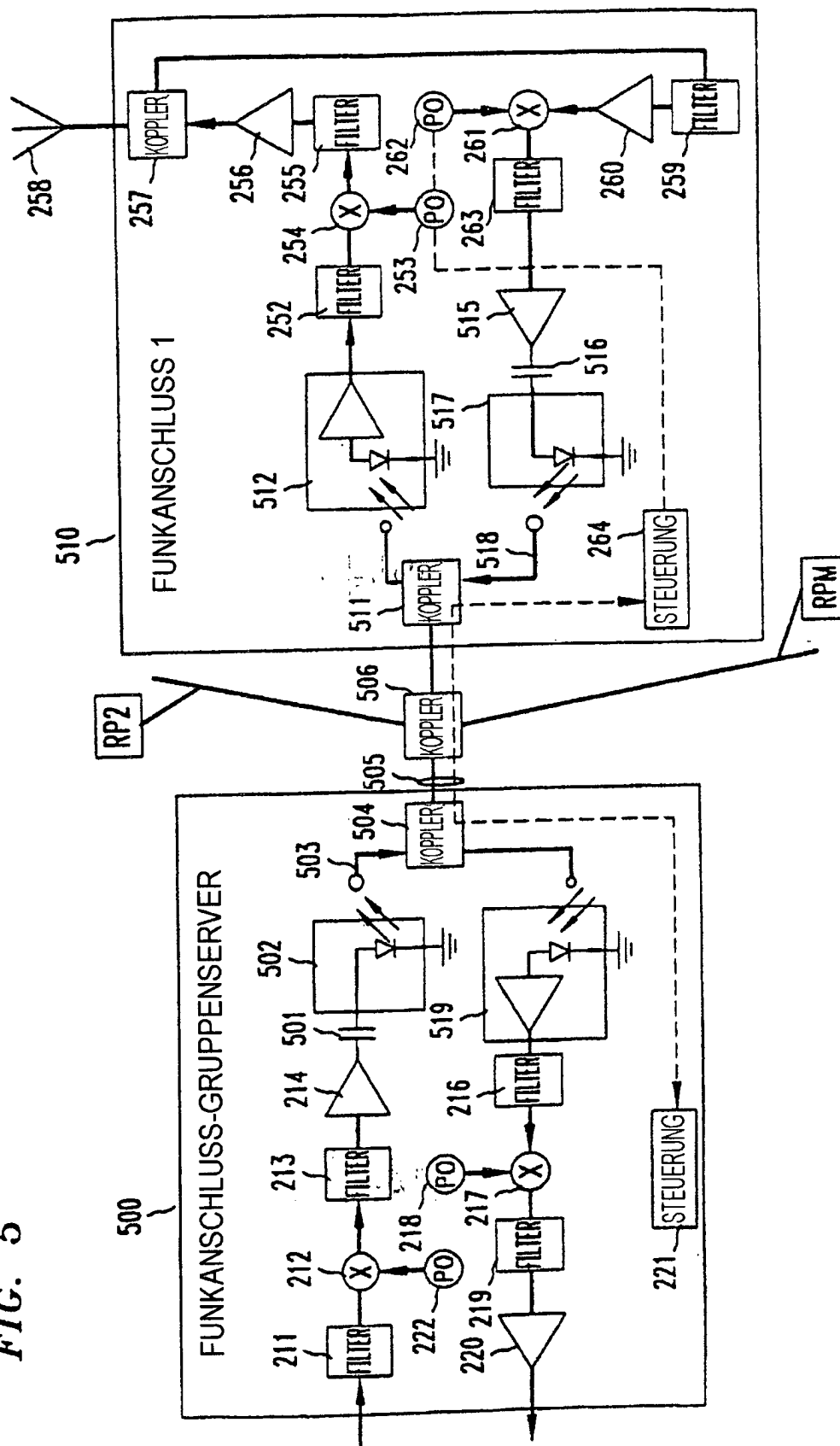


FIG. 6A

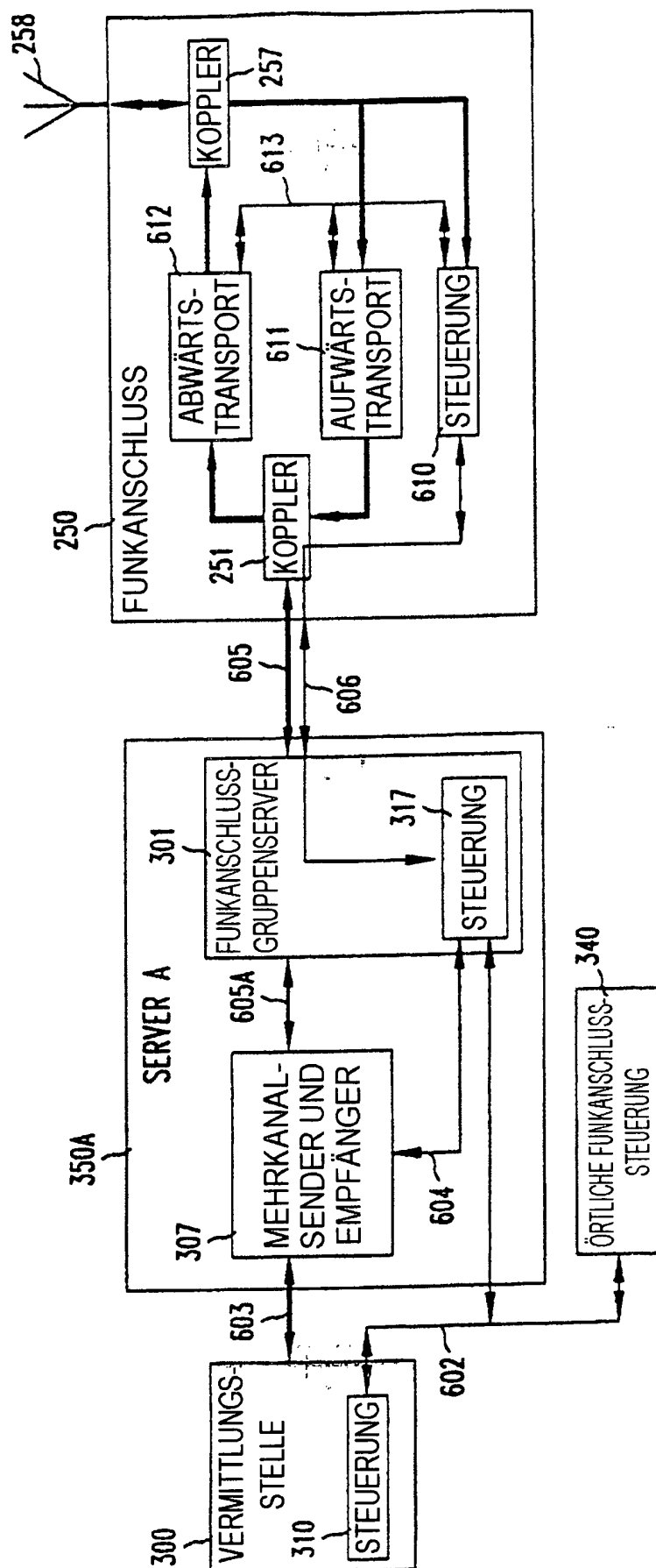


FIG. 6B

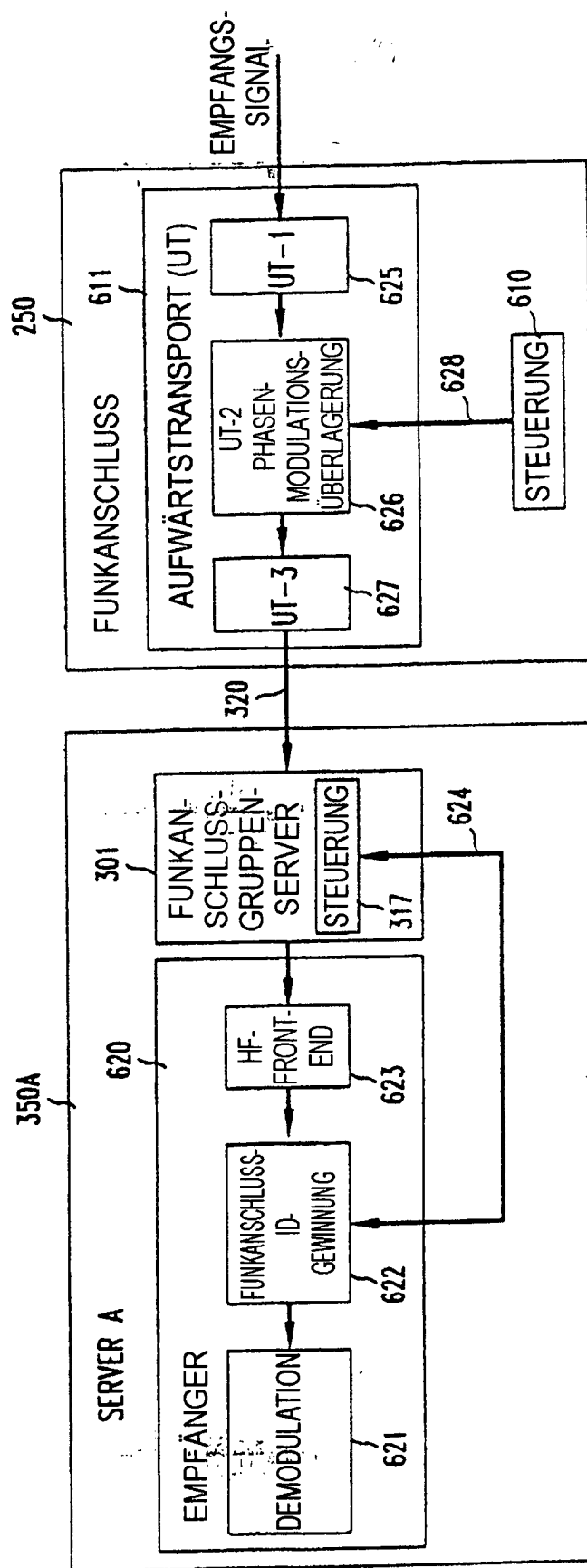


FIG. 7A

| FUNK-ANSCHLUSS-GRUPPEN-SERVER | GESAMTZAHL BEDIENTER BENUTZER | MIKROZELLE | BENUTZER IN MIKROZELLE | NACHBAR-SERVER-VERSORGUNGS-BEREICH |
|-------------------------------|-------------------------------|------------|------------------------|------------------------------------|
| A                             | 16                            | A1         | 6                      | B,C                                |
|                               |                               | A2         | 2                      | B                                  |
|                               |                               | A3         | 4                      | B,C                                |
|                               |                               | A4         | 4                      | C                                  |
| B                             | 6                             | B1         | 4                      | A,C                                |
|                               |                               | B2         | 1                      | A,C                                |
|                               |                               | B3         | 1                      | A,C                                |
| C                             | 10                            | C1         | 7                      | A,B                                |
|                               |                               | C2         | 3                      | B                                  |

FIG. 7B

