



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 35 615 T2** 2008.07.10

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 779 991 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 35 615.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US95/11067**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 943 324.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1996/008908**

(86) PCT-Anmeldetag: **31.08.1995**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **21.03.1996**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.06.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **10.10.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.07.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G01S 3/02** (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)

H04L 1/06 (2006.01)

H04Q 7/38 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

301230 06.09.1994 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, IE, IT, LI, NL, SE

(73) Patentinhaber:

**InterDigital Technology Corp., Wilmington, Del.,
US**

(72) Erfinder:

**BOLGIANO, D. Ridgely, Gladwyne, PA 19035, US;
LAVEAN, Gilbert E., Reston, VA 22091, US**

(74) Vertreter:

Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München

(54) Bezeichnung: **VERTEILSYSTEM FÜR DRAHTLOSES TELEFON MIT RAUM- UND ZEITDIVERSITY**

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

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft drahtlose Zweiweg-Kommunikationssysteme. Insbesondere betrifft die Erfindung drahtlose Telefonsysteme mit Raumdiversitäts-Antennen und Zeitdiversitäts-Signalübertragung zur Verringerung des Signalschwunds und zur Messung der Teilnehmerposition.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Drahtlose Funkkommunikation unterliegt nachteiligen Auswirkungen des Signalschwunds, wobei der Signalpegel beim Empfänger aus einer Vielzahl von Gründen vorübergehend in der Stärke abnimmt, wie z. B. durch variable Mehrwegreflexionen („Multipath Reflections“), die eine Signallöschung bewirken, sowie durch einen im Zeitverlauf variierenden Übertragungsverlust wegen atmosphärischer Bedingungen und durch die Bewegung des mobilen Empfängers, wodurch Beeinträchtigungen im Signalpfad eingeführt werden, usw. Signalschwund verursacht schlechten Empfang, Störungen oder in extremen Fällen einen Verlust der Rufverbindung.

[0003] Bereits bekannt ist die Verwendung verschiedener Formen von Signaldiversität zur Reduzierung des Fadings. Entsprechend der Angabe im US-Patent 5,280,472 mildert Signaldiversität beispielsweise die beeinträchtigenden Auswirkungen des Fadings. Es gibt drei Haupttypen von Diversität: Zeitdiversität, Frequenzdiversität und Raumdiversität.

[0004] Zeitdiversität wird über die Verwendung von Wiederholung, Interleaving oder Fehlerkorrekturkodierung erreicht, die eine Form der Wiederholung ist. Fehlererkennungsverfahren in Verbindung mit automatischer Neuübertragung stellen eine Form von Zeitdiversität bereit.

[0005] Bei der Frequenzdiversität wird Signalenergie über eine breite Bandbreite verteilt, um den Signalschwund zu bekämpfen. Die Frequenzmodulation (FM) ist eine Form von Frequenzdiversität. Eine weitere Form von Frequenzdiversität ist das Codeteilungsmultiplexverfahren (CDMA/Code Division Multiple Access), das auch als gespreiztes Spektrum bekannt ist. Wegen der ihm eigenen Natur eines Breitbandsignals ist CDMA im Vergleich zu einem Schmalbandsignal weniger anfällig für Fading. Da das Fading zu einem beliebigen Zeitpunkt generell nur in einem Teilbereich des Funkspektrums auftritt, ist ein Signal mit gespreiztem Spektrum in Bezug auf die nachteiligen Auswirkungen des Signalschwunds von Natur aus widerstandsfähig.

[0006] Raumdiversität wird durch die Übertragung

oder den Empfang des gleichen Signals mit mehr als einer, geografisch getrennt angeordneten Antenne bereitgestellt. Raumdiversität stellt wechselnde Signalfade bereit, um zu verhindern, dass ein beliebiger Pfad zu einem beliebigen Zeitpunkt Signalschwund unterliegt. Raumdiversität erzeugt auch eine gewisse Zeitdiversität, da der Empfänger das gleiche Signal durch kleine Verbreitungsverzögerungen getrennt empfängt. Die Differenz bei der Verbreitungsverzögerung bedingt, dass der Empfänger zwischen den eingehenden Signalen diskriminieren können muss. Eine Lösung ist die Verwendung mehrerer Empfänger, d. h. eines Empfängers für jedes eingehende Signal. Aus dem US-Patent 5,280,472 ist beispielsweise die absichtliche Einführung von im Vergleich zu einem Informationssymbol relativ kleinen Verzögerungen in ein Raumdiversität-Mehrantennen-CDMA-System bekannt, um künstliche Mehrwege-Zeitdiversität-Signale zu erzeugen, die größer als eine Chip-Verzögerung bis hin zu mehreren Chips (Bits) sind. CDMA-Systeme können zwischen mehreren identischen Signalen unterscheiden, die mit unterschiedlichen Verbreitungsverzögerungen, die größer als eine Chip-Verzögerung sind, beim Empfänger eingehen. Derartige Empfänger sind als Rake-Empfänger bekannt. Systeme nach dem bisherigen Stand der Technik erfordern jedoch mehrere CDMA-Empfänger, wobei für jedes separat empfangene CDMA-Signal ein CDMA-Empfänger benötigt wird. Es ist wünschenswert, ein System zum Empfang von Zeitdiversität-CDMA-Signalen bereitzustellen, das nicht mehrere CDMA-Empfänger erfordert.

[0007] Die Messung oder Bestimmung der Position von mobilen Einheiten ist bereits bekannt. Bei einigen Systemen messen feste Antennen die mobile Position. Bei anderen Systemen bestimmt die mobile Einheit ihre Position aus mehreren empfangenen Signalen. Bei einem Zweiwegesystem ermöglicht die Kommunikationsverbindung sowohl dem mobilen Teilnehmer als auch dem festen System den Austausch von Positionsdaten. Verschiedene bereits bekannte Systeme verwenden Satelliten oder eine Vielzahl von Antennen zur Bereitstellung von Informationen zur Position eines mobilen Teilnehmers. Beispielsweise kann eine Vielzahl direktonaler Empfangsantennen verwendet werden, um die Position eines mobilen Senders zu triangulieren. Bei derartigen Systemen bestimmen die stationären Empfänger die Position der mobilen Teilnehmer; bei anderen Systemen bestimmt der mobile Teilnehmer seine Position aus den empfangenen Signalen. Beispielsweise ist das Globale Positionsbestimmungssystem (GPS) ein Mehrfachsatellitensystem, wobei Signale bereitgestellt werden, die es einer mobilen Teilnehmerstation ermöglichen, ihre Längen- und Breitenposition zu bestimmen. Sowohl Satellitensysteme als auch GPS-Empfänger zum Empfang von Satellitensignalen tendieren jedoch dazu, kostspielig zu sein.

[0008] Die Kombination eines GPS-Empfängers und eines Mobiltelefons ist im US-Patent 5,223,844 dargestellt. Eine derartige Kombination stellt nützliche Dienste bereit, wie z. B. einen Sicherheitsalarmdienst zur Abwehr von Fahrzeugdiebstählen, wobei das Auslösen des Alarms dem Sicherheitsdienst auch die Fahrzeugposition meldet. Generell ist es wünschenswert, ein System bereitzustellen, dass Telefonie- oder Datendienste mit der Positionsbestimmung zu angemessenen Kosten verbindet.

[0009] US-A-5,128,925 offenbart ein System, bei dem Synchronisationssignale von zwei oder mehreren Stationen zur Bestimmung der Position einer mobilen Station verwendet werden.

[0010] Es ist wünschenswert, ein System von Zeitdiversität-Signalen bereitzustellen, wobei das Zeitteilungsmultiplexverfahren (TDMA/Time Division Multiple Access) in verschiedenen Kombinationen mit CDMA und Raumdiversität-Antennen verwendet wird, um eine Vielzahl von Systemen bereitzustellen, die dem Signalschwund widerstehen, die Empfängerkosten reduzieren und die die Positionsbestimmung für mobile Teilnehmer bereitstellen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0011] Diese Erfindung ist in einem drahtlosen Kommunikationssystem ausgeführt, wobei Zeitdiversität und Raumdiversität verwendet werden, um den Signalschwund zu reduzieren und die Empfängerentwicklung zu vereinfachen. Diese Erfindung ist ferner in einem drahtlosen Kommunikationssystem ausgeführt, wobei Zeitabschnittssignale mit dem Codeteilungsmultiplexverfahren (Spreizspektrum) zu Raumdiversität-Antennen übertragen werden, um ein drahtloses Kommunikationssystem bereitzustellen, das die Teilnehmerposition unter Verwendung der gleichen Kommunikationssignale bestimmen kann, die für die primäre drahtlose Kommunikation genutzt werden.

[0012] Insbesondere wird ein Datenpaket, das beispielsweise Sprachtelefonieverkehr enthalten kann, zu drei unterschiedlichen Zeiten von drei unterschiedlichen Antennen übertragen. Der Empfänger empfängt somit das gleiche Datenpaket zu drei verschiedenen Zeiten von drei unterschiedlichen Antennen. Der Empfänger verwendet das beste Datenpaket oder eine Kombination der Datenpakete, um die Auswirkungen des Signalschwunds zu reduzieren.

[0013] Zusätzlich verwendet der Empfänger die absolute und extrapolierte Eingangszeit der drei Datenpakete, um seine Position bezüglich der drei Sendeantennen zu bestimmen. Zunächst wird die absolute Entfernung zu einer Antenne über die für eine Rundreisemeldung (Round Trip Message) benötigte Zeit bestimmt. Anschließend gibt die relative Eingangs-

zeit von Datenpaketen von den beiden anderen Antennen mit Bezug auf eine universelle Zeit die relativen Entfernungen im Vergleich zur ersten Antenne an. Da sich alle drei Sendeantennen an bekannten festen Positionen befinden, berechnet der Empfänger seine eigene Position als Schnittbereich von drei konstanten Distanzkurven (im zweidimensionalen Fall von Kreisen oder im dreidimensionalen Fall als Schnittbereich von drei kugelförmigen Körpern). Alternativ dazu leitet die mobile Teilnehmerstation unaufbereitete Verzögerungsmessdaten zu einer festen Station oder zu einem Positionierungsdienstzentrum zurück, das die mobile Teilnehmerposition berechnet.

[0014] Insbesondere ist die Erfindung in einem System ausgeführt, wobei CDMA verwendet wird, um ein TDMA-Signal zu modulieren, das von drei Raumdiversität-Antennen übertragen wird. Bei einer ersten Ausführungsform werden die TDMA-Signale benutzt, um mehrere Wiederholungen des gleichen Datenpakets von einer Zwischenstation mit drei Raumdiversität-Antennen zu übertragen. Bei einer zweiten Ausführungsform werden die TDMA-Signale benutzt, um mehrere Wiederholungen des gleichen Datenpakets von drei Zwischenstationen zu übertragen, wobei jede Zwischenstation eine der drei Raumdiversität-Antennen umfasst. Die Datenpakete können identisch sein, oder sie können im Wesentlichen die gleichen Informationen enthalten, aber mit unterschiedlichen Spreizcodes oder unterschiedlichen Segmenten des gleichen Spreizcodes moduliert sein.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0015] [Fig. 1](#) ist eine Systemdarstellung eines drahtlosen Telefonieverteilungssystems mit einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Zwischenstation.

[0016] [Fig. 2](#) ist eine Blockdarstellung einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform eines drahtlosen Telefonieverteilungssystems.

[0017] [Fig. 3](#) ist eine Systemdarstellung einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform eines drahtlosen Telefonieverteilungssystems.

[0018] [Fig. 4](#) ist eine Systemdarstellung eines drahtlosen Telefonieverteilungssystems mit einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Zwischenstation.

[0019] [Fig. 5](#) ist eine Systemdarstellung einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform eines drahtlosen Telefonieverteilungssystems.

[0020] [Fig. 6](#) ist eine Blockdarstellung einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform eines drahtlosen Telefonieverteilungssystems.

[0021] [Fig. 7](#) ist eine Zeitablaufdarstellung eines Zeiteilungsmultiplex-Signals, das in erfindungsgemäßer Weise ein Codeteilungsmultiplex-Signal moduliert.

[0022] [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) sind zusammen eine Blockdarstellung einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Zwischenstation.

[0023] [Fig. 10A](#) ist eine Darstellung der Zeitschlitzzuordnung eines erfindungsgemäßen drahtlosen Telefonieverteilungssystems, wobei die Zeiteilungsmultiplexierung und die Codeteilungsmultiplexierung für 6 gleichzeitige Anrufe dargestellt sind.

[0024] [Fig. 10B](#) ist eine Darstellung der Zeitschlitzzuordnung eines erfindungsgemäßen drahtlosen Telefonieverteilungssystems, wobei die Zeiteilungsmultiplexierung und die Codeteilungsmultiplexierung für 12 gleichzeitige Anrufe dargestellt sind.

[0025] [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) sind zusammen eine Darstellung der Zeitschlitzzuordnung eines erfindungsgemäßen drahtlosen Telefonieverteilungssystems, wobei die Zeiteilungsmultiplexierung und die Codeteilungsmultiplexierung für 24 gleichzeitige Anrufe dargestellt sind.

[0026] [Fig. 12](#) ist eine Blockdarstellung einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Zwischenstation.

[0027] [Fig. 13](#) ist eine Blockdarstellung einer erfindungsgemäßen Teilnehmerstation.

[0028] [Fig. 14](#) ist eine Blockdarstellung einer zentralen und integrierten erfindungsgemäßen Zwischenstation.

[0029] [Fig. 15](#) ist eine Blockdarstellung einer Antennenimplementierung der Zwischenstation.

[0030] [Fig. 16](#) ist eine Blockdarstellung einer erfindungsgemäßen verteilten Antennenimplementierung unter Verwendung von Koaxialkabel oder Lichtwellenleiterkabel.

[0031] [Fig. 17](#) ist eine Zeitablaufdarstellung eines Zeiteilungsmultiplex-Signals, das in erfindungsgemäßer Weise ein Codeteilungsmultiplex-Signal moduliert.

[0032] [Fig. 18](#) ist eine Systemdarstellung mit der Wiedergabe einer erfindungsgemäßen verteilten Antennenimplementierung.

[0033] [Fig. 19](#) ist eine Blockdarstellung mit der Wiedergabe eines erfindungsgemäßen Systems, wobei das Standortzentrum außerhalb des Kommunikationssystems angeordnet ist.

[0034] [Fig. 20](#) ist eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems zur Bestimmung des Standorts einer mobilen Teilnehmerstation.

[0035] [Fig. 21](#) ist eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems mit der Wiedergabe eines Verfahrens zur Bestimmung des Standorts einer mobilen Teilnehmerstation.

[0036] [Fig. 22](#) ist eine Zeitablaufdarstellung mit der Wiedergabe eines Verfahrens zur Bestimmung der Entfernung von einer Teilnehmerstation und zu einer Sendezwischenstation.

[0037] [Fig. 23](#) ist eine Zeitablaufdarstellung mit der Wiedergabe eines Verfahrens zur Bestimmung der relativen Entfernungen von einer Teilnehmerstation zu zwei Sendezwischenstationen.

Detaillierte Beschreibung

SYSTEMBESCHREIBUNG – ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 3](#), [Fig. 8](#), [Fig. 9](#)

[0038] Bei einer in [Fig. 1](#) wiedergegebenen ersten Ausführungsform der Erfindung ist ein mobiler Anwender über eine Antenne **10** mit einer CDMA-Zwischenstation **14** verbunden. Die CDMA-Zwischenstation **14** umfasst ferner eine Antenne T, **16**, eine Antenne A, **11**, eine Antenne B, **12** und eine Antenne C, **13**. Die Antennen A, B und C können entweder entsprechend der Darstellung auf separaten Strukturen angebracht sein oder auf einem einzelnen Mast. Die einzige physikalische Anforderung ist, dass der Raum zwischen den Antennen für unkorrelierte Raumdiversität ausreichend sein muss. Während eine Viertel-Wellenlängen-Beabstandung ausreichend sein kann, sind mindestens zehn Wellenlängen vorzuziehen. Bei 1 GHz sind 10 Wellenlängen etwa 30 Fuß [~9,14 m], während bei 5 GHz 10 Wellenlängen etwa 6 Fuß [~1,83 m] entsprechen. Die mobile Teilnehmerantenne **10** (im Folgenden auch als Benutzerendgerätantenne oder als Teilnehmerstationsantenne oder einfach als Antenne U bezeichnet) ist über eine bidirektionale Funkverbindung mit den Antennen A, B und C verbunden. Die CDMA-Zwischenstation **14** ist weiter über eine bidirektionale Funkverbindung durch die Antenne T über eine geeignete Schaltung mit dem herkömmlichen öffentlichen Telefonnetz (PSTN/Public Switch Telephone Network) verbunden.

[0039] Im Betrieb wird Sprachtelefonieverkehr des Vorwärtskanals, der in Datenpaketen an der Antenne T empfangen wird, während des Zeitschlitzes 1 an der Antenne A übertragen, während des Zeitschlitzes 2 an der Antenne B wiederholt und während des Zeitschlitzes 3 an der Antenne C erneut wiederholt. Alle drei wiederholten Datenpakete werden sequenziell an der Antenne **10** empfangen. In der Rückwärtsrich-

tung werden die Datenpakete, die von der Antenne **10** übertragenen Sprachtelefonieverkehr wiedergeben, im Wesentlichen gleichzeitig an den Antennen A, B und C empfangen. Die CDMA-Zwischenstation **14** überträgt die in der Rückwärtsrichtung empfangenen Datenpakete ferner über die Antenne T in das Telefonnetz zurück.

[0040] [Fig. 2](#) ist eine Überblicksdarstellung eines erfindungsgemäßen Systems, dass die unterschiedlichen Verbindungen zwischen dem zugrunde liegenden Netzwerk aufweist, d. h. zwischen dem PSTN-Netz **20** und der Vermittlungsstelle und der Zentraleinheit **22** und den CDMA-Zwischenstationen **26, 28, 30, 32, 34, 36** und **38**.

[0041] Der Benutzer an der CDMA-Teilnehmerstation **42** ist durch die Antenne **10** über Antennen A, B und C mit der CDMA-Zwischenstation **38** verbunden. Die Antenne T, **39**, an der CDMA-Zwischenstation **38** überträgt drahtlosen TDMA-Sprachtelefonieverkehr zur Antenne **25** an der Basisstation **24**. Jede der anderen CDMA-Zwischenstationen ist über eine Vielzahl von Verbindungsmitteln mit der Vermittlungsstelle **22** verbunden. Die Verbindungsmittel W zwischen der TDMA-Basisstation **24** und der CDMA-Zwischenstation **36** sind drahtlose Mittel mit einer TDMA-Kanalstruktur mit sechs TDMA-Schlitzten. Die drahtlose TDMA-Verteilungsverbindung WE kann ein handelsübliches drahtloses Teilnehmeranschlussystem (WLL/Wireless Local Loop) sein wie z. B. das von der Interdigital Communications Corporation vertriebene digitale Funktelefoniesystem Ultraphone®. Die TDMA-Zeitschlitzstruktur wird durch die Zwischenstation geführt, um die Zeitschlitzstruktur für das CDMA-Schlitzsignal bei der Ausgabe bereitzustellen. Die Verbindungsmittel WE entsprechen den Verbindungsmitteln W, wobei es aber vier W-Module gibt, die parallel arbeiten, um eine Basisverbindung für 24 Sprachkanäle bereitzustellen. Die Verbindungsmittel F verwenden ein Lichtwellenleiterkabel, dass die Vermittlungsstelle **22** mit der CDMA-Zwischenstation **32** verbindet, ohne eine drahtlose Basisstation zu durchlaufen. Da die Verbindungsmittel F (Lichtwellenleiterkabel) ein Modem mit einer TDM/TDMA-Kanalstruktur aufweisen, die W und WE ähnlich ist, stellen sie eine einfache Verbindung mit der Zwischenstation bereit. Die Verbindung FT (Lichtwellenleiterkabel mit Standard-T1-Multiplex) zwischen der Vermittlungsstelle **22** und der CDMA-Zwischenstation **30** ist ein Lichtwellenleiterkabel, das einen standardmäßigen T1-Multiplexer als Kanalverbindungsmittel verwendet. Die Zwischenstation, die die WE-Verbindungsmittel einsetzt, kann daher leicht für den Betrieb mit den FT-Verbindungsmitteln angepasst werden. Die Verbindungen C (Koaxialkabel) zur CDMA-Zwischenstation **26** und CT (Koaxialkabel mit standardmäßigem T1-Multiplex) zur CDMA-Zwischenstation **28** sind Kabelmittel, die wie F bzw. FT arbeiten. Die Verbindungsmittel L zur CDMA-Zwischenstation **36**

sind eine konditionierte Leitung, die einen Datenstrom von bis zu 100 kB/s befördert, der die gleiche Struktur hat wie die Verbindungsmittel W des drahtlosen TFMA-Verfahrens. Die Verbindungsmittel LE (nicht dargestellt) verwenden 4 konditionierte Leitungen, um auf die gleiche Weise zu arbeiten wie die Verbindungsmittel WE. Die Verbindungsmittel PG zur CDMA-Zwischenstation **34** sind eine Teilnehmermultiplex-Einrichtung, die in einer Zwischenstation angeschlossen ist.

[0042] Die Verwendung einer Kombination aus OTA-(Over The Air)- und Lichtwellenleiter-/Kabelmedien zur Verbindung mit den Zwischenstationen und einer gemeinsamen Ausgabe-Luftschnittstelle zwischen den Zwischenstationen und den CDMA-Benutzerendgeräten ergibt einer Lösung mit flexibler rascher und wirtschaftlicher Reaktion. Zusätzlich können normaler Telefonleitungen, die für die Übertragung von 64 kB/s bis 100 kB/s eingerichtet sind, auch verwendet werden, um die drahtlose TDMA-Eingabe zur Zwischenstation zu ersetzen. Es ist ferner sehr kostengünstig, die Eingangsseite der Zwischenstation mit dem Ausgang eines Teilnehmermultiplex-Moduls zu verbinden. Da die Luftschnittstelle für alle diese Verbindungsmittel gleich bleibt, wird dieses erweiterte Konzept zu einer sehr kostengünstigen Lösung bzw. Trägereinrichtung.

[0043] Bei der in [Fig. 3](#) wiedergegebenen Systemdarstellung ist der Sprachtelefonieverkehr durch das PSTN-Netz **20** mit einer TDMA-Basisstation **24** verbunden, die die eine Antenne **25** für die Übertragung und den Empfang von TDMA-Signalen hat. Eine Vielzahl von CDMA-Zwischenstationen **44, 46, 48, 50** und **52** stellt drahtlose Telefoniedienste für eine Vielzahl von Teilnehmern **45** und **47** bereit. Jede CDMA-Zwischenstation weist eine Antenne T zum Empfang und zur Übertragung von TDMA-Signalen auf, sowie separate Antennen A, B und C zur Kommunikation mit den mobilen Teilnehmern **45** und **47**. Beispielsweise kann die TDMA-Basisstation **24** einen Bereich von 35 Meilen [~56 km] aufweisen, der zahlreiche CDMA-Zwischenstationen abdeckt. Jede CDMA-Zwischenstation kann typischerweise einen Bereich von fünf Meilen [~8 km] haben und drei Meilen [~4,8 km] beabstandet sein, um eine Mobilfunkabdeckung für den gesamten Bereich bereitzustellen. Der Teilnehmer **45** wird von der CDMA-Zwischenstation **46** bedient, während der Teilnehmer **47** von der CDMA-Zwischenstation **50** bedient wird. Bei der Bewegung von Teilnehmern im System wird eine unterschiedliche CDMA-Zwischenstation zugeordnet, um den betreffenden Teilnehmer zu bedienen.

[0044] Eine alternative Ausführungsform benutzt die vorstehend beschriebenen umfangreichen Verbindungsoptionen, um die drei Antennen, die für die Erzielung der Raumdiversität bei der Übertragung verwendet werden, weiter zu verteilen. Die breitere

Verteilung ermöglicht eine Kompensation nicht nur des Mehrweg-Signalschwunds, sondern auch des Signalschwunds, der auf Blockierungen zurückgeht. Falls beispielsweise der CDMA-Benutzer (Antenne **10** in [Fig. 1](#)) sich hinter einem Gebäude oder einer Anhebung befindet, fällt das Signal aller drei Raumdiversität-Antennen an einer einzelnen Zwischenstation ab.

[0045] Wenn jedoch die Energie in jedem Zeitschlitz entsprechend [Fig. 4](#) von unterschiedlichen Zwischenstationen übertragen wurde, ist es sehr wahrscheinlich, dass das Benutzerendgerät nicht von allen drei Zwischenstationen gleichzeitig blockiert ist. Es ist daher möglich, die Auswirkungen des Signalschwunds aufgrund der Blockierung zu randomisieren und eine Angleichung an Mehrweg-Signalschwund zu erreichen. Die Randomisierung erfolgt, indem der zentrale Controller während des Einrichtungsvorgangs der Anrufe die unterschiedlichen Zeitschlitz auf individueller Basis zuordnet. Bei einer Implementierung unter Verwendung von W- oder WE-Verbindungsmitteln gibt es einen geringen Einfluss auf die Kapazität zwischen den Basisstationen und den Zwischenstationen, doch die Anzahl der TDMA-Empfänger wird erhöht. Es gibt jedoch auch eine Verbesserung der Diversität an der Verbindung zwischen Basisstation und Zwischenstation. Allgemein ausgedrückt heißt dies, dass die Auswirkung auf die anderen fest verdrahteten Verbindungsmittel sogar geringer ist. Ein wesentlicher Vorteil der Verwendung mehrerer Zwischenstationen als Quellen der Sendediversität ist, dass der Benutzer-CDMA-Empfänger die Signalqualität von jeder Zwischenstation bewerten und für individuelle Zeitschlitz einen Handover anfordern kann, wenn bessere Verbindungen gefunden werden, wobei ein sehr zuverlässiger und glatter Übergang bei der Bewegung eines Benutzers durch ein Gebiet bereitgestellt wird.

SYSTEMBESCHREIBUNG – ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM [Fig. 4](#), [Fig. 5](#), [Fig. 6](#), [Fig. 12](#)

[0046] [Fig. 4](#) gibt ein drahtloses Telefonieverteilungssystem mit erweiterter Raumdiversität wieder. Wie zuvor ist eine mobile Benutzerantenne **10** während des Zeitschlitzes 1 mit einer Antenne A, während des Zeitschlitzes 2 mit einer Antenne B und während des Zeitschlitzes 3 mit einer Antenne C verbunden. Jede der Antennen A, B und C ist jedoch an einer separaten dazugehörigen CDMA-Zwischenstation **54**, **56** bzw. **58** angebracht. Insbesondere ist eine Antenne A, **60**, an der CDMA-Zwischenstation **54** bereitgestellt, eine Antenne B, **68**, ist an der CDMA-Zwischenstation **56** bereitgestellt, und eine Antenne C, **64**, ist an der CDMA-Zwischenstation **58** bereitgestellt. Jede der entsprechenden Zwischenstation **54**, **56** und **58** ist über entsprechende Antennen **62**, **70** bzw. **66** mit dem drahtlosen digitalen TDMA-Telefoniesystem verbunden. Die an der Antenne **10** der

Teilnehmerstation von den Antennen A, B und C empfangenen Signale sind ähnlich den bei der in [Fig. 4](#) wiedergegebenen Konfiguration empfangenen Signalen. Wegen der Trennung der Antennen A, B und C an separaten CDMA-Zwischenstationen **54**, **56**, **58** ist die Signaldiversität sowohl beim Senden als auch beim Empfang jedoch stark verbessert.

[0047] Die in [Fig. 6](#) wiedergegebene Systemkonfiguration ist ähnlich der Darstellung in [Fig. 2](#), wobei aber jede CDMA-Zwischenstation entweder eine Antenne A oder eine Antenne B oder eine Antenne C hat. Beispielsweise hat die CDMA-Zwischenstation A, **108**, eine separate Antenne A, **109**. Die CDMA-Zwischenstation **106** hat eine Antenne B, **107**. Entsprechend hat die CDMA-Zwischenstation **104** eine Antenne C, **105**. Somit empfängt die Antenne **10** der CDMA-Teilnehmerstation **112** Signale von jeder der CDMA-Zwischenstationen **108**, **106** und **104**. Die empfangenen Signale sind nach dem Zeitteilungsverfahren multiplexiert, sodass nur eine der Antennen A, B oder C zu einem beliebigen gegebenen Zeitpunkt zur Antenne **10** überträgt. Während der Übertragung stellen die Antennen A, B und C jedoch mehrere nach dem Zeitteilungsverfahren multiplexierte Signale für andere Benutzer bereit.

[0048] Bei dieser Ausführungsform hat jede Zwischenstation nur einen Antennentyp: entweder Antenne A oder Antenne B oder Antenne C. Eine Systemanordnung mit der Abdeckung eines Dienstbereichs ist in [Fig. 5](#) wiedergegeben. Wie zuvor ist das PSTN-Netz **72** mit einer TDMA-Basisstation **74** verbunden, die eine Sendeantenne **75** hat, die ein Gebiet mit einem Durchmesser von ungefähr 35 Meilen [~56 km] abdeckt. Im gesamten Dienstbereich sind CDMA-Zwischenstationen in einer Richtung **84** beabstandet, und sie sind in einer Richtung **86** positioniert, um den Dienstbereich abzudecken. Zur Veranschaulichung ist eine reguläre Anordnung wiedergegeben. In der Praxis sind die CDMA-Zwischenstationen so platziert, dass sie eine Deckung bereitstellen, wobei sich stets eine Vielzahl von Teilnehmern **88**, **90** im Bereich einer Antenne A, B und C befindet. Beispielsweise sind die CDMA-Zwischenstationen **76** und **82** Antennen des Typs A, während die CDMA-Zwischenstation **80** eine Antenne des Typs C und die CDMA-Zwischenstation **78** eine Antenne des Typs B ist. Somit empfängt der Teilnehmer **88** Signale von den CDMA-Zwischenstationen **76**, **78** und **80**, während der Teilnehmer **90** Signale von den CDMA-Zwischenstationen **82**, **78** und **80** empfangen kann.

[0049] Eine Zeitschlitzstruktur zur Verwendung mit dieser Erfindung ist in [Fig. 7](#) wiedergegeben. Sechs Zeitschlitz werden verwendet. Die Zeitschlitz 1 und 2 werden zum Empfang verwendet, und anschließend folgt der Zeitschlitz 3, in dem die Teilnehmerstation sendet, gefolgt vom Zeitschlitz 4, der ebenfalls zum Empfang verwendet wird. Während der Zeit-

schlitze 5 und 6 prüft der CDMA-Empfänger die Übertragung von anderen Zwischenstationen.

VERBINDUNGS-AUFBAU

[0050] Wenn eine Schaltung aufgebaut oder übertragen werden soll, weist die Basisstation ein Frequenzpaar, einen Slot und eine PN-Sequenz für eine Basisstation und eine Zwischenstation zu. Sie überträgt anschließend alle derartigen Zuordnungen zur Zwischenstation und gibt an, welcher Teilnehmer die Schaltung verwenden soll. Während des Verbindungsaufbaus leitet die Zwischenstation die Slot- und die PN-Sequenz-Zuordnungen zur gewünschten Teilnehmerstation. Man betrachte beispielsweise [Fig. 17](#), wobei die TDMA-Zeitschlitz 1 bis 6 jeweils den Benutzern A bis F zugeordnet sind. In einem beliebigen gegebenen Zeitschlitz, z. B. im Zeitschlitz 2, enthält die Nachricht an den Benutzer B Synchronisationsinformationen **1701**, gemeinsam genutzte Steuerungsdaten **1702** für systemweite Funktionen, private Steuerungsdaten **1704** und dedizierten Benutzerverkehr **1705** für den Benutzer B. Der dedizierte Benutzerverkehr **1705** wird während des Verbindungsaufbaus verwendet, um Signalinformationen und Initialisierungsdaten zu übertragen.

VORWÄRTSRICHTUNG

[0051] Die Signalkomprimierung und -dekomprimierung und hinzugefügte Bits für die Vorwärtsfehlerkorrektur (FEC) erfolgen an der Basisstation. In der Vorwärtsrichtung (zur Teilnehmerstation) überträgt die Basisstation kontinuierlich, aber die in jedem Slot enthaltene Information ist an eine bestimmte Teilnehmerstation gerichtet.

[0052] Beispielsweise kann die Basisstation die Information während des Slots 1 auf der Frequenz f_a übertragen. Die Zwischenstation empfängt die Information über die Demodulation des Signals auf der Frequenz f_a während des Slots 1 und die Regeneration der Information nur auf der Symbol- oder Bit-Ebene. Die Zwischenstation führt keine Dekodierung durch (d. h. Fehlerkorrektur, Komprimierung oder Dekomprimierung). Das Konzept der Zwischenstation ist somit vereinfacht, da von der TDMA-Basisstation ein bereits kodierte Signal empfangen wird. Nach der Regeneration auf Symbolebene wird das empfangene TDMA-Signal mit der zugewiesenen PN-Sequenz kombiniert und von der Zwischenstation als CDMA-Signal auf der Frequenz f_p ohne beabsichtigte Verzögerung zur Antenne A zurückübertragen. Die Zwischenstation speichert ferner die von der Basisstation empfangene Information in einem Speicherpuffer. Am Ende der Übertragung durch Antenne A werden die im Speicherpuffer gespeicherten Informationsbits auf eine Fortsetzung des PN-Signals moduliert und durch einen geeigneten Sender zur Antenne B übertragen. Somit wird das identische Infor-

mationssignal unter Verwendung der gleichen PN-Sequenz, jedoch um eine feste Anzahl von Chips heraufgesetzt, zur Antenne B übertragen. Die relative Position oder Phase der PN-Sequenz bezüglich der übertragenen Information ist unterschiedlich. Am Ende der ersten Wiederholung wird die Information im Zeitschlitzpuffer ein drittes Mal ausgelesen, um durch einen geeigneten Sender eine dritte Wiederholung der Information, die durch eine Fortsetzung der PN-Sequenz moduliert ist, mit einer wiederum unterschiedlichen Phase zur Antenne C bereitzustellen.

VERARBEITUNG AN DER TEILNEHMERSTATION

[0053] Die Teilnehmerstation empfängt unter Verwendung des korrekten CDMA-Codes während jedem der drei Zeitschlitz die Wiederholungen des Informationssignals, sodass sie drei identische Wiederholungen des Datenpakets von an unterschiedlichen Standorten angeordneten Antennen empfängt. Die Teilnehmerstation vergleicht anschließend die drei Empfangsvorgänge und wählt denjenigen mit der besten Qualität aus, wobei dies auf der Basis der Bitfehlerrate, der Phasenverzerrung, des Signal-Rausch-Verhältnisses usw. erfolgen kann. Somit wird eine räumliche Sendediversität erreicht. An der Teilnehmerstation wird nur eine Antenne benötigt. Die Teilnehmerstation demoduliert und dekodiert das Signal und führt die Fehlerkorrektur, Dekomprimierung usw. durch. Ein Maximum-Likelihood-Kombinierer kann verwendet werden, um die Leistung aus allen drei Zeitschlitz zu kombinieren. Idealerweise wird die Energie von empfangenen Datenpaketen auf maximale Weise kombiniert, bevor eine Hard Decision erfolgt.

[0054] Während des dritten Zeitschlitzes T3 überträgt die Teilnehmerstation unter Verwendung einer ähnlichen PN-Sequenz wie beim Empfang zur Zwischenstation zurück. Die PN-Sequenz kann die aus dem Empfang (nach der Regeneration) abgeleitete Sequenz sein, oder sie kann lokal auf der Basis des während des Verbindungsaufbaus empfangenen ursprünglichen Codes erzeugt werden. Da die Teilnehmerstation nicht während der gleichen Zeitperiode sendet, in der sie empfängt, wird kein Duplexer oder Kerbfilter benötigt. Ein einfacher S/E-Schalter (T/R Switch/Transmit/Receive Switch) wird verwendet, um die Antenne zwischen Senden und Empfangen umzuschalten. Nur ein Empfänger wird in der Teilnehmerstation benötigt, um Dreizweigediversität zu erreichen. Die drei von einem Rake-Empfänger benötigten Ketten sind bei dieser Erfindung nicht erforderlich.

[0055] Weiter werden die Vorteile der dreifachen Zeit- und Raumredundanz mit einem gewissen durch das erweiterte Spektrum bereitgestellten Frequenzschutz nicht durch nachteilige Beeinflussung der Kapazität erzielt. Die Dreizweigediversität erreicht nor-

malerweise eine Reduzierung bei Deep Fades von mindestens 10 dB (um den Faktor 10). Während die drei übertragenen Wiederholungen des gleichen Informationssignals den Interferenzpegel um einen Faktor 3 (etwa 5 dB) erhöhen, da der Signalschwund um 10 dB geringer ist, können die Sendeenergiepegel um einen Faktor 10 (10 dB) reduziert werden. Der Gesamtbetrag der Interferenz ist somit um einen Faktor $10/3$ oder 5 dB reduziert. Da die Verbindung von der Zwischenstation zum Teilnehmer in einem Self-Interference-Modus betrieben wird, bedeutet dies, dass im Vergleich zum Betrieb ohne Diversität etwa dreimal mehr simultane Teilnehmerverbindungen verwendet werden können.

RÜCKWÄRTSRICHTUNG

[0056] In der Rückwärtsrichtung (Teilnehmerstation zur Zwischenstation) sind drei Empfänger jeweils mit den drei Antennen an der Zwischenstation verbunden, um konventionelle Dreizweigediversität bereitzustellen. Die gleiche Analyse bezüglich der Interferenz und der Anzahl verfügbarer Schaltungen gilt für die Übertragung in der Rückwärtsrichtung wie auch in der Vorwärtsrichtung; wobei aber die Information nur einmal übertragen wird und gleichzeitig an den drei Antennen der Basisstation empfangen wird.

[0057] Zusätzlich zur Erhöhung der Anzahl der Teilnehmer pro Einheitenfrequenz ist diese Erfindung kostengünstig. Erstens benötigt die Teilnehmerstation nur einen Empfänger. Zweitens wird kein Diplexer benötigt. Drittens muss die Zwischenstation keine Signale dekodieren oder erneut kodieren. Die Anzahl der Teilnehmer ist gleich, aber da in der Rückwärtsrichtung Raumdiversität verwendet wird, ist die Anzahl der Teilnehmer pro Empfänger größer. Dagegen kann ein höheres Rauschen der Teilnehmerstation zugelassen werden, wenn die Zunahme der Anzahl der Teilnehmer nicht in vollem Umfang ausgenutzt wird.

[0058] Das an der Zwischenstation von der Teilnehmerstation empfangene Signal wird von der Zwischenstation zur Basisstation ohne beabsichtigte Verzögerung während des gleichen Slots zurückübertragen (erneut mit Regeneration auf Symbol- oder Bit-Ebene, aber ohne Dekodierung). Solange der Slot im gleichen TDMA-Frame oder mindestens innerhalb der Dauer eines Frames des von der Basisstation zur Zwischenstation benutzten Slots ist, tritt durch die Verwendung dieses Systems keine zusätzliche Verzögerung auf.

ZWISCHENSTATION – ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM [Fig. 8](#), [Fig. 9](#), [Fig. 15](#)

[0059] Die CDMA-Zwischenstation hat einen TDMA-Eingang bei Antenne T. Die Ausgangsseite der Zwischenstation an den Antennen A, B und C ver-

wendet eine CDMA-Struktur, um eine große Anzahl von Teilnehmern in relativ dicht besiedelten Gebieten zu erreichen. CDMA besitzt verschiedene Attribute, die es für diese Anwendung erstrebenswert machen. Das Breitbandsignal ist in einer Mehrwegeumgebung von Natur aus robust, und es kann beabsichtigte und sonstige Interferenz überwinden. Die Möglichkeit, dass selektiver Signalschwund die Unterdrückung des gesamten Spektrums bewirkt, nimmt ab, während das übertragene Spektrum zunimmt. Eine höhere Chip-Rate bzw. ein größeres TW-Produkt reduziert den Betrag der Schwundmarge, die erforderlich ist, um einen vorgegebenen Leistungspegel zu erreichen.

[0060] Spreizspektrumsignale haben einen ihnen eigenen Mehrwegeschutz zum Schutz gegen Signalschwund. Statistische Modelle berücksichtigen generell jedoch nicht die Häufigkeit des Auftretens oder der Dauer des Signalschwunds. Die spezifische Geometrie an jedem Standort und die Art der Änderung der Geometrie mit Bezug auf den Empfänger bestimmen die tatsächlichen Schwundmuster. Bei kleinen Zellen mit niedrigen Antennen ist die Differenz der Pfadlänge bei starken Signalen sehr wahrscheinlich gering. Das Resultat ist Flat Fading. Das heißt, dass das Spektrum über zehn oder fünfzehn Megahertz zur gleichen Zeit dem Fading unterliegt. Es ist daher nicht möglich, die den Spreizspektrumsignalen eigenen Mehrwegeschutz-Eigenschaften zum Schutz gegen Flat Fading zu verwenden, sofern nicht mindestens 25 MHz oder 30 MHz Spektrum zur Verfügung stehen. Zusätzlich gibt es häufig keine nennenswerte Mehrwegeumgebung mit ausreichender Verzögerung, um einen Nutzen aus einem zusätzlichen Rake-Empfänger zu ziehen. Selbst dann erfordert die Verwendung reeller oder künstlicher Mehrwegeumgebungen zusätzliche Empfänger/Korrelatoren im CDMA-Benutzerendgerät. Zur Aufrechterhaltung eines zuverlässigen Betriebs bei ausschließlicher Einsatz von CDMA ist daher eine Marge von mindestens 15 dB erforderlich, die zur Zuordnung der Verbindungsenergie hinzugefügt werden muss, um insbesondere den Fall zu berücksichtigen, wobei ein mobiler Benutzer in einem der Nullpunkte verweilt oder wobei ein ortsfester Benutzer die Standortgeometrie geringfügig ändert.

[0061] Diese Erfindung verwendet die andere wichtige Eigenschaft von Spreizspektrumsystemen, d. h. die Fähigkeit, Interferenz zu überwinden, als Verfahren, um die schwierigen Mehrwegesituationen anzugehen. Die Kapazität eines CDMA-Systems ist durch den Betrag der Interferenz begrenzt, die vom erwünschten Empfänger empfangen wird. Solange das TW-Produkt groß genug ist, um das gewünschte Signal aus der Interferenz aufzubringen, spielt es keine Rolle, welche übertragene Datenrate tatsächlich vorliegt. Bei dieser Erfindung ist daher die Rate der übertragenen Informationen erhöht, um zu ermöglichen,

dass das übertragene Signal dreimal von drei unterschiedlichen Antennen wiederholt wird, wodurch eine dreifache Sendediversität erreicht wird, die es ermöglicht, die Marge der übertragenen Energie um wenigstens 10 dB bei einer Hochleistungsverbindung zu reduzieren. Auch wenn in die Verbindungen zusätzliche Interferenz eingeführt wird, überwiegt der Nutzen aus der CDMA-Verarbeitung daher deutlich die negativen Auswirkungen. Das heißt, dass der Nutzen aus der Dreifachdiversität in einem qualitativ hochwertigen System bei weitem den Verlust durch zusätzliche Interferenz übersteigt.

[0062] Eine Blockdarstellung einer Zwischenstation gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung ist in [Fig. 8](#) für den Vorwärtskanal wiedergegeben. Die TDMA-Antenne T, **916**, ist über einen S/E-Schalter **918** mit einem TDMA-Empfänger **800** verbunden. Der Ausgang des TDMA-Empfängers **800** ist mit einem Demultiplexer **802** verbunden, dessen Ausgabe in Zeitschlitzpuffern **806** gespeichert wird. Ein Zeitmultiplexer **808** greift auf den Inhalt der Zeitschlitzpuffer **806** zu und stellt Datenpaketausgaben für eine Vielzahl von CDMA-Kodierern **810** bereit, die für die Übertragung durch die Antenne A vorgesehen sind. Die Ausgabe des Zeitmultiplexers **808** stellt auch Datenpaketausgaben für eine Vielzahl von CDMA-Kodierern **812** bereit, die für die Übertragung durch die Antenne C vorgesehen sind. Auf ähnliche Weise stellt der Zeitmultiplexer **808** Datenpaketausgaben für eine Vielzahl von CDMA-Kodierern **814** bereit, die für die Übertragung durch die Antenne B vorgesehen sind. Jede der Vielzahlen von CDMA-Kodierern **810**, **812** und **814** ist für entsprechende CDMA-Sender **816**, **824** [sic] bzw. **826** [sic] bereitgestellt. Jeder der CDMA-Sender ist mit einer entsprechenden Antenne **822**, **824** bzw. **826** verbunden, um die Übertragungen durch die jeweiligen Antennen A, B bzw. C bereitzustellen.

[0063] Die Koordinierung des Zeitablaufs und der Steuerung des TDMA-Empfängers **800** sowie der Zeitschlitzpuffer **806**, des Zeitmultiplexers **808** und jedes Kodierers der Vielzahl von CDMA-Kodierern wird von einer Synchronisations- und Steuervorrichtung **804** gesteuert. Die Synchronisations- und Steuervorrichtung **804** stellt auch eine Standortidentifizierung (ID) zur Übernahme in den an den Antennen A, B und C übertragenen Signalen bereit, die die bestimmte Zwischenstation für die CDMA-Kodierer **810**, **812** und **814** angibt.

[0064] Die in [Fig. 8](#) wiedergegebene Zwischenstation weist auch einen CDMA-Empfänger und CDMA-Sender **900** auf, der in der in [Fig. 9](#) wiedergegebenen Blockdarstellung detaillierter dargestellt ist. Der TDMA-Sender ist durch S/E-Schalter **918** mit der Antenne **916** verbunden, während die CDMA-Empfänger entsprechend der in [Fig. 15](#) wiedergegebenen detaillierten Darstellung über entsprechende Di-

plexer mit Antenne A, mit Antenne B und mit Antenne C verbunden sind.

[0065] [Fig. 9](#) ist eine Blockdarstellung einer Zwischenstation mit der Wiedergabe der Struktur der Signalverarbeitung im Rückwärtskanal. Die als **822**, **824** bzw. **826** wiedergegebenen Antennen A, B und C sind mit entsprechenden CDMA-Empfängern A, **902**, B, **904**, und C, **906** verbunden. Die Ausgabe der entsprechenden CDMA-Empfänger A, B und C wird in den Maximum-Likelihood-Kombinierer **908** eingespeist, dessen Ausgabe für Speicherpuffer und den Zeitschlitzmultiplexer **910** bereitgestellt wird. Die Speicherpuffer im Zeitschlitzmultiplexer **910** stellen Datenpakete für einen TDMA-Sender **914** bereit, der über den S/E-Schalter **918** mit der Antenne **916** verbunden ist. Der TDMA-Empfänger und CDMA-Sender **828**, der in [Fig. 8](#) wiedergegebenen Blockdarstellung entspricht, ist mit dem anderen Anschluss des S/E-Schalters **918** verbunden.

[0066] [Fig. 15](#) gibt die Antennenkonfiguration einer Zwischenstation wieder, die die gemeinsame Nutzung von Antenne A, Antenne B und Antenne C für TDMA- und CDMA-Sende- und -Empfangssignale ermöglicht. Der Modulator **1502** ist über einen Zeitmultiplexer **1503** mit Diplexern **1510**, **1514** und **1518** verbunden, die jeweils mit Antenne A, **1512**, Antenne B, **1516**, bzw. Antenne C, **1520**, verbunden sind. Der andere Ausgang des Diplexers **1510**, **1514** und **1518** ist jeweils mit dem Ausgang des Demodulators **1504**, **1506** und **1508** verbunden.

[0067] Bei dem in [Fig. 8](#) wiedergegebenen Betrieb wird ein an der Antenne **916** empfangenes TDMA-Signal demultiplexiert und in den Zeitschlitzpuffern **816** abgelegt. Ein für einen bestimmten Teilnehmer vorgesehenes Datenpaket wird während des Zeitschlitzes 1 vom Multiplexer **808** ausgewählt, um ein CDMA-Signal durch einen Kodierer der Vielzahl von Kodierern **810** zur Übertragung an Antenne A zu kodieren. Das gleiche Datenpaket wird erneut vom Multiplexer **808** ausgewählt, um während des Zeitschlitzes 2 ein CDMA-Signal durch einen Kodierer der Vielzahl von Kodierern **812** zur Übertragung an Antenne B zu kodieren. Schließlich wird das gleiche Datenpaket anschließend vom Multiplexer **808** ausgewählt, um während des Zeitschlitzes 4 ein CDMA-Signal durch einen Kodierer der Vielzahl von Kodierern **814** zur Übertragung an Antenne C zu kodieren.

[0068] In der Rückwärtsrichtung und mit Bezug auf [Fig. 9](#) wird die CDMA-Übertragung von der Teilnehmerstation während des Zeitschlitzes 1 im Wesentlichen gleichzeitig an den Antennen **822**, **824** und **826** empfangen. Jeder der CDMA-Empfänger **902**, **904** und **906** empfängt das gleiche Datenpaket. Ein Maximum-Likelihood-Kombinierer **904** [sic] kombiniert die Energie aus allen drei Zeitschlitzten, bevor eine Hard Decision erfolgt. Allgemein ausgedrückt bedeutet

dies, dass das stärkste und fehlerfreie Signal ausgewählt wird. Nach der Auswahl wird das Datenpaket in einem Speicherpuffer und im Zeitschlitz-Multiplexer **910** gehalten, bis es zur Übertragung durch den TDMA-Sender **914** an Antenne **916** im vorgesehenen Zeitschlitz platziert wird.

ZWISCHENSTATION – ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM [Fig. 12](#)

[0069] In [Fig. 12](#) ist eine Zwischenstation gemäß der zweiten Ausführungsform dieser Erfindung wiedergegeben. Im Wesentlichen ähnelt diese Zwischenstation der in [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) wiedergegebenen Zwischenstation, wobei aber nur eine CDMA-Antenne A, B oder C bereitgestellt ist. Insbesondere ist in [Fig. 12](#) die Antenne **1200** durch einen S/E-Schalter **1202** mit einem TDMA-Empfänger **1204** verbunden. Der Ausgang des TDMA-Empfängers **1204** wird bei **1206** demultiplexiert und in den Zeitschlitzpuffern **1208** platziert. Ein im Zeitschlitzpuffer **1208** platziertes Datenpaket wird vom Multiplexer **1210** für einen Kodierer der Vielzahl von CDMA-Kodierern **1212** zeitmultiplexiert. Das kodierte CDMA-Signal wird im CDMA-Sender **1214** verstärkt, der durch den Dilexer **1218** mit der Antenne A, **1228**, verbunden ist.

[0070] Die Antenne A, **1228**, ist auch für den Empfang von CDMA-Signalen eingerichtet. Hierzu ist ein CDMA-Empfänger **1226** durch den Dilexer **1218** mit der Antenne A, **1228**, verbunden, um empfangene Datenpakete im Kombinerer und in den Zeitschlitzpuffern **1224** bereitzustellen. Ein Zeitmultiplexer **1222** nimmt die Datenpakete in den Zeitschlitzpuffern **1224** und stellt ein Zeitmultiplexsignal für den TDMA-Sender **1220** zusammen, der über den S/E-Schalter **1202** mit der Antenne **1200** verbunden ist. Der Betrieb der Zwischenstation wird durch eine Synchronisations- und Steuervorrichtung **1216** gesteuert, die auch eine eindeutige Standortidentifizierung (ID) für die bestimmte betreffende Zwischenstation sowie Steuerparameter zum Verbindungsaufbau aufweist.

[0071] Im Betrieb empfängt die Zwischenstation TDMA-Signale an der Antenne T, **1200**, die im TDMA-Empfänger **1204** demoduliert und im Demultiplexer **1206** zur Platzierung in den Zeitschlitzpuffern **1208** demultiplexiert werden. Die Datenpakete in den Zeitschlitzpuffern **1208** werden während des Zeitschlitzes 1 an der Antenne A übertragen. Hierzu rufen der Zeitmultiplexer **1210**, die CDMA-Kodierer **1212** und der CDMA-Sender **1214** die entsprechenden Datenpakete aus den Zeitschlitzpuffern **1208** ab und kodieren die jeweiligen Datenpakete in einem CDMA-kodierten Signal an Antenne A. Auf der Rückwärtsstrecke empfängt der CDMA-Empfänger **1226** während aller Zeitschlitz Signale gleichzeitig an den Antennen A, B und C. Die empfangenen Datenpakete werden durch entsprechende PN-Codes demoduliert und in den Puffern **1224** des Zeitschlitzkombinie-

rs platziert, wobei jeder Zeitschlitz einem unterschiedlichen Benutzer zugeordnet wird. Anschließend werden die Datenpakete im Multiplexer **1222** zur Übertragung durch den TDMA-Sender **1220** über den S/E-Schalter **1202** an Antenne **1200** zeitmultiplexiert.

[0072] Die Zwischenstation ist die Umsetzungsstelle für die Abbildung des TDM/TDMA-Signals in ein CDMA-Signal. Das CDMA-Signal hat bei korrektem Konzept eine im Vergleich zur Mehrwegeinterferenz überlegene Leistung. Die Eingangsseite der Zwischenstation ist Teil eines strukturierten Verteilungsnetzwerks. Es ist grundsätzlich ein Tandem-Relaispunkt im Netzwerk, das heißt, dass die Adresse des CDMA-Endbenutzers auch die Adresse der Zwischenstelle (der Zwischenstation) enthält. Da der CDMA-Endbenutzer sich bei allgemeinen Anwendungen bewegen und durch eine andere Zwischenstelle auf das Netzwerk zugreifen kann, ist es erforderlich, die Möglichkeit bereitzustellen, die Adresse der Zwischenstation unabhängig von der Adresse des CDMA-Benutzers einzugeben. Bei festen Teilnehmern wie der in [Fig. 2](#) wiedergegebenen TDMA-Teilnehmerstation **40** ist dies kein Problem, mit Ausnahme des Backup-Routings oder des Fading-Schutzes.

[0073] Das bevorzugte Eingabenetzwerk weist entsprechend der Darstellung in [Fig. 2](#) eine Anzahl von Basisstationen, Zwischenstationen und TDMA-Benutzerstationen auf. Beliebige Zeitschlitz auf beliebigen Frequenzen können einem beliebigen TDMA-Benutzer oder einer beliebigen Zwischenstation zugewiesen werden. Zur Reduzierung der Kosten der Zwischenstation wird vorgeschlagen, dass, nachdem ein CDMA-Benutzer über eine spezifische Zwischenstation verbunden worden ist, beliebige weitere CDMA-Benutzer, die der betreffenden Zwischenstation zugeordnet sind, auch einem Zeitschlitz auf der gleichen Frequenz wie der erste Benutzer zugewiesen werden. Durch die korrekte Verwaltung dieser Zuordnungen kann die Anzahl der TDMA-Funkelemente wesentlich reduziert werden. Die Basisstation **24** oder die Vermittlungsstelle und Zentraleinheit **22** verwalten die Funkressourcen und weisen die Frequenzen, Zeitschlitz und PN-Codes zu, sodass die effiziente Verwendung des Spektrums und der Funk-einrichtungen gewährleistet ist. Frequenz, Zeitschlitz und PN-Code werden alle während des ursprünglichen Prozesses der Verbindungseinrichtung zugewiesen.

[0074] Die lokalen Übertragungen auf der Ausgangsseite der Zwischenstation sind CDMA, aber jedem Teilnehmer wird ein spezifischer Zeitschlitz eines Zeiteilungssignals zugewiesen. Die individuelle Informationsrate wird daher um die Anzahl der Zeitschlitz erhöht. Die gesamte Datenrate für alle Teilnehmer bleibt jedoch gleich, und die gesamte über-

tragene Energie für alle Signale bleibt gleich und wird lediglich umverteilt. Da die individuellen Zeitschlitzte ausgeschaltet werden, sofern keine Aktivität vorliegt, ist die übertragene Energie für Sprachdatenverkehr um etwa 3 dB reduziert. Da die gleiche Information dreimal übertragen wird, ist die durchschnittliche übertragene Energie um 5 dB erhöht. Die gesamte von jeder Zwischenstation übertragene Energie ist daher um 5 dB erhöht, wenn dreimal übertragen wird, aber auch bei einer Verbesserung der Diversität um 10 dB reduziert, wodurch sich eine Gesamtreduktion der durchschnittlichen Energie um 5 dB ergibt. Insgesamt wird die in andere Zellen eingeführte Interferenz um 5 dB reduziert.

[0075] Die Basisstation (24 in [Fig. 2](#)) oder die Vermittlungsstelle und Zentraleinheit (22 in [Fig. 2](#)) verwaltet auch den Handover-Prozess. Um Diversität auf der CDMA-Seite zu erzielen, müssen mindestens vier Zeitschlitzte vorliegen, und es muss noch einen Zeitschlitz für den CDMA-Empfänger geben, um andere Zwischenstationen zu scannen. Vier Zeitschlitzte stellen lediglich duale Diversität bereit. Mit fünf Zeitschlitzten ist es möglich, die gewünschte Stufe der dreifachen Diversität zu erreichen. Durch das Hinzufügen zusätzlicher Empfänger im Endgerät des CDMA-Benutzers ist es selbstverständlich möglich, parallel nach besseren Synchronisationssignalen zu suchen. Das Hinzufügen eines weiteren Empfängers in allen Endgeräten von CDMA-Benutzern wäre jedoch eine kostspielige Lösung. Bei drei Zeitschlitzten gibt es daher lediglich duale Diversität und keinen Handover. Mit vier Zeitschlitzten gibt es dreifache Diversität für feste CDMA-Teilnehmer und duale Diversität für mobile CDMA-Teilnehmer. Mit fünf Zeitschlitzten gibt es dreifache Diversität sowohl für feste als auch für mobile CDMA-Benutzer. Mit sechs oder mehr Zeitschlitzten besteht die Möglichkeit, Flexibilität zur Kanalstruktur hinzuzufügen. [Fig. 7](#) gibt die Slot-Struktur des Endgeräts des CDMA-Benutzers für sechs Zeitschlitzte wieder.

[0076] Die dreifache Antennenstruktur an der Zwischenstation wird bei der Rückverbindung genutzt, um gleichzeitig einen einzelnen Burst von jedem aktiven Teilnehmer in dem ihm zugewiesenen Zeitschlitz an allen drei Antennen abzufragen, sodass ebenfalls dreifache Raumdiversität erreicht wird. Die gesamte Zeitablaufstruktur für die Vorwärts- und Rückwärts-CDMA-Verbindungen an der Zwischenstation sind in [Fig. 10A](#) dargestellt. Zum Zweck der Veranschaulichung sind sechs Zeitschlitzte wiedergegeben, jedoch kann entsprechend der vorstehenden Beschreibung eine beliebige Anzahl von Zeitschlitzten – drei oder mehr – implementiert werden, wobei die obere vertretbare Grenze in der Größenordnung von 32 liegt.

[0077] Die Reihenfolge der Übertragung der drei aktiven Zeitschlitzte kann über die gesamte Anzahl der

Zeitschlitzte verteilt sein, und auch mehr als drei Zeitschlitzte können verwendet werden. Bei dreifacher Diversität kann die von den Endgeräten der CDMA-Benutzer übertragene Energie um mindestens 5 dB und wahrscheinlich mehr reduziert werden, doch 5 dB sind angemessen, um der Leistung der Vorwärtsverbindung zu entsprechen. In jedem Fall wird die übertragene Leistung gesteuert und auf der minimalen Stufe gehalten, um eine qualitativ hochwertige Verbindung aufrechtzuerhalten. Bei höheren Frequenzen ist es weiter möglich, eine gewisse Antennenunabhängigkeit auch in einem relativen kleinen Funkbereich oder Gebiet zu erzielen. Ein ähnlicher Ansatz der Raum- und Zeitdiversität bei der Übertragung, der bei der Vorwärtsverbindung verwendet wird, kann daher auch bei der Rückwärtsverbindung verwendet werden. Duale Diversität sollte in den meisten Situationen eine signifikante Verbesserung ergeben.

[0078] Jede Zwischenstation sendet kontinuierlich einen Spreizspektrumkanal zu Synchronisations- und Steuerungszwecken. Der Synchronisations- und Steuerungskanal identifiziert die betreffende Zwischenstation und verwaltet die Endgeräte der Benutzer, solange sie der Zwischenstation zugewiesen sind. In einem großen Zeitabschnitt führt der Synchronisations- und Steuerungskanal keinen Benutzerdatenverkehr. Der Synchronisations- und Steuerungskanal kann ein Schmalbandkanal sein, der einfach zu erfassen und zu verfolgen ist. Der Informationen führende Abschnitt des Steuersignals hat einen vorgegebenen Zeitschlitz und enthält System- und Signalisierungsmeldungen für alle Benutzer, die dem von der betreffenden Zwischenstation abgedeckten bestimmten Bereich zugeordnet sind. Der Verarbeitungsgewinn ist ausreichend, um es einer Zwischenstation zu ermöglichen, mehrere mit Zeitschlitzten arbeitende CDMA-Signale für die parallele Übertragung aufzunehmen, sodass das Antennen-Array gemeinsam genutzt werden kann. Ferner ist nur ein Synchronisations- und Steuerungskanal für mehrere mit Slots arbeitende CDMA-Module, die an einem einzelnen Standort integriert sind, erforderlich.

TEILNEHMERSTATION [Fig. 13](#)

[0079] Eine Blockdarstellung der erfindungsgemäßen Teilnehmerstation ist in [Fig. 13](#) wiedergegeben. Die Antenne 1300 ist über den S/E-Schalter 1302 mit dem CDMA-Empfänger 1304 verbunden. Der Ausgang des CDMA-Empfängers 1304 stellt Datenpakete für die Datenpuffer 1306, 1308 und 1310 bereit. Ein Kombiniierer 1314 wählt die in den Puffern 1306, 1308 und 1310 gehaltenen Daten aus und kombiniert sie, um eine Ausgabe für einen Digital-Analog-Wandler 1316 bereitzustellen, der auch Mittel zum Dekomprimieren des komprimierten Signals enthält, um eine Audioausgabe bereitzustellen. Eine analoge Audioausgabe wird für den Analog-Digital-Wandler 1322 bereitgestellt, der auch Mittel zum Komprimieren des

Audiosignals bereitstellt. Die Ausgabe des Analog-Digital-Wandlers **1322** ist eine digitale Form von Audio-Samples, die als Datenpakete im Speicherpuffer **1320** zusammengefügt werden. Ein CDMA-Sender **1318** kodiert den Inhalt des Speicherpuffers **1320** und stellt über den S/E-Schalter **1302** ein CDMA-kodiertes Signal für die Antenne **1300** bereit. Die CDMA-Teilnehmerstation wird über eine Synchronisations- und Zeitablaufsteuerung **1312** synchronisiert, die auch die im Folgenden beschriebene Signalverzögerung zur Standortmessung misst.

[0080] In der Vorwärtsrichtung empfängt der CDMA-Empfänger **1304** drei identische Datenpakete und platziert eines der Datenpakete während des Zeitschlitzes T1 im Puffer **1306** und ein zweites Datenpaket während des Zeitschlitzes T2 im Puffer **1308** sowie ein drittes während des Zeitschlitzes T4 empfangenes Datenpaket im Puffer **1310**. Der Kombiner **1314** wählt einen oder mehrere der Inhalte der Speicherpuffer aus, die kombiniert oder als beste empfangene Daten für die Umsetzung in eine analoge Audioausgabe der Ausgabe des Digital-Analog-Wandlers **1316** ausgewählt werden sollen. Durch die Verwendung von drei Datenpaketen mit Zeit- und Raumdiversität ist dieses System weniger anfällig für Fading, und da der gleiche Empfänger verwendet wird, um alle drei Samples zu demodulieren, ist kein komplexer Prozess der Signalstärkeverteilung erforderlich.

[0081] In der Rückwärtsrichtung stellt die analoge Audioeingabe zum Analog-Digital-Wandler **1322**, die auch einen digitalen Komprimierungsalgorithmus aufweist, ein Datenpaket für den Puffer **1320** bereit. Während des Zeitschlitzes T3 kodiert der CDMA-Sender den Inhalt des Puffers **1320** für die Übertragung als CDMA-Signal an der Antenne **1300**.

[0082] Die Vereinfachung des Endgeräts des CDMA-Benutzers ist ein wesentlicher Gesichtspunkt dieses Systems. Die prinzipielle Vereinfachung ist die Möglichkeit, den Empfänger und insbesondere den Korrelator zeitlich gemeinsam zu nutzen, während er seine unterschiedlichen Funktionen ausführt. Die Möglichkeit der Übertragung und des Empfangs zu unterschiedlichen Zeiten vereinfacht auch die Implementierung des kleinen tragbaren Benutzerendgeräts. Der einzelne Empfänger empfängt sequenziell die drei Signale mit Raumdiversität in den drei unterschiedlichen Zeitschlitzten und geht anschließend auf unterschiedliche Codes über, um nach verbesserten Signalen von anderen Zwischenstationen zu suchen. Der gleiche Empfänger wird auch zum Zweck der Erfassung und Verfolgung verwendet. Da das Benutzerendgerät während des Slots, in dem es sendet, nicht empfängt, wird kein Duplexer und kein Kerbfilter benötigt. Nur ein einfacher Ein-/Aus-Schalter wird verwendet. Da zu einem Zeitpunkt nur jeweils ein PN-Code benötigt wird, ist der Prozess der PN-Co-

de-Erzeugung ebenfalls wesentlich vereinfacht. Die Basisbandverarbeitung kann in einem üblichen Prozessor mit relativ geringer Geschwindigkeit erfolgen.

[0083] In den Zeitschlitzten, in denen das Benutzerendgerät nicht empfängt oder sendet, ist der Empfänger frei für die Suche nach den Synchronisations- und Steuerungskanälen von anderen Zwischenstationen. Wenn das Benutzerendgerät einen Synchronisations- und Steuerungskanal identifiziert, der besser ist als derjenige, dem es zugewiesen ist, sendet das Benutzerendgerät eine Meldung zum Netzwerk-Controller mit der Mitteilung an den Controller, dass ein potenzieller Handover-Kandidat identifiziert worden ist. Der Netzwerk-Controller verwendet diese Eingabe neben anderen Informationen, um die Entscheidung bezüglich des Handovers zu treffen. Der Netzwerk-Controller sendet die Handover-Meldung zu den betroffenen Entitäten. Die Identität der Codes, die vom Benutzerendgerät durchsucht werden sollen, wird vom zentralen Netzwerk-Controller über die Zwischenstation bereitgestellt, in der die Codes im Steuerungskanal platziert werden.

ZEITSCHLITZSTRUKTUR [Fig. 10A](#), [Fig. 10B](#), [Fig. 11A](#), [Fig. 11B](#), [Fig. 17](#)

[0084] Die Zeitschlitzzuweisung zum Multiplexieren von 6 simultanen Verbindungen ist in [Fig. 10A](#) wiedergegeben. Zeitschlitzzuweisungen für das Senden **1002** und für den Empfang **1004** sind dargestellt. Der Eintrag in jedem Feld enthält die Aktivität während des dazugehörigen Zeitschlitzes. Während des Zeitschlitzes 1 sendet Antenne A T1 zum Benutzer 1, Antenne B sendet T6 zum Benutzer 6, und Antenne C sendet T4 zum Benutzer 4. Zur gleichen Zeit empfangen die Antennen A, B und C R5 vom Benutzer 5. Während des nächsten Zeitschlitzes 2 sendet die Antenne A T2 zum Benutzer 2, Antenne B sendet T1 zum Benutzer 1, und Antenne C sendet T5 zum Benutzer 5. Zur gleichen Zeit empfangen die Antennen A, B und C R6 vom Benutzer 6. Im weiteren Verlauf der Darstellung in [Fig. 10A](#) sendet die Antenne A während des Zeitschlitzes 3 T3 zum Benutzer 3, Antenne B sendet T2 zum Benutzer 2, und Antenne C sendet T6 zum Benutzer 6. Zur gleichen Zeit empfangen die Antennen A, B und C R1 vom Benutzer 1.

[0085] Man beachte, dass während des Zeitschlitzes 3 keine der Antennen A, B oder C zum Benutzer 1 sendet. Stattdessen sendet der Benutzer 1, und die Zwischenstation empfängt an allen drei Antennen vom Benutzer 1. Während des Zeitschlitzes 4 sendet die Antenne A jedoch T4 zum Benutzer 4, Antenne B sendet T3 zum Benutzer 3, und Antenne C sendet T1 zum Benutzer 1. Die Zeitschlitz 5 und 6 werden nicht direkt für die Datenübertragung zum oder vom Benutzer 1 verwendet. Die in [Fig. 10A](#), [Fig. 10B](#), [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) wiedergegebenen Zeitschlitzzuweisungen entsprechen [Fig. 7](#), wobei der Benut-

zer 1 während der Zeitschlitz 1, 2 und 4 empfängt und während des Zeitschlitzes 3 sendet. Das Muster ist aus den Slot-Zuweisungen in [Fig. 10A](#) bei der Suche nach den T1-Sendezeiten ersichtlich. Die Übertragung von T1 erscheint in den Zeitschlitz 1, 2 und 4 an den Antennen A, B bzw. C. Während T3 liegt keine Übertragung an T1 vor, doch der Verweis auf die Empfangszeitschlitz **1004** gibt an, dass R1 vom Benutzer 1 während des Zeitschlitzes 3 empfangen wird. Da es in einem beliebigen gegebenen Zeitschlitz gleichzeitig drei Sendevorgänge und einen Empfangsvorgang gibt, sind mindestens 4 adressierbare CDMA-PN-Spreizcodesequenzen erforderlich.

[0086] Somit wird das Zeitteilungsmultiplexieren insofern verwendet, als aufeinander folgende Zeitschlitz Daten führen, die an unterschiedliche Benutzer gerichtet sind. Das Codeteilungsmultiplexieren wird insofern verwendet, als während jedes zeitmultiplexierten Zeitschlitzes mehrere PN-Code-Sequenzen simultane Kommunikationsvorgänge mit mehreren Benutzern ermöglichen. Das Ergebnis ist ein nach dem Zeitteilungsverfahren multiplexiertes und nach dem Codeteilungsverfahren multiplexiertes Signal.

[0087] Die Zeitschlitzzuweisung zum Multiplexieren von 12 simultanen Verbindungen ist in [Fig. 10B](#) wiedergegeben. Zeitschlitzzuweisungen für das Senden **1006** und für den Empfang **1008** sind dargestellt. Während des Zeitschlitzes 1 sendet Antenne A T1 zum Benutzer 1 und T7 zum Benutzer 7, Antenne B sendet T6 zum Benutzer 6 und T12 zum Benutzer 12, und Antenne C sendet T4 zum Benutzer 4 und T10 zum Benutzer 10. Zur gleichen Zeit empfangen die Antennen A, B und C R5 vom Benutzer 5 und R11 vom Benutzer 11.

[0088] Die Zeitschlitzzuweisung zum Multiplexieren von 24 simultanen Verbindungen ist in [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) wiedergegeben. [Fig. 11A](#) zeigt die Übertragung von der Zwischenstation (Vorwärtsrichtung), während [Fig. 11B](#) die Übertragung zur Zwischenstation wiedergibt (Rückwärtsrichtung). Zeitschlitzzuweisungen für das Senden **1102**, **1104**, **1106** und für den Empfang **1108** sind dargestellt. Beispielsweise sendet die Antenne A während des Zeitschlitzes 5 T5, T11, T17 und T23 (d. h. T5 zum Benutzer 5, T11 zum Benutzer 11 usw.). Antenne B sendet T4, T10, T16 und T22. Antenne C sendet T2, T8, T14 und T20. Zur gleichen Zeit (während des Zeitschlitzes 5) empfangen die Antennen A, B und C R3, R9, R15 und R21 (d. h. R3 vom Benutzer 3, R9 vom Benutzer 9, R15 vom Benutzer 15 und R21 vom Benutzer 21).

[0089] Bei [Fig. 10A](#) ist ein CDMA-Kodierer pro Antenne erforderlich, um 6 gleichzeitige Verbindungen zu bearbeiten. In [Fig. 10B](#) sind zwei CDMA-Kodierer pro Antenne erforderlich, um 12 gleichzeitige Verbindungen zu bearbeiten. Entsprechend sind in

[Fig. 11A](#) vier CDMA-Kodierer pro Antenne erforderlich. Falls 180 PN-Code-Sequenzen verfügbar sind, sind damit dann 180/6 oder 30 CDMA-Kodierer pro Antenne erforderlich, um 180 simultane Verbindungen zu bearbeiten. Falls bei dieser großen Anzahl erforderlicher Zugriffe die Anzahl der Zeitschlitz erhöht wird, nimmt die Anzahl der Kodierer proportional ab.

ALTERNATIVE SYSTEMKONFIGURATIONEN

[Fig. 14](#), [Fig. 16](#)

[0090] Eine weitere Verbesserung erweitert die Distanz zwischen den Diversitätsantennen der Zwischenstationen über die Verwendung von Breitbandkabeln, die tausend Fuß [~305 m] lang oder länger sind. Die Zwischenstation sendet das abschließende Hochfrequenz-Spreizspektrumsignal im Kabel zur Antenne. Die Antenne am Ende des Kabels enthält einen HF-Verstärker. Eine Implementierung mit der Verteilung von Signalen per Kabel weist die gleiche Verbesserung in Bezug auf Blockierung auf, die für den Ansatz mit Sendediversität mehrerer Zwischenstationen beschrieben wurde.

[0091] Statt der Verwendung eines separaten Kabels für jede Antenne nutzt eine bevorzugte Ausführungsform jedoch ein einzelnes Kabel gemeinsam und verwendet das Frequenzmultiplexieren, um einem unterschiedlichen Kabel eine Trägerfrequenz für jede Antenne zuzuweisen. Somit wird das gewünschte Signal nur von der Antenne übertragen, die am nächsten zum Benutzer angeordnet ist, wodurch die Interferenz reduziert wird. Als weitere Verbesserung integriert ein Kabelverteilungssystem unterschiedliche Elemente in einem lokalen persönlichen Kommunikationssystemnetzwerk. Der grundlegende Baustein ist das mit sechs Zeitschlitz arbeitende CDMA-Modul, das drei Antennen seriell steuert, um eine dreifache Sende-, Raum- und Zeitdiversität zu erreichen. Im Interesse der Vereinfachung hat auch das Modell der Zwischenstation, die das eingehende TDMA-Signal verarbeitet, eine mit sechs Zeitschlitz arbeitende Grundstruktur. Die mit sechs Zeitschlitz arbeitende Modularität lässt sich leicht umsetzen, um Vielfache von 12, 18, 24 und 30 oder 32 zu übernehmen. [Fig. 14](#) zeigt die Implementierung für mehrere unterschiedliche Kombinationen. Die bevorzugte Ausführungsform verwendet eine drahtlose Eingabe wie z. B. W oder WE als Eingabe in der Zwischenstation; jedoch arbeitet ein kabelgestütztes Verteilungssystem mit fest verdrahteten Signalen als Eingabe ebenso gut.

[0092] Bei einem kabelgestützten persönlichen Kommunikationssystem sind die Zwischenstationen zum zentralen Controller zurück verlegt, wodurch sich die Kosten der Zwischenstation reduzieren, da sie nicht für raue Einsatzbedingungen eingerichtet oder extern mit Energie versorgt werden müssen.

Auch die Anzahl der erforderlichen Ersatzteile ist reduziert, sowie die Kosten für die Wartung der Einheiten, da sie sich alle an einem leicht zugänglichen Standort befinden. Die Zwischenstationen können auch dynamisch neu zugewiesen werden, wenn sich die Datenverkehrslast im Verlauf des Tages oder der Woche ändert, wodurch die gesamte Anzahl erforderlicher Zwischenstationen wesentlich reduziert wird. Die Bandbreite des Verteilungsnetzwerks nimmt zu, doch Entwicklungen bei kabel- und lichtwellenleitergestützten Verteilungssystemen führen zu erhöhter Bandbreite bei sinkenden Kosten, um den Bandbreitenbedarf bei angemessenen Kosten zu decken. Der Vorteil der Auswahlmöglichkeit unter mehreren Verbindungsoptionen bedeutet, dass die Wahl der Verbindung eine wirtschaftliche Entscheidung wird, die durch die Kostenfaktoren in Zusammenhang mit jeder Installation bestimmt wird. Bei jedem Netzwerk wird erwartet, dass es viele oder alle der Verbindungsoptionen aufweist.

[0093] Die Systemanordnung, bei der die Zwischenstationen an den gleichen Standort wie den des zentralen Controllers zurückverlegt werden, ist im unteren Abschnitt von [Fig. 14](#) wiedergegeben. Ein allgemeines Zweizeig-Kabel- oder -Lichtwellenleiter-Breitband-Verteilungssystem **1402** wird verwendet, um die zentral angeordneten Zwischenstationen mit den entfernt angeordneten Antennen zu verbinden. Für die Verbindung der zentral angeordneten Zwischenstationen mit jeder Zwischenstationsantenne ist eine beträchtliche Flexibilität bei der Konfiguration des Breitbandpektrums in Signalfomate verfügbar. Im Interesse der Einfachheit ist es jedoch vorzuziehen, das TDMA-Protokoll mit seinem mit Zeitschlitzten arbeitenden Luftschnittstellenprotokoll mit dreifacher Raum-/Zeitdiversität und Frequenzübersetzungssignal als gemeinsame Luftschnittstelle für jede Antenne beizubehalten.

[0094] Jeder Antenne ist eine separate zentrale Frequenz im Breitbandverteilungskabel **1402** zugewiesen. Wegen der Möglichkeit der gemeinsamen Nutzung für TDMA und CDMA können viele Benutzer an der gleichen Antenne unter Verwendung der gleichen Kabelfrequenz bedient werden. Die Zwischenstationsantenne an Position N weist einen Transceiver auf, der auf die zugewiesene Kabelfrequenz eingestellt ist. Der zentrale Controller sendet und empfängt Datenpakete in der endgültigen TDMA/CDMA-Wellenform, die Telefonieverkehr auf jeder zugewiesenen Frequenz des Breitbandverteilungskabels **1402** wiedergeben. Entsprechend der Darstellung in [Fig. 16](#) weist somit jeder entfernte Standort an der Einrichtung **1602** einen remoten Transceiver auf (Sender, Empfänger, Lokaloszillator, Diplexer und Antenne). Die entfernt angeordnete Einheit ist ein relativ einfacher Empfänger mit Frequenzwandler und Sendervorstufe sowohl für die Vorwärts- als auch für die Rückwärtsrichtung. Ein Sendervorstufenverstär-

ker ist geeignet, da die Zellen klein sind und dreifache Diversität (drei Antennen und drei Zeitschlitzte) verwendet wird, um die Teilnehmerstation mit dem System zu verbinden. Die Sendeseite des zentralen Controllers stellt an der in [Fig. 14](#) wiedergegebenen Schnittstelle A' individuelle Informationsströme zusammen mit der zugeordneten Signalisierungs- und Steuerungsinformation bereit, die in zuweisbaren Zeitschlitzten in Form von Paketen vorliegt.

[0095] Die Signalisierungsinformation enthält die Identifizierungsnummer(n), den Code, das Dienstprofil und den Authentifizierungscode usw. der angerufenen Teilnehmer. Die Steuerungsinformationen enthalten Routing-Informationen (d. h. welche Basisstation, Zwischenstation, Antennenvorgabe), Energiepegel, Verkehr ein oder aus, Handover-Meldungen usw. Ein großer Betrag dieser Informationen wird übertragen, bevor die Benutzerinformationen (Sprachtelefonieverkehr) beginnen, die Schaltung zu durchlaufen; ein signifikanter Betrag von Information wird jedoch auch während der Zeit weitergeleitet, wenn sich der eigentliche Sprachdatenverkehr in der Schaltung befindet. Ein separater Steuerkanal ist erforderlich, auch nachdem die Verbindung mit dem Benutzer abgeschlossen ist. Die Basisstationsfunktion übersetzt diese Information in das Protokoll, das für die Kommunikation mit der TDMA-Luftschnittstelle erforderlich ist, und stellt an der Schnittstelle W ein TDMA-Funkspektrum bereit. Die Zwischenstation wandelt das TDMA-Protokoll in ein mit Zeitschlitzten arbeitendes CDMA-Luftschnittstellenprotokoll mit dreifacher Raum-/Zeitdiversität um und überträgt dieses Signal zunächst an Antenne A, dann an Antenne B und schließlich an Antenne C ([Fig. 14](#)).

[0096] Das zentral angeordnete kombinierte Basisstation- und Zwischenstation-(B-T)-Modul **1404** kombiniert die Funktionen der Basisstation und der Zwischenstation und wandelt das an A' auftretende Signal in die mit Zeitschlitzten arbeitende CDMA-Luftschnittstelle mit dreifacher Diversität um. Ein kombiniertes B-T-Modul kann durch die direkte Kombination separater Einrichtungen erreicht werden, oder die für die Verwendung in der kombinierten Basisstation und Zwischenstation entwickelten Module können integriert werden. Das CDMA-Signal verzweigt sich entsprechend der Darstellung in [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) am Ausgang der Zwischenstation oder am Ausgang des B-T-Moduls. Im Fall von Zwischenstationen, die durch drei unterschiedliche Kabel mit entsprechenden Antennen verbunden sind, wird die Ausgabe genau zum zutreffenden Zeitpunkt geschaltet. Wenn ein Kabel verwendet wird, um alle Antennen zu erreichen, wird die Frequenz der Ausgabe der Zwischenstation zum zutreffenden Zeitpunkt gespreizt, indem die Synthesizer-Frequenz auf die zugewiesene Frequenz der Antenne geändert wird. Das B-T-Modul arbeitet auf ähnliche Weise mit variablen Frequenzen.

[0097] Es ist wichtig anzumerken, dass die Benutzerinformationen in jedem der drei Zeitschlitzte wiederholt werden, doch der PN-Code läuft kontinuierlich ab und ist während jedes Zeitschlitzes unterschiedlich. Die Wiederholung ist daher im Gegensatz zu einer imitierten oder emulierten Mehrwegeumgebung nicht gleich. Der PN-Generator wird einfach weiterhin ausgeführt, ohne die Sequenz zu speichern oder zurückzusetzen. Die kontinuierliche Ausführung des PN-Codes ist im Vergleich zum Neustart einer PN-Sequenz einfacher zu implementieren.

[0098] In der vorstehenden Beschreibung wird angenommen, dass Zeitschlitzte genau aufeinander folgen; dies ist jedoch nicht notwendig, solange der Empfänger a priori die Sprungsequenz kennt. In der bevorzugten Ausführungsform überträgt das B-T-Modul in zwei benachbarten Zeitschlitzten und fragt dann das Antwortsignal vom Benutzerendgerät ab. Während des Zeitschlitzes der Benutzerübertragung weist das Benutzerendgerät das B-T-Modul an, den dritten Zeitschlitz der Diversität nicht zu senden, falls die beiden ersten Zeitschlitzte ein angemessenes Ergebnis erbracht haben und eine Standortmessung nicht erforderlich ist.

[0099] Ein alternativer Ansatz ist die Verwendung eines 1/3 Vorwärtsfehlerkorrektur-Codes, der über alle drei Zeitschlitzte verteilt wird. Die Verwendung eines derartigen Codes stellt verbesserte Leistung bereit, falls die Fehlerstatistik während jedes Zeitschlitzes fast gleich ist. Falls ein Zeitschlitz signifikant schlechter wird und als mangelhaft identifiziert werden kann, ist es möglicherweise besser, den mangelhaften Zeitschlitz zu ignorieren und einen Antennen-Handover anzufordern, um den betreffenden Zeitschlitz zu ersetzen, falls die schlechte Leistung andauert. Da erwartet wird, dass die reelle Statistik des Diversitätskanals eine ungleiche Zeitschlitzstatistik ergibt, besteht die bevorzugte Alternative darin, keinen Vorwärtsfehlerkorrektur-Code in den drei Zeitschlitzten zu verwenden. Auch wenn Fehlererkennungs- und -korrekturcodes nur innerhalb jedes Zeitschlitzes enthalten sind, können Vorwärtsfehlerkorrektur-Codes in mehreren Zeitschlitzten eingesetzt werden.

[0100] Unter der Annahme, dass es zu übertragende Daten gibt, sendet jede Antenne während jedes Zeitschlitzes. Da die Daten dreimal übertragen werden, gibt es in jedem Zeitschlitz für jedes der betreffenden Antenne zugewiesene Modul drei übertragene CDMA-Signale. Falls der Antenne 4 Module zugewiesen sind, wobei 4 Module zu einem beliebigen Zeitpunkt 24 Benutzer unterstützen, gibt es 12 CDMA-Signale, die in jedem Zeitschlitz von der Antenne ausgestrahlt werden (siehe [Fig. 11A](#), [Fig. 11B](#)). Falls das Lastverhältnis etwa 50% beträgt, werden nur 6 CDMA-Signale tatsächlich übertragen, und falls der dritte Zeitschlitz in 20% bis 25% der Zeit nicht benö-

tigt wird, werden zu einem Zeitpunkt nur jeweils 4 bis 5 CDMA-Signale übertragen. Die gleichen Antennen werden für die Empfangsseite oder für die Rückwärtsverbindung (Benutzer zur Zwischenstation) verwendet.

[0101] Wie vorstehend ausgeführt ist, überträgt das CDMA-Endgerät des Benutzers nur während eines Zeitschlitzes, und die Zwischenstation empfängt diese Übertragung simultan an den gleichen drei Antennen, was zu einer dreifachen Raumdiversität beim Empfänger führt. Die drei Empfangssignale kommen in die Zwischenstation oder in das B-T-Modul entweder über separate Drähte oder mit unterschiedlichen Frequenzen entsprechend der Darstellung in [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#), und sie werden separat verarbeitet. Diese verarbeiteten Signale werden unter Verwendung von Maximum-Likelihood-Kombinierern summiert. Der S/I-Wert von jedem Antennenpfad wird gemessen und über ein Intervall von mindestens zehn Zeitschlitzten im Speicher gehalten. Der Datensatz der Signalstatistik wird vom Maximum-Likelihood-Kombinationsprozess verwendet. Gespeicherte Signalstatistiken sind ebenfalls im Entscheidungsprozess zur Ausführung eines Handovers an andere Antennen nützlich.

[0102] Der Handover-Prozess für das B-T-Kabellnetzwerk basiert auf dem von jeder der Antennen empfangenen Signal. Der zentrale Prozessor empfängt Informationen zur Qualität der Verbindungen in beiden Richtungen. Bei der Vorwärtsverbindung erhält er Informationen vom CDMA-Empfänger des Benutzers, der während eines zugewiesenen Zeitschlitzes, der mit einer bestimmten Antenne identifiziert ist, an der betreffenden Verbindung betrieben wird. Bei der Rückwärtsverbindung empfängt er Informationen an den separaten Pfaden durch unterschiedliche Antennen. Die Information zur Qualität der Pfade durch eine bestimmte Antenne kann bewertet und mit anderen, bereits vorliegenden Pfaden durch unterschiedliche Antennen und mit anderen, neuen Pfaden verglichen werden, nach denen das Benutzerendgerät kontinuierlich sucht. Wenn ein bereits vorliegender Pfad in einem bestimmten Zeitschlitz weiterhin schlechter wird und ein besserer Pfad verfügbar ist, weist der zentrale Controller dem Benutzerendgerät einen neuen Pfad (Antenne) zu und teilt dies dem Benutzerendgerät mit.

[0103] Der Handover-Prozess für die Zwischenstation ist ähnlich, wobei aber der Handover generell zwischen Zwischenstationen und nicht zwischen Antennen erfolgt. Bei einem Handover von einer Zwischenstation zu einer anderen Zwischenstation werden alle drei Antennen, die einer bestimmten Zwischenstation zugeordnet sind, mit der Zwischenstation weitergegeben. Einige wenige Zwischenstationen können mit in großem Abstand getrennten Antennen implementiert sein. Falls es Zwischenstationen mit in großem

Abstand getrennten Antennen gibt, kann auch der für B-T-Module beschriebene Handover-Prozess eingesetzt werden.

[0104] Betriebsbeschreibung: Ein neuer Teilnehmer schaltet sein CDMA-Benutzerendgerät ein und tastet die Synchronisationscodes ab, bis er einen Synchronisationscode erfasst. Das CDMA-Benutzerendgerät leitet anschließend eine Registrierungsmeldung ein. Die Zwischenstation empfängt diese Meldung und leitet sie zum zentralen Controller, der sie mit einer Quittierungsmeldung zurück zum Benutzerendgerät bestätigt. Der zentrale Controller geht in das Ausgangsverzeichnis des neuen Endgeräts und erhält das Benutzerprofil und platziert es in der Datei für aktive Benutzer. Der neue Benutzer ist jetzt registriert, und alle Anrufe werden zu diesem neuen Dienstbereich weitergeleitet.

[0105] Es gibt 28 unterschiedliche Synchronisationscodes, und jedem Gebiet ist ein Synchronisationscode zugeordnet. Die 28 Gebiete bilden einen Bereich, und die Codes werden im nächsten Bereich wiederholt. Die Zwischenstationen in einem Gebiet erhalten unterschiedliche Schalt- oder Startpunkte für ihren bestimmten Code. Daher hat jede Zwischenstation oder weitläufig beabstandete Antenne einen identifizierbaren Code. Der zentrale Controller weiß, durch welche Antenne oder durch welche Zwischenstation der neue Benutzer registriert ist, sodass der Controller alle Informationen zum neuen Benutzer durch den betreffenden Knoten leitet. Der zentrale Controller gibt dem neuen Benutzer auch eine Gruppe von Codes oder unterschiedliche Startpunkte an seinem vorhandenen Code für eine Suche zum Zweck der Identifizierung von Diversitätspfaden oder Handover-Kandidaten. Der neue Benutzer überwacht weiterhin den Synchronisations- und Steuerungskanal während der Hälfte seiner Zeitschlitzze. Während der anderen Hälfte seiner Zeitschlitzze sucht er nach besseren Synchronisationskanälen.

[0106] Der Benutzer wird über den Steuerungskanal kontaktiert, und er erhält eine CDMA-Code- und Zeitschlitzzuweisung, die er einrichtet, sodass er den Anruf beginnen kann. Wenn der Benutzer einen Dienst anfordert, erhält er ebenfalls eine CDMA-Code- und Zeitschlitzzuweisung für die Dauer der Verbindung. Das Benutzerendgerät bleibt bis zum Ende des Anrufs in diesem Zustand, sofern nicht das Signal in einem oder in allen Diversitätspfad(en) schwach wird. Da der Benutzerempfänger kontinuierlich die eingehenden Signale bewertet und nach besseren neuen Pfaden sucht, weiß er, wann ein Pfad mangelhaft geworden ist, und er meldet diesen Zustand dem zentralen Controller zusammen mit einer Liste besserer Kandidaten. Der zentrale Controller weist einen Handover an, und das Benutzerendgerät geht zum neuen CDMA-Code und Zeitschlitz über. Keine dieser Aktivitäten ist für den Endbenutzer er-

kennbar.

[0107] Am Anfang jedes Zeitschlitzes ist ein kurzer nicht modulierter Abschnitt ohne Benutzerinformationen, der zur Neusynchronisation und Bereichseinstellung verwendet wird, woran sich ein kurzer Abschnitt für Steuerungsmeldungen anschließt. Diese kurzen Bursts werden unabhängig davon übertragen, ob es zu sendende Benutzerinformationen gibt oder nicht. Falls keine Benutzerinformationen zu versenden sind, bestätigt die Steuerungsmeldung dies, und die Sendeleistung wird für den Abschnitt der Benutzerinformationen des Zeitschlitzes um zehn dB reduziert. Es ist zu beachten, dass vier Zeitschlitzze auf dem Vorwärtskanal zur Verfügung stehen, um in Abhängigkeit von den zwischen dem Benutzer und dem zentralen Controller festgelegten Einstellungen Benutzerinformationen weiterzuleiten. Diese Slots können entsprechend der vorstehenden Beschreibung ausgeschaltet werden, sodass andere Benutzer Zugriff auf zusätzliche Kapazität haben. Die mehreren Zeitschlitzze können zur Verbesserung der Diversität verwendet werden oder zum Senden von erhöhten Datenraten, mehrfachen Datenkanälen oder einem Grafikkanal zusammen mit einem Sprachkanal. Die Möglichkeit der Erweiterung auf mehrere Teilnehmer in einer Konferenzverbindung steht ebenfalls zur Verfügung.

STANDORTVERARBEITUNG [Fig. 20](#), [Fig. 21](#),
[Fig. 22](#), [Fig. 23](#)

[0108] [Fig. 20](#) zeigt die Funkverbindungen aus [Fig. 1](#) oder [Fig. 4](#), wobei das Fahrzeug und seine Antenne durch die Benutzerantenne U wiedergegeben sind. Die Funkverbindungen arbeiten entsprechend der Darstellung in [Fig. 10A](#) mit Zeitschlitzzen. Die Funkverbindung AU arbeitet mit Zeitschlitzzen und liegt während des Zeitschlitzes 1 vor. Die Funkverbindung BU arbeitet auch mit Zeitschlitzzen und liegt während des Zeitschlitzes 2 vor. Die Funkverbindung CU arbeitet ebenfalls mit Zeitschlitzzen und liegt während des Zeitschlitzes 4 vor. Die Funkverbindung AU bestimmt die absolute Entfernung von U zur Antenne A. Die Entfernung zur Antenne A bildet eine Referenz zur Messung der Differenz bei den Pfadlängen zwischen den Funkverbindungen AU und BU. Auf ähnliche Weise wird auch die Pfadlänge der Funkverbindung AU als Referenz zur Messung der Differenz bei den Pfadlängen zwischen den Funkverbindungen AU und CU verwendet.

[0109] Da das zeitliche Auftreten des Einsvektors (zur Synchronisation) bei allen drei Antennen gleich ist, können die Entfernungen zu allen drei Antennen von der Differenz der jeweiligen Eingangszeiten des Einsvektors in jedem Zeitschlitz abweichen. Das Standortzentrum, das die physikalischen geographischen Koordinaten aller drei Antennen hat, berechnet den Standort der Antenne U des Benutzers.

[0110] Die Geometrie der Standortbestimmung ist in [Fig. 20](#), [Fig. 21](#), [Fig. 22](#) und [Fig. 23](#) wiedergegeben. Die erste Entfernungsmessung AU stellt den Benutzer als irgendwo auf dem Kreis A in [Fig. 21](#) befindlich fest. Die zweite Entfernungsmessung stellt den Benutzer ebenfalls als irgendwo auf dem Kreis B befindlich fest. Die einzigen Standorte, für die dies zutreffen kann, sind an den jeweiligen Schnittstellen der Kreise an den Punkten X und Z. Der Standort wurde somit auf zwei mögliche Punkte eingegrenzt. Die dritte Bestimmungsstellung stellt den Benutzer als irgendwo auf dem Kreis C befindlich fest. Da der Benutzer sich auch auf dem Kreis C befindet, muss er an Punkt Z sein. Der Erhalt zusätzlicher Entfernungen zu anderen Antennen bestätigt die erste Gruppe von Messungen und verbessert in vielen Fällen die Genauigkeit. Falls das Gelände signifikante Höhenänderungen aufweist, werden die Kreise konstanter Entfernung zu Kugeln konstanter Entfernung, und die zusätzlichen Messungen beseitigen eventuelle Zweifel, die durch das Hinzufügen der dritten Dimension bewirkt werden könnten. Das Verarbeitungszentrum der Standortposition setzt diese Koordination in benutzerfreundliche Anweisungen um. Entfernungsmessungen durch das CDMA-System werden wie folgt erhalten:

1. Der Pseudorandcode fungiert bei seiner Ausbreitung zwischen A und U als Zollstock. Die erforderliche Zeit für die Ausbreitung zwischen A und U ermöglicht vielen Chips, die Länge der Verbindung wiederzugeben oder während der Signalausbreitung in der Verbindung „gespeichert“ zu werden, wobei die Ausbreitungszeit in Mikrosekunden mit der Chip-Rate in Megachips multipliziert wird. Siehe hierzu [Fig. 20](#).
2. Es gibt zwei Wege zur Erhöhung der Anzahl der im Ausbreitungspfad gespeicherten Chips. Ein Weg ist die Erhöhung der Pfadlänge, und der andere Weg ist die Beschleunigung der Chip-Taktrate. Die Erhöhung der Chip-Taktrate entspricht der Markierung eines Lineals mit einem kleineren Maßstab. Die Erhöhung der Chip-Taktrate speichert daher mehr Chips in der Pfadverzögerung und ermöglicht die Vornahme genauerer Messungen.
3. Die Pfadlänge von der Antenne A zum Benutzerendgerät U und zurück zur Antenne A kann gemessen werden, indem von A übertragen wird, anschließend der gleiche PN-Code mit der eingehenden Phase vom Benutzerendgerät U erneut übertragen wird, und das wiederholte Signal, das erneut an der Antenne A empfangen wird, mit dem Signal verglichen wird, das zuvor von der Antenne A übertragen worden ist. Durch die Verzögerung des ursprünglichen Signals bei A, bis es Chip für Chip dem empfangenen Signal entspricht, und das Zählen der Anzahl der ausgelassenen Chips ist die gesamte Verzögerung proportional der doppelten Entfernung zwischen der Antenne A und der Antenne U.

4. Die Genauigkeit der Distanzmessung ist ungefähr 1/4 der Anzahl der von einem Chip wiedergegebenen Länge in Fuß. Die 1/4-Chip-Wert ist eine Implementierungseinschränkung, die sich dadurch bestimmt, wie genau die Korrelationsspitze erkannt und verfolgt wird. Es ist möglich, diesen Fehler durch Autokorrelationsverfahren zu reduzieren, doch 1/4 Chip ist eine realistische Auflösung.

5. Zur im vorstehenden Abschnitt 3 beschriebenen Bestimmung der Pfadlänge zwischen der Antenne A und dem Benutzerendgerät U gibt [Fig. 22](#) die an der Antenne A gesendeten Signale **2202** und die an der Antenne A empfangenen Signale **2204** wieder. Bei einer Chip-Taktrate von 10 Megachips pro Sekunde werden ungefähr 100 Fuß [~30,48 m] von jedem Chip wiedergegeben. Die Verzögerung von 51 Chips zwischen den gesendeten Signalen **2202** und den empfangenen Signalen **2204** gibt die Zeit wieder, die erforderlich ist, damit eine Funkwelle eine Rundreisestrecke zwischen der Teilnehmerstation und der Zwischenstation zurücklegt. Eine Hälfte der Rundreiseverzögerung, oder 25,5 Chips, gibt die Entfernung zur Antenne wieder. Somit ist die Entfernung von der Antenne A zur Antenne U des Benutzerendgeräts bei dem in [Fig. 22](#) wiedergegebenen Beispiel $(51 \times 100)/2 = 2500$ Fuß [~762 m]. Die Genauigkeit der Distanzmessung beträgt plus/minus 25 Fuß $(100 \text{ Fuß}/4)$ [~7,62 m].

6. Die Distanz AU wird somit ziemlich präzise gemessen. Entsprechend der vorstehenden Beschreibung verwendet der Empfänger einen einzelnen Empfänger für alle Zeitschlitze. Während der Teilnehmerempfänger den Zeitschlitz 1 verfolgt, arbeitet er mit der Basisstation zusammen, um die empfangene Wellenform mit der gleichen Phase und ohne Verzögerung durch das Benutzerendgerät zu wiederholen. Der Empfänger der Basisstation vergleicht entsprechend der vorstehenden Beschreibung die empfangene Phase mit der übertragenen Phase, um die absolute Entfernung zu bestimmen. Die Basisstation sendet anschließend den so gemessenen Entfernungswert zum Benutzerendgerät, wo er zur späteren Abfrage und Verwendung gespeichert wird. Wie vorstehend erwähnt wurde, ist die Wellenformphase wichtig, falls der Einsvektor als Startpunkt über das Benutzerendgerät beibehalten wird, wobei ein neuer, ähnlicher PN-Code bei der Rückwärtsverbindung eingesetzt werden kann. Ein ähnlicher Code könnte den gleichen Code um einen definierten Offset versetzt aufweisen.

7. Das gleiche vorstehend beschriebene Messverfahren in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung könnte verwendet werden, um die beiden anderen Entfernungen (zu den Antennen B und C) zu erhalten, wobei die Ergebnisse ebenfalls im Speicher an der Teilnehmerstation gespeichert werden. Eine direkte Entfernungsmessung zu allen

drei Antennen ist jedoch nicht erforderlich. Siehe hierzu [Fig. 23](#). Der gleiche Empfänger ruft Informationen über alle drei Pfade ab. Hierbei stellt der Empfänger die Differenz bei der Pfadlänge am Anfang jedes Zeitschlitzes ein. Nach der erfolgten Einstellung wird der Code bei der ersten Verwendung der betreffenden Antenne durch den Empfänger als Informationskanal gespeichert und im Speicher gehalten, bis die Funkverbindung zu diesem Zeitschlitz zurückkehrt, worauf der Code aus dem Speicher entnommen und als Startpunkt für die Nachlaufregelschleifen verwendet wird. Der Empfänger pflegt daher im Wesentlichen drei separate Gruppen von Empfängerparametern, die drei unterschiedliche Empfänger emulieren, nämlich eine Parametergruppe für den Zeitschlitz 1, eine unterschiedliche Gruppe für den Zeitschlitz 2 und eine weitere unterschiedliche Gruppe für den Zeitschlitz 3. Die Entfernungen zur Antenne B und zur Antenne C können über das Hinzufügen des in Chips gemessenen Offsets zum an der Verbindung AU gemessenen absoluten Entfernungswert bzw. über das Abziehen davon bestimmt werden. Der Offset wird dabei bestimmt, bevor der Zeitschlitz erstmals als Informationskanal verwendet wird, wobei diese Bestimmung beim Prozess der Suche nach neuen Pfaden für einen Handover erfolgt. Die Verzögerung und die Messung der Signalqualität wird in der Zieldatei für einen potenziellen Handover bestimmt und gepflegt. Diese Offset-Messungen der Verzögerung werden auch als zusätzliche Entfernungsmessungen im Standortpositionsprozess verwendet.

[0111] Wiederum mit Bezug auf das vorstehende Beispiel gibt das an der Antenne A übertragene Signal **2302** insbesondere eine Entfernung von 25,5 Chips von der Antenne A zur Antenne U des Benutzerendgeräts wieder. Das an der Antenne U von der Antenne A empfangene Signal **2304** wird als Referenz verwendet, um die relative Eingangszeit von Signalen von den Antennen B und C zu messen, wobei eine Anpassung der unterschiedlichen Zeitschlitz erfolgt, in denen diese Signale platziert werden.

[0112] Da der Zeitablauf für die Zeitschlitz 1, 2 und 3 sequenziell ist, überschneiden sich die Echtzeit-Chip-Muster für die Slots 2 und 3 nicht. Nach der Anpassung der Zeitschlitzverzögerungen entspricht die Zeitablaufbeziehung jedoch der Darstellung in [Fig. 23](#). Das von der Antenne B an der Antenne U des Benutzerendgeräts empfangene und bezüglich der Zeitschlitzdifferenz wie beschrieben angepasste Signal **2306** wird um 8 Chips vorzeitig empfangen (d. h. relativ zu dem von der Antenne A empfangenen Signal mit einem Offset). Auf ähnliche Weise wird das Signal **2308** von der Antenne C am Benutzerendgerät U ebenfalls vorzeitig empfangen, aber um 6 Chips (d. h. relativ zu dem von der Antenne C empfangenen Signal mit einem Offset). Empfangene Signale kön-

nen relativ zum Referenzsignal **2304** entweder verzögert oder verfrüht sein (d. h., sie können eine positive oder eine negative Verzögerung haben). Vorzeitiger Empfang gibt an, dass die Antenne (B oder C) näher als die Antenne A ist. Im Gegensatz dazu gibt ein verzögerter Empfang an, dass die Antenne (B oder C) weiter entfernt ist als die Antenne A.

[0113] In [Fig. 23](#) ist die Entfernung von Antenne B zu Antenne U $25,5 - 8 = 17,5$ Chips. In Fuß ist die Länge des Pfades BU $17,5 \text{ Chips} \times 100 = 1750 \text{ Fuß}$ [$\sim 533 \text{ m}$]. Die Entfernung von Antenne C zu Antenne U ist $25,5 - 6 = 19,5$ Chips. In Fuß sind $19,5 \text{ Chips} \times 100 = 1950 \text{ Fuß}$ [$\sim 594 \text{ m}$] = Pfadlänge CU. Das Benutzerendgerät kann bei Z angeordnet sein und der Schnittpunkt des Kreises A in 2250 Fuß [$\sim 686 \text{ m}$] Entfernung von Antenne A, sowie der Schnittpunkt des Kreises B in 1750 Fuß [$\sim 533 \text{ m}$] Entfernung von Antenne B und der Schnittpunkt des Kreises C in 1950 Fuß [$\sim 594 \text{ m}$] Entfernung von Antenne C.

[0114] Bei der Alternative kann die Standortmessung über die Berechnung der Schnittpunkte von zwei Hyperbeln erfolgen. Die erste Hyperbel ist der Ort aller Punkte mit einer festen Differenz in der Distanz von zwei Brennpunkten, die proportional zur Differenz in der Verzögerung zwischen Antenne A und Antenne B ist. Die zweite Hyperbel ist der Ort aller Punkte mit einer festen Differenz in der Distanz von zwei Brennpunkten, die proportional zur Differenz in der Verzögerung zwischen Antenne B und Antenne C (oder zwischen Antenne A und Antenne C) ist. Die Antennen A und B sind die Brennpunkte der ersten Hyperbel, während die Antennen B und C die Brennpunkte der zweiten Hyperbel sind. Auf diese Weise kann der Standort des Teilnehmers berechnet werden, ohne eine Zweiwegübertragung zwischen dem Benutzerendgerät und der Zwischenstation zu erfordern, um eine erste Entfernungsmessung zu bestimmen.

STANDORTDIENSTE [Fig. 18](#), [Fig. 19](#)

[0115] Da der Empfänger der Teilnehmerstation Informationen über drei unterschiedliche Pfade erhält, die von bekannten Standorten aussenden, wird die Information zur Standortposition über die Messung der Eingangszeit von Meldungen relativ zu einer festen Referenzzeit abgeleitet. Die Messgenauigkeit ist abhängig von der Chip-Rate, sie ist bei einer Chip-Rate von 10 Megachips pro Sekunde jedoch ziemlich genau. In Abhängigkeit von der im Benutzerendgerät verfügbaren Verarbeitungskapazität gibt es verschiedene Wege für die Durchführung der Standortmessung und -anzeige. Die Wahl richtet sich auch danach, wer die Information letztlich verwendet. Das Verfahren könnte prinzipiell passiv sein, wobei nur die zutreffende Information zum Chip-Offset verwendet und eine Referenz für die aktuelle Zelle erhal-

ten wird. Der Benutzer könnte seinen Standort ähnlich wie bei der Verwendung eines GPS-Satelliten örtlich ableiten und anzeigen. Ein GPS-Empfänger zeigt Längen- und Breitenwerte an. Standortinformationen können auch zu einem Verarbeitungszentrum zurückgesandt werden, das einen Dienst für den Benutzer bereitstellt. Das Verarbeitungszentrum setzt die Längen- und Breitenkoordinaten in einen Standort mit geografischer Bedeutung um, wie z. B. eine Hausnummer in einer bestimmten Straße.

[0116] Die Messung der örtlichen geografischen Position ist besonders interessant für Personen, die Sicherheits- und Gesundheitsprobleme berücksichtigen müssen. Der Manager eines Dienstzentrums könnte entweder die Polizei oder Familienangehörige benachrichtigen, oder das Dienstzentrum könnte als Bestandteil einer besonderen Dienstgebühr seine Mitarbeiter zur Überprüfung irregulärer Umstände veranlassen. Selbstverständlich kann das Dienstzentrum auch gegen eine nominelle Gebühr einer Person ihre Straßenadresse mitteilen und ihr Anweisungen geben, wie sie zu einer gewünschten Zieladresse gelangt. Diese Dienste können für Benutzer bereitgestellt werden, die Fußgänger sind oder die sich in Fahrzeugen bewegen. Die Zielanweisungen können in Form einer Gruppe von einmaligen detaillierten Anweisungen vorliegen, oder es kann sich um spezifische und kontinuierliche Kreuzungsangaben handeln, während der Benutzer der vorgeschlagenen Route folgt. Die Angaben könnten die Form von Sprachanweisungen oder Textanzeigen haben, wobei der Benutzer aufgefordert wird, an der nächsten Kreuzung rechts abzubiegen. Ein Lieferwagen, ein Taxi, ein Rettungsfahrzeug oder ein Feuerwehrfahrzeug könnten einen speziellen Bildschirm haben, der eine örtliche Karte mit darauf wiedergegebenen schriftlichen Anweisungen anzeigt. Die Anweisungen können auch bei Änderungen der Verkehrssituation abgeändert werden. Der Nutzen dieses Systems ist eine signifikante Zunahme der öffentlichen Sicherheit, des Komforts und der Produktivität.

[0117] In den vorstehend beschriebenen Systemkonfigurationen wird die Trennung zwischen den Antennen ausreichend ausgeführt, um die Möglichkeit einer genauen Positionsordnung zu ergeben. Durch die Positionierung der Antennen zur Erzielung unabhängiger Pfade, die ausreichend sind, um Flat Fading wegen störender Hindernisse zu vermeiden, ist die Trennung dann auch ausreichend, um den Triangulationsfehler auf einen sehr geringen Wert zu reduzieren. Die Kostenzunahme durch den Einschluss der Optimierung für eine Standortbestimmungsmöglichkeit ist nominell.

[0118] Die Verarbeitung der Standortposition erfolgt durch einen Fremdanbieter, der das Standortbestimmungszentrum besitzt und betreibt. Der Standortdienst kann auf verschiedene Weisen ausgeführt

werden. Der bevorzugte Ansatz sieht vor, dass das Benutzerendgerät das Repository für alle Standortinformationen wird, indem eine Standortdatei eingerichtet und gepflegt wird. Das Standortbestimmungszentrum fragt das Benutzerendgerät über das normale PSTN-Netz ab (vorzugsweise paketgestützt), wenn es Informationen benötigt. Vorzugsweise werden ein Verschlüsselungsverfahren während der Übertragung und ein Zugriffscode zum Datenschutz verwendet. Das Benutzerendgerät könnte auch als Reaktion auf eine Aktivierung seitens des Benutzers Standortinformationen zum Standortzentrum senden, und zwar ebenfalls über das PSTN-Netz. Wenn der Benutzer beispielsweise eine Alarmtaste betätigt, kann die Funkeinrichtung die Alarmmeldung zusammen mit den Standortinformationen zum Standortzentrum senden. Das Standortzentrum reagiert entsprechend den zuvor getroffenen Abmachungen und der abonnierten Dienstebene. Da die Funkeinrichtung des Benutzerendgeräts die Code-Offset-Information intern entwickelt, ist die einzige zusätzliche Information, die das Mobilfunksystem für das Benutzerendgerät bereitstellen muss, die Distanz – als Einzelstrecke oder Rundreise – vom Benutzer zu einer der Basisstationen/Antennen. Die Distanzinformation, die als Dienstmerkmal für den Benutzer bereitgestellt wird, muss die Basisstation/Antenne identifizieren. Alle Messungen müssen in einem Zeitfenster von 100 Millisekunden ausgeführt werden, oder der Fehler infolge der Fahrzeugbewegung zwischen Messungen kann zu groß werden. Bei angehaltenen Fahrzeugen oder bei Fußgängern könnte das Zeitfenster für die Ausführung von Standortbestimmungen wesentlich größer sein, da es zwischen den Messungen nur wenig oder gar keine Bewegung gibt. Die vom System zum Benutzerendgerät übertragene Distanzmessung weist somit die Entfernung in Fuß auf, sowie die Zeit in Millisekunden und die Identität der Messentität. Beim Erhalt der Distanzmeldung speichert das Benutzerendgerät die Meldung und nimmt Code-Offset-Messungen zu mehreren unterschiedlichen Antennen vor, und, falls geeignete Signalpegel vorliegen, speichert es die zusammengesetzten Informationen in der Standortdatei. Die Standortdatei wird beibehalten, bis eine neue Distanzmeldung von der Funkeinrichtung des Benutzerendgeräts empfangen wird, worauf die Funkeinrichtung des Benutzerendgeräts erneut die Code-Offset-Messungen vornimmt und die Standortdatei aktualisiert.

[0119] Wenn das Standortzentrum die Funkeinrichtung des Benutzerendgeräts nach ihrer Position abfragt, sendet die Funkeinrichtung den Inhalt der Standortdatei. Das Standortzentrum verarbeitet diese Daten in sehr genaue kartografische Daten mit einer Position in einer bestimmten Straße (kann auf einer typischen Straßenkarte angezeigt werden). Das System misst die Distanz zum Teilnehmer normalerweise einmal pro Minute, wenn der Teilnehmer im ak-

tiven Empfangsmodus ist, wobei der Empfänger eingeschaltet ist und auf einen Aufruf wartet. Der Zeitraum zwischen Messungen ist variabel und kann gemäß dem Bedarf des Benutzers eingestellt werden. Das System sendet diese neue Distanz zur Teilnehmerstation, die die Angabe in der Datei platziert und dabei neue Code-Offset-Messungen eingibt. Falls der Teilnehmer gerade ein Gespräch führt, überträgt das Benutzerendgerät, die Basisstation nimmt alle zehn Sekunden eine Messung vor, und, falls sich die Distanz um mehr als um einhundert Fuß [~30,48 m] ändert, sendet das System eine Meldung zur Teilnehmerstation. Jedes Mal, wenn das Benutzerendgerät eine Distanzmessung empfängt, fügt es die lokalen Code-Offset-Messungen hinzu und aktualisiert die Datei.

[0120] Es ist ersichtlich, dass die Standortdatei des Benutzerendgeräts mindestens jede Minute und im Bedarfsfall öfter aktualisiert wird. Das System kann daher die Position beliebiger aktiver Benutzer in einer Distanz von ungefähr 100 Fuß [~30,48 m] kennen. Eine bessere Genauigkeit und häufigere Aktualisierungen sind selbstverständlich möglich, doch wegen der Last auf den Datenverbindungen sollte die Anzahl der Teilnehmer, die eine bessere Leistungscharakteristik erhalten, eher die Ausnahme als die Regel sein. Jedes Mal, wenn der Benutzer an seinem tragbaren Endgerät die Alarmtaste betätigt, überträgt das Endgerät den Inhalt der Standortdatei dreimal, wobei dies ausreichend ist, damit das System eine neue Distanz einlesen und eine Meldung zum Benutzerendgerät senden kann. Das Benutzerendgerät nimmt mehrere Offset-Messungen vor und sendet die neue Standortdatei dreimal. Die Alarmmeldung wird alle dreißig Sekunden wiederholt, bis die Batteriekapazität erschöpft ist. Die Funkeinrichtung des Benutzerendgeräts kann ein zusätzliches Modul (mit eigener Batterie) haben, das jedes Mal, wenn die Alarmmeldung der Funkeinrichtung übertragen wird, ein Tonsignal ausgibt.

[0121] Das System erzeugt unaufbereitete Positionsinformationen am Benutzerendgerät, die in von menschlichen Bedienern lesbare kartografische Daten umgesetzt werden müssen. Generell sind die grundlegenden Längen-, Breiten- oder Winkel- und Distanzwerte ausreichend. Es besteht allerdings Bedarf an einem Fremdsystem als Dienstleistung zur Übersetzung dieser Daten in ein Format, das leicht vom Massenpublikum eingesetzt werden kann. Da das Benutzerendgerät die grundlegenden Positionsinformationen hat, kann es für jede autorisierte Entität bereitgestellt werden, die es vom Benutzerendgerät anfordert. Das Verarbeitungszentrum für den Standort fragt in periodischen Abständen die abonnierten Benutzerendgeräte ab und pflegt eine Datei zu deren aktuellem Standort. Ein möglicher Dienst für Teilnehmer mit gesundheitlichen Problemen ist ein Überwachungssystem während körperlicher Betätigung.

Falls der Teilnehmer an einem unüblichen Standort über einen übermäßigen Zeitraum verweilt und nicht die Alarmtaste betätigt, könnte der Bediener des Standortzentrums Lebenszeichen anfordern oder einen medizinisch-technischen Mitarbeiter zum inaktiven Teilnehmer entsenden. Falls ein Notfall vorliegt, kennt der Bediener des Standortzentrums den Standort des Teilnehmers, um Hilfe entsenden zu können. Wenn andererseits die Alarmtaste betätigt wird, wird die Alarmmeldung zum Standortzentrum übertragen, wo man für den Umgang mit derartigen Notfällen ausgerüstet ist. Die Möglichkeit der Verfolgung von Benutzerendgeräten und der Bereitstellung von Hilfe infolge eines Vorgangs ist bei vielen Anwendungen nützlich. Die Verfolgung gestohlener Fahrzeuge, die Identifizierung von Verkehrsstaus, der Schutz von Rettungsfahrzeugen vor falschen Zielangaben und die Meldung von Vandalismus-Handlungen sind nur wenige Beispiele für die Anwendung dieser Erfindung.

[0122] Insbesondere in der verteilten Konfiguration entsprechend der vorstehenden Beschreibung erfordert das System eine konsistente Nullzeitreferenz bei den unterschiedlichen Antennen der Basisstationen. Die Verfügbarkeit einer Nullzeitreferenz reduziert deutlich die Zeit der Neusynchronisation, da das Signal von Antenne zu Antenne springt und auch beim Such- und Handover-Prozess nützlich ist. Die vorstehend beschriebene Standortanwendungsmöglichkeit ermöglicht es dem System, in regelmäßigen Abständen eine Autokalibrierung vorzunehmen, indem entsprechend der vorstehenden Beschreibung mehrere der Benutzerendgeräte an festen Positionen platziert werden und die korrekte Nullzeiteinstellung für diese Standorte bestimmt wird. Indem das System diese Prüfpunkte abfragt, während die korrekte Antwort im zentralen Prozessor verwahrt ist, wird eine Fehlerangabe erreicht, falls das System nicht kalibriert ist. Die gleichen Prüfpunkte werden verwendet, um die tatsächliche Verzögerung während des Prozesses zu zeigen, wobei eine variable Verzögerung eingeführt wird, indem die Systemverzögerung in einem oder mehreren der Signalfade bei der Neukalibrierung oder dem Einstellungsprozess erhöht oder herabgesetzt wird.

[0123] Der Kalibrierungsprozess kann leicht automatisiert werden. Die Automatisierung kann auf zwei Arten implementiert werden. Der erste Ansatz ist die allminütliche Abfrage der Prüfpunkte und die Bestimmung von aufgetretenen Fehlern. Falls dieser Fehler ein signifikantes Niveau erreicht, kontaktiert das Kommunikationssystem das Standortzentrum und stellt für das Zentrum die Korrekturen bereit, die bei den Berechnungen der Standortpositionen berücksichtigt werden müssen. Der letztere Ansatz erfordert eine enge Koordinierung zwischen dem Kommunikationssystem und dem Standortpositionszentrum. Ein eigenständiger Ansatz wäre wünschenswert. Das

Kommunikationssystem selbst könnte den korrekten „Null“-Zustand wahren, indem die Prüfpunkte entsprechend der vorstehenden Beschreibung abgefragt werden und wenn die Möglichkeit besteht, die Verzögerung **1806** im Pfad zur Antenne einzuführen oder zu entfernen.

[0124] [Fig. 18](#) gibt ein System mit Autokalibrierung wieder. Einmal pro Minute fragt das System jeden Prüfpunkt **1802** ab. Dies führt dazu, dass eine Distanzmessung zum Prüfpunkt **1802** gesendet wird, wobei der Prüfpunkt **1802** die Code-Offset-Messungen addiert und den Inhalt der Standortdatei zum Prozessor **1804** sendet, wo die empfangene Datei mit einer Datei verglichen wird, die die korrekten Messungen enthält. Falls die Differenz den Schwellenwert überschreitet, berechnet der Prozessor **1804** die Änderungen der Verzögerung, die erforderlich sind, um die Messungen in den Toleranzbereich zurückzuführen, und leitet die Korrektur zum Controller weiter. Der Controller pflegt eine Datei, die die variable Verzögerung **1806** zur Berücksichtigung bei jeder Antenne enthält. Der Controller ändert den Verzögerungseintrag, und eine neue Messung wird vorgenommen, um die Kalibrierung zu validieren. Änderungen, die signifikante Änderungen der Verzögerung erfordern, sind unwahrscheinlich; doch falls dies eintreten sollte, würde der Controller keine Messungen initiieren, die den Abschnitt einschließen, der einer Neukalibrierung unterliegt. Die Standortbestimmungsmöglichkeit stellt somit auch einen Dienst für das Kommunikationssystem bereit. Die Autokalibrierung führt zu einer signifikanten Reduzierung der Installationskosten und ermöglicht die Verwendung von wirtschaftlicheren Systemkomponenten.

[0125] Standortbezogene Kommunikationsvorgänge zwischen den Antenneneinrichtungen und dem Teilnehmerendgerät können in mehrere unterschiedliche Verbindungen aufgeteilt werden. Die Funktionen, die von diesen unterschiedlichen Verbindungen ausgeführt werden, sind folgende: 1, Distanzmessung (erfordert eine Zweiwegverbindung, aber keinen Verkehr); 2, Senden von Messinformationen zum Teilnehmerendgerät (Einweg-Datenverbindung mit Ausnahme möglicher Anforderungen von Neuübertragungen); 3, Messen des Code-Offsets (erfordert nur die Empfangsbereitschaft des Benutzerendgeräts, Daten werden nicht übertragen); 4, Übertragung der Standortdatei zum Standortzentrum oder zum Kommunikationsprozessor **1804** (Datenverbindungen können entweder Einweg- oder Zweiwegverbindungen sein). Die Distanzmessung kann nur vom System ausgeführt werden, und, da eine Zweiwegverbindung erforderlich ist, kann sie erfolgen, während ein normaler Gesprächskanal aufgebaut ist, oder, falls das Endgerät im Empfangsmodus ist, muss das System eine kurze Rundreiseverbindung aufbauen.

[0126] Die Zweiwegverbindung ist erforderlich, da die Basisstation die Codephasendifferenz zwischen dem Signal, das sie zum Benutzerendgerät sendet, und dem Signal, das sie von ihm empfängt, misst. In [Fig. 18](#) wird die obige Funktion im Prozessor **1804** ausgeführt. Diesbezüglich arbeitet das System wie ein Radar mit einem Impuls, der die Breite eines PN-Chips hat. Die Einweg-Datenverbindungsmeldung, die die Distanzmeldung zum Benutzerendgerät leitet, ist eine einzelne Nachricht, die normalerweise einen Fehlerkorrekturcode enthält und die auch die Rückübertragung einer Quittierungsmeldung vom Benutzerendgerät zur Basisstation erfordern kann. Die Quittierungsmeldung kann unabhängig oder als Anhang der Distanzmessfunktion übertragen werden.

[0127] Die Code-Offset-Information wird ebenfalls in einer Datei platziert, die von außerhalb des Systems zugänglich ist. Entsprechend der vorstehenden Beschreibung nutzt das Benutzerendgerät zeitlich gemeinsam einen Empfänger in den drei unabhängigen Pfaden, die zu unterschiedlichen Zeiten von den drei unterschiedlichen Antennen aussenden. Daher verfolgt der Empfänger nacheinander drei unabhängige Pfade. Der PN-Code ist in jedem Pfad gleich, und entsprechend der vorstehenden Beschreibung hat der Code an jeder Antenne die gleiche Startzeit, doch wegen des Distanzunterschieds vom Benutzerendgerät zu den drei unterschiedlichen Antennen haben die beim Benutzerendgerät eingehenden Codes unterschiedliche Codephasen. Da das System jedoch sehr schnell von Antenne zu Antenne wechselt, wechselt der Empfänger zwischen den von jeder der Antennen empfangenen Signalen. Daher behält der Empfänger drei separate Startzustände und Nachlaufregelschleifen für die unterschiedlichen Zeitschlitze bei. Am Ende jedes Zeitschlitzes ist die exakte Zeit im Voraus bekannt; der vorangegangene Status wird im Computer gespeichert und zu Beginn des nächsten Zeitschlitzes, der der gleichen Antenne zugeordnet ist, wiederhergestellt. Somit emuliert der Prozessor drei unterschiedliche Empfänger. Der Empfänger passt sich schnell an eventuelle geringfügige Verschiebungen an, die aufgetreten sind, während der Empfänger an die anderen Antennen gebunden war. Man beachte, dass der Empfänger einen spezifischen Startzustand hat. Die PN-Sequenz wurde somit versetzt, um die Differenz der Entfernung im Pfad zwischen dem Benutzerendgerät und der ersten Antenne und im Pfad zwischen dem Benutzerendgerät und der zweiten Antenne auszugleichen. Die Differenz ist der Code-Offset, da der Code-Offset die Entfernungsdifferenz misst. Die Distanz zur zweiten Antenne ist somit bekannt, ohne eine Regelkreismessung (zwei Wege) vornehmen zu müssen. Der gleiche Prozess wird für die dritte Antenne durchgeführt.

[0128] Zusätzliche Einträge (größer als drei) sind in

der Standortdatei unter Verwendung des normalen Suchmodus verfügbar, den die Funkeinrichtung des Benutzerendgeräts verwendet, um potenzielle Handover-Kandidaten zu identifizieren. Die Funkeinrichtung des Benutzerendgeräts durchsucht die von benachbarten Antennen ausgestrahlten Pilotcodes, um zu bestimmen, ob beliebige dieser Antennen bessere Signale haben als eine der drei Antennen, die derzeit verwendet werden. Ist dies der Fall, meldet das Benutzerendgerät dem System, dass ein brauchbarer Kandidat verfügbar ist. Der Suchvorgang beginnt im Zustand des eingehenden PN-Signals aus dem Zeitschlitz 1, und, falls in diesem Status nichts gefunden wird, fügt die Funkeinrichtung einen Chip zur Pfadlänge hinzu und integriert erneut. Die Funkeinrichtung fährt mit dem Hinzufügen von Chips fort, bis sie ein Signal findet oder einen Bereichsschwellenwert überschreitet. Falls der Bereichsschwellenwert überschritten ist, wird der PN-Generator auf einen neuen Pilotcode zurückgesetzt, und die Funkeinrichtung beginnt erneut bei der Distanz mit Offset 0. Wenn die Funkeinrichtung somit ein neues Pilotsignal findet, weiß sie, wie viel Chips sie hinzugefügt hat, bevor sie erfolgreich war. Die hinzugefügte Anzahl von Chips ist auch der Code-Offset. Der Code-Offset-Wert zusammen mit der Identität des Codes, der die Antenne eindeutig benennt, und dem Zeitstempel werden in die Standortdatei eingegeben. Die Funkeinrichtung platziert diese Einträge in der Standortdatei, auch wenn sie nicht besser sind als die aktuellen Signale. Während die Funkeinrichtung neue Antennen sucht und findet, platziert sie die vier besten Resultate in der Standortdatei. Während sie mit der Suche fortfährt, werden ältere Einträge durch neuere bessere Einträge ersetzt.

[0129] Da jetzt die erforderlichen Informationen in der Standortdatei des Benutzerendgeräts verfügbar sind, können sie für beliebige autorisierte anfragende Einrichtungen verfügbar gemacht werden. Standortdienste können vom Kommunikationsbetreiber oder von einem konkurrierenden unabhängigen Dienstanbieter bereitgestellt werden. Zusätzlich wird es große private Standortzentren geben, die von Besitzern großer Einrichtungen betrieben werden. Das Standortzentrum **1902** empfängt die Standortdateien über das PSTN-Netz, siehe hierzu [Fig. 19](#). Das Netzwerk kann ein leitungsvermittelter Netzwerk oder ein paketgestütztes Netzwerk sein. Ein paketgestütztes Netzwerk ist für diese Art der Anwendung angemessen und wirtschaftlich.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen des Standorts eines Empfängers (**10**) in einem drahtlosen Kommunikationssystem, wobei Datenpakete von mindestens einem Sender (**14**) an den Empfänger übertragen werden, um digitale Daten zu bilden; wobei das System eine erste, eine zweite und eine dritte Antenne

(**11**, **12**, **13**) aufweist, die voneinander beabstandet sind, wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch:

- Senden eines ersten Datenpakets in einem ersten mit Zeitschlitzten arbeitenden CDMA(Code Division Multiple Access)-Kanal mit einem ersten Spreizcode von der ersten Antenne (**11**) zum Bilden eines ersten gesendeten Datenpakets;
- Senden eines zweiten Datenpakets in einem zweiten mit Zeitschlitzten arbeitenden CDMA-Kanal mit einem zweiten Spreizcode von der zweiten Antenne (**12**) zum Bilden eines zweiten gesendeten Datenpakets;
- Senden eines dritten Datenpakets in einem dritten mit Zeitschlitzten arbeitenden CDMA-Kanal mit einem dritten Spreizcode von der dritten Antenne (**13**) zum Bilden eines dritten gesendeten Datenpakets;
- Empfangen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets beim Empfänger (**10**), der entsprechend ein erstes, ein zweites und ein drittes empfangenes Datenpaket bildet;
- Auswählen mindestens des ersten, des zweiten oder des dritten empfangenen Datenpakets zum Bilden der digitalen Daten beim Empfänger; und
- Bestimmen von Codeversatzdifferenzen in Chips zwischen dem ersten, dem zweiten und dem dritten Spreizcode der empfangenen Datenpakete beim Empfänger; und
- Berechnen des Standorts des Empfängers (**10**) aus den entsprechenden bestimmten Codeversatzdifferenzen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Pakets; wobei das erste, das zweite und das dritte Datenpaket im Wesentlichen dieselbe Information aufweisen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Berechnens des Standorts des Empfängers (**10**) aus den entsprechenden bestimmten Codeversatzdifferenzen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets den Schritt des Berechnens der Entfernung zu mindestens der ersten, der zweiten oder der dritten Antenne umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Berechnens des Standorts des Empfängers (**10**) aus den entsprechenden bestimmten Codeversatzdifferenzen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets den Schritt des Berechnens der Differenz der Entfernung zwischen dem Empfänger und der ersten und der zweiten Antenne umfasst.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Schritt des Berechnens des Standorts des Empfängers (**10**) aus den entsprechenden bestimmten Codeversatzdifferenzen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets den Schritt des Berechnens der Differenz der Entfernung zwischen dem Empfänger und der zweiten und der dritten Antenne umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Berechnens des Standorts des Empfängers (10) aus den entsprechenden bestimmten Codeversatzdifferenzen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets den Schritt des Berechnens einer ersten Entfernung zur ersten Antenne (11), den Schritt des Berechnens einer zweiten Entfernung zur zweiten Antenne (12) und den Schritt des Berechnens einer dritten Entfernung zur dritten Antenne (13) sowie das Berechnen der Position des Empfängers (10) als den Schnittpunkt der drei konstanten Entfernungskurven von der entsprechenden ersten, zweiten und dritten Antenne (11, 12, 13) in der ersten, der zweiten bzw. der dritten Entfernung umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 1, ferner mit einer Trägerfrequenz, die eine charakteristische Wellenlänge hat, wobei die erste, die zweite und die dritte Antenne (11, 12, 13) um eine Entfernung voneinander beabstandet sind, die zwischen einem Viertel der Wellenlänge und dem Zehnfachen der Wellenlänge beträgt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Auswählens mindestens des ersten, des zweiten oder des dritten empfangenen Datenpakets zum Bilden der digitalen Daten beim Empfänger einen Schritt des Kombinierens der Energie des empfangenen ersten, zweiten und dritten empfangenen Datenpakets in einer maximalen Weise umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der Schritt des Kombinierens des empfangenen ersten, zweiten und dritten empfangenen Datenpakets in einer maximalen Weise darin besteht, dass die Energie des empfangenen ersten, zweiten und dritten Pakets in einem Maximum-Likelihood-Kombinierer kombiniert werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Datenpaket von einer Basisstation (22, 24) an eine Teilnehmerstation (42) übertragen wird, wobei das System eine Zwischenstation (38) zwischen der Basisstation (22, 24) und der Teilnehmerstation (42) aufweist, um das Datenpaket von der Basisstation zu empfangen und des Datenpaket an die Teilnehmerstation weiterzusenden, wobei die Zwischenstation den Sender und die Teilnehmerstation den Empfänger umfasst, wobei die Zwischenstation die erste, die zweite und die dritte Antenne, die voneinander beabstandet sind, aufweist, wobei das Verfahren ferner gekennzeichnet ist durch:

- Empfangen des Datenpakets an der Zwischenstation;
- Weitersenden des Datenpakets von der ersten Antenne zum Bilden eines ersten gesendeten Datenpakets;
- Weitersenden des Datenpakets von der zweiten Antenne zum Bilden eines zweiten gesendeten Da-

tenpakets nach dem ersten gesendeten Datenpaket; und

- Weitersenden des Datenpakets von der dritten Antenne zum Bilden eines dritten gesendeten Datenpakets nach dem zweiten gesendeten Datenpaket.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Datenpaket von der Basisstation an die Zwischenstation übertragen wird, und das Datenpaket von der Zwischenstation an die Teilnehmerstation über ein Codeteilungsmultiplex(Code Division Multiplex)-Signal von der ersten bzw. der zweiten Antenne weitergesendet wird, wobei das Codeteilungsmultiplex-Signal in einen ersten und einen zweiten Zeiteilungsmultiplex-Zeitschlitz aufgeteilt wird, welche das erste gesendete Datenpaket bzw. das zweite gesendete Datenpaket enthalten.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Datenpaket von der Zwischenstation an die Teilnehmerstation über ein Codeteilungsmultiplex-Signal weitergesendet wird, wobei das Codeteilungsmultiplex-Signal in einen dritten Zeiteilungsmultiplex-Zeitschlitz aufgeteilt wird, welcher das dritte gesendete Datenpaket enthält.

12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine digitale Zeiteilungsmultiplex-Funkverbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Fernseh-Breitbandkabel-Verbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

14. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Lichtwellenleiterkabelverbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Teilnehmermultiplex-Modul-Telefonverbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Draht-Teilnehmerleitungs-Telefonverbindung mit verdrehtem Aderpaar an die Zwischenstation übertragen wird.

17. Verfahren nach Anspruch 9, ferner mit einer Trägerfrequenz, die eine charakteristische Wellenlänge hat, wobei die erste, die zweite und die dritte Antenne um eine Entfernung voneinander beabstandet sind, die zwischen einem Viertel der Wellenlänge und dem Zehnfachen der Wellenlänge beträgt.

18. Verfahren nach Anspruch 9, ferner gekennzeichnet durch:

- Berechnen einer Standortdatei, die Daten enthält, die den Standort der Teilnehmerstation aus der entsprechenden gemessenen Ankunftszeit des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets repräsentieren; und
- Senden des Inhalts der Standortdatei, die Daten enthält, die der entsprechenden gemessenen Ankunftszeit des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets an der Teilnehmerstation repräsentieren, von der Teilnehmerstation an die Basisstation.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die Basisstation den Inhalt der Standortdatei, die Daten enthält, die der entsprechenden gemessenen Ankunftszeit des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets an der Teilnehmerstation repräsentieren, empfängt, den Standort der Teilnehmerstation berechnet und den berechneten Standort der Teilnehmerstation an die Teilnehmerstation sendet, wobei das Teilnehmerstationsverfahren ferner gekennzeichnet ist durch den Schritt des Empfangens des berechneten Teilnehmerstationsstandorts.

20. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die Standortdatei Daten enthält, welche die Entfernung zu entweder der ersten, der zweiten oder der dritten Antenne, sowie die entsprechenden Differenzen in der Ankunftszeit der empfangenen Datenpakete zwischen entweder der ersten, der zweiten oder der dritten Antenne und den verbleibenden beiden anderen aus der ersten, der zweiten und der dritten Antenne repräsentieren.

21. Verfahren nach Anspruch 18, wobei von der Basisstation durch einen Verbindungsaufbau über das öffentliche Fernsprechnetz auf die Standortdateidaten zugegriffen wird.

22. Verfahren nach Anspruch 18, wobei über ein Passwort auf die Standortdateidaten zugegriffen wird und sie in verschlüsselter Form an die Basisstation gesendet werden.

23. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die Standortdateidaten im Ansprechen auf eine Initiationsanzeige an der Teilnehmerstation an die Basisstation gesendet werden.

24. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Datenpaket von einer Basisstation (**92**) an eine Teilnehmerstation (**112**) übertragen wird, wobei das System eine erste, eine zweite und eine dritte Zwischenstation (**104**, **106**, **108**) aufweist, die voneinander beabstandet sind, wobei jede der ersten, zweiten und dritten Zwischenstation dazu ausgelegt ist, das Datenpaket von der Basisstation zu empfangen und das Datenpaket an die Teilnehmerstation weiterzusenden, wobei die erste, die zweite und die dritte Zwischenstation (**104**, **106**, **108**) jeweils einen der Sen-

der umfasst und die Teilnehmerstation (**112**) den Empfänger umfasst, wobei die erste Zwischenstation (**108**) die erste Antenne (A) aufweist, die zweite Zwischenstation (**106**) die zweite Antenne (B) aufweist und die dritte Zwischenstation (**104**) die dritte Antenne (C) aufweist, wobei das Verfahren ferner gekennzeichnet ist durch:

- Empfangen des Datenpakets an der ersten, der zweiten und der dritten Zwischenstation;
- Weitersenden des Datenpakets von der Antenne der ersten Zwischenstation zum Bilden eines ersten gesendeten Datenpakets;
- Weitersenden des Datenpakets von der Antenne der zweiten Zwischenstation zum Bilden eines zweiten gesendeten Datenpakets nach dem ersten gesendeten Datenpaket; und
- Weitersenden des Datenpakets von der Antenne der dritten Zwischenstation zum Bilden eines dritten gesendeten Datenpakets nach dem zweiten gesendeten Datenpaket.

25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei das Datenpaket von der Basisstation an jede Zwischenstation übertragen wird und das Datenpaket von jeder Zwischenstation an die Teilnehmerstation über ein Codeteilungsmultiplex-Signal weitergesendet wird, wobei das Codeteilungsmultiplex-Signal in einen ersten und einen zweiten Zeiteilungsmultiplex-Zeitschlitz aufgeteilt wird, die das erste gesendete Datenpaket bzw. das zweite gesendete Datenpaket enthalten.

26. Verfahren nach Anspruch 25, wobei das Codeteilungsmultiplex-Signal in einen dritten Zeiteilungsmultiplex-Zeitschlitz aufgeteilt wird, der das dritte gesendete Datenpaket enthält.

27. Verfahren nach Anspruch 25, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine digitale Zeiteilungsmultiplex-Funkverbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

28. Verfahren nach Anspruch 25, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Fernseh-Breitbandkabel-Verbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

29. Verfahren nach Anspruch 25, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Lichtwellenleiterkabelverbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

30. Verfahren nach Anspruch 25, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Teilnehmermultiplex-Modul-Telefonverbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

31. Verfahren nach Anspruch 25, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Draht-Teilnehmerleitungs-Telefonverbindung mit verdrehtem

Aderpaar an die Zwischenstation übertragen wird.

(11, 12) umfasst.

32. Vorrichtung zum Bestimmen des Standorts eines Empfängers (10) in einem drahtlosen Kommunikationssystem, wobei ein Paket von mindestens einem Sender (14) an den Empfänger übertragen wird, um ein empfangenes Datenpaket zu bilden, wobei das System eine erste, eine zweite und eine dritte Antenne (11, 12, 13) aufweist, die voneinander beabstandet sind, wobei die Vorrichtung gekennzeichnet ist durch:

- Mittel zum Senden eines ersten Datenpakets in einem ersten mit Zeitschlitzten arbeitenden CDMA(Code Division Multiple Access)-Kanal mit einem ersten Spreizcode von der ersten Antenne (11) zum Bilden eines ersten gesendeten Datenpakets;
- Mittel zum Senden eines zweiten Datenpakets in einem zweiten mit Zeitschlitzten arbeitenden CDMA-Kanal mit einem zweiten Spreizcode von der zweiten Antenne (12) zum Bilden eines zweiten gesendeten Datenpakets;
- Mittel zum Senden eines dritten Datenpakets in einem dritten mit Zeitschlitzten arbeitenden CDMA-Kanal mit einem dritten Spreizcode von der dritten Antenne (13) zum Bilden eines dritten gesendeten Datenpakets;
- Mittel zum Empfangen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets beim Empfänger (10), der entsprechend ein erstes, ein zweites und ein drittes empfangenes Datenpaket bildet;
- Mittel zum Auswählen mindestens des ersten, des zweiten oder des dritten empfangenen Datenpakets zum Bilden der digitalen Daten beim Empfänger; und
- Mittel zum Bestimmen von Codeversatzdifferenzen in Chips zwischen dem ersten, dem zweiten und dem dritten Spreizcode der empfangenen Datenpakete beim Empfänger; und
- Mittel zum Berechnen des Standorts des Empfängers (10) aus den entsprechenden bestimmten Codeversatzdifferenzen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Pakets; wobei das erste, das zweite und das dritte Datenpaket im Wesentlichen dieselbe Information aufweisen.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, wobei die Mittel zum Berechnen des Standorts des Empfängers (10) aus den entsprechenden bestimmten Codeversatzdifferenzen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets ein Mittel zum Berechnen der Entfernung zu mindestens der ersten, der zweiten oder der dritten Antenne (11, 12, 13) umfasst.

34. Vorrichtung nach Anspruch 32, wobei das Mittel zum Berechnen des Standorts des Empfängers aus den entsprechenden bestimmten Codeversatzdifferenzen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets ein Mittel zum Berechnen der Differenz der Entfernung zwischen dem Empfänger und der ersten und der zweiten Antenne

35. Vorrichtung nach Anspruch 34, wobei das Mittel zum Berechnen des Standorts des Empfängers (10) aus den entsprechenden bestimmten Codeversatzdifferenzen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets ein Mittel zum Berechnen der Differenz der Entfernung zwischen dem Empfänger und der zweiten und der dritten Antenne (12, 13) umfasst.

36. Vorrichtung nach Anspruch 32, wobei das Mittel zum Berechnen des Standorts des Empfängers (10) aus den entsprechenden bestimmten Codeversatzdifferenzen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets ein Mittel zum Berechnen einer ersten Entfernung zur ersten Antenne, ein Mittel zum Berechnen einer zweiten Entfernung zur zweiten Antenne und ein Mittel zum Berechnen einer dritten Entfernung zur dritten Antenne sowie ein Mittel zum Berechnen der Position des Empfängers als den Schnittpunkt der drei konstanten Entfernungskurven von der entsprechenden ersten, zweiten und dritten Antenne (11, 12, 13) in der ersten, der zweiten bzw. der dritten Entfernung umfasst.

37. Vorrichtung nach Anspruch 32, ferner mit einer Trägerfrequenz, die eine charakteristische Wellenlänge hat, wobei die erste, die zweite und die dritte Antenne (11, 12, 13) um eine Entfernung voneinander beabstandet sind, die zwischen einem Viertel der Wellenlänge und dem Zehnfachen der Wellenlänge beträgt.

38. Vorrichtung nach Anspruch 32, wobei das Mittel zum Auswählen mindestens des ersten, des zweiten oder des dritten empfangenen Datenpakets zum Bilden der digitalen Daten beim Empfänger ein Mittel zum Kombinieren der Energie des empfangenen ersten, zweiten und dritten empfangenen Datenpakets in einer maximalen Weise umfasst.

39. Vorrichtung nach Anspruch 38, wobei das Mittel zum Auswählen mindestens des ersten, des zweiten oder des dritten empfangenen Datenpakets zum Bilden der digitalen Daten beim Empfänger ein Mittel zum Kombinieren der Energie des empfangenen ersten, zweiten und dritten empfangenen Datenpakets in einer maximalen Weise umfasst.

40. Vorrichtung nach Anspruch 32, wobei das Datenpaket von einer Basisstation (22, 24) an eine Teilnehmerstation (42) übertragen wird, wobei das System eine Zwischenstation (38) zwischen der Basisstation (22, 24) und der Teilnehmerstation aufweist, um das Datenpaket von der Basisstation zu empfangen und das Datenpaket an die Teilnehmerstation weiterzusenden, wobei die Zwischenstation (38) den Sender und die Teilnehmerstation den Empfänger umfasst, wobei die Zwischenstation die erste,

die zweite und die dritte Antenne (A, B, C), die voneinander beabstandet sind, aufweist, wobei die Vorrichtung gekennzeichnet ist durch:

- Mittel zum Empfangen des Datenpakets an der Zwischenstation;
- Mittel zum Weitersenden des Datenpakets von der ersten Antenne zum Bilden eines ersten gesendeten Datenpakets;
- Mittel zum Weitersenden des Datenpakets von der zweiten Antenne zum Bilden eines zweiten gesendeten Datenpakets nach dem ersten gesendeten Datenpaket; und
- Mittel zum Weitersenden des Datenpakets von der dritten Antenne zum Bilden eines dritten gesendeten Datenpakets nach dem zweiten gesendeten Datenpaket.

41. Vorrichtung nach Anspruch 40, wobei das Datenpaket von der Basisstation an die Zwischenstation übertragen wird, und das Datenpaket von der Zwischenstation an die Teilnehmerstation über ein Codeteilungsmultiplex(Code Division Multiplex)-Signal von der ersten bzw. der zweiten Antenne weitergesendet wird, wobei das Codeteilungsmultiplex-Signal in einen ersten und einen zweiten Zeiteilungsmultiplex-Zeitschlitz aufgeteilt wird, welche das erste gesendete Datenpaket bzw. das zweite gesendete Datenpaket enthalten.

42. Vorrichtung nach Anspruch 41, wobei das Datenpaket von der Zwischenstation an die Teilnehmerstation über ein Codeteilungsmultiplex-Signal weitergesendet wird, wobei das Codeteilungsmultiplex-Signal in einen dritten Zeiteilungsmultiplex-Zeitschlitz aufgeteilt wird, welcher das dritte gesendete Datenpaket enthält.

43. Vorrichtung nach Anspruch 41, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine digitale Zeiteilungsmultiplex-Funkverbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

44. Vorrichtung nach Anspruch 41, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Fernseh-Breitbandkabel-Verbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

45. Vorrichtung nach Anspruch 41, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Lichtwellenleiterkabelverbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

46. Vorrichtung nach Anspruch 41, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Teilnehmermultiplex-Modul-Telefonverbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

47. Vorrichtung nach Anspruch 41, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Draht-Teilnehmerleitungs-Telefonverbindung mit ver-

drilltem Aderpaar an die Zwischenstation übertragen wird.

48. Vorrichtung nach Anspruch 40, ferner mit einer Trägerfrequenz, die eine charakteristische Wellenlänge hat, wobei die erste, die zweite und die dritte Antenne um eine Entfernung voneinander beabstandet sind, die zwischen einem Viertel der Wellenlänge und dem Zehnfachen der Wellenlänge beträgt.

49. Vorrichtung nach Anspruch 40, ferner gekennzeichnet durch:

- Mittel zum Berechnen einer Standortdatei, die Daten enthält, die den Standort der Teilnehmerstation aus der entsprechenden gemessenen Ankunftszeit des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets repräsentieren; und

- Mittel zum Senden des Inhalts der Standortdatei, die Daten enthält, die der entsprechenden gemessenen Ankunftszeit des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets an der Teilnehmerstation repräsentieren, von der Teilnehmerstation an die Basisstation.

50. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei die Basisstation den Inhalt der Standortdatei, die Daten enthält, die der entsprechenden gemessenen Ankunftszeit des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets an der Teilnehmerstation repräsentieren, empfängt, den Standort der Teilnehmerstation berechnet und den berechneten Standort der Teilnehmerstation an die Teilnehmerstation sendet, wobei die Teilnehmerstationsvorrichtung ferner gekennzeichnet ist durch Mittel zum Empfangen des berechneten Teilnehmerstationsstandorts.

51. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei die Standortdatei Daten enthält, welche die Entfernung zu entweder der ersten, der zweiten oder der dritten Antenne, sowie die entsprechenden Differenzen in der Ankunftszeit der empfangenen Datenpakete zwischen entweder der ersten, der zweiten oder der dritten Antenne und den verbleibenden beiden anderen aus der ersten, der zweiten und der dritten Antenne repräsentieren.

52. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei von der Basisstation durch einen Verbindungsaufbau über das öffentliche Fernsprechnetz auf die Standortdateidaten zugegriffen wird.

53. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei über ein Passwort auf die Standortdateidaten zugegriffen wird und sie in verschlüsselter Form an die Basisstation gesendet werden.

54. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei die Standortdateidaten im Ansprechen auf eine Initiationsanzeige an der Teilnehmerstation an die Basisstation gesendet werden.

55. Vorrichtung nach Anspruch 32, wobei das Datenpaket von einer Basisstation (92, 94) an eine Teilnehmerstation (112) übertragen wird, wobei das System eine erste, eine zweite und eine dritte Zwischenstation (104, 106, 108) aufweist, die voneinander beabstandet sind, wobei jede der ersten, zweiten und dritten Zwischenstation dazu ausgelegt ist, das Datenpaket von der Basisstation zu empfangen und das Datenpaket an die Teilnehmerstation weiterzusenden, wobei die erste, die zweite und die dritte Zwischenstation jeweils einen der Sender umfasst und die Teilnehmerstation den Empfänger umfasst, wobei die erste Zwischenstation (108) die erste Antenne (A) aufweist, die zweite Zwischenstation (106) die zweite Antenne (B) aufweist und die dritte Zwischenstation (104) die dritte Antenne (C) aufweist, wobei die Vorrichtung ferner gekennzeichnet ist durch:

- Mittel zum Empfangen des Datenpakets an der ersten und der zweiten Zwischenstation;
- Mittel zum Weitersenden des Datenpakets von der Antenne der ersten Zwischenstation zum Bilden eines ersten gesendeten Datenpakets;
- Mittel zum Weitersenden des Datenpakets von der Antenne der zweiten Zwischenstation zum Bilden eines zweiten gesendeten Datenpakets nach dem ersten gesendeten Datenpaket; und
- Mittel zum Weitersenden des Datenpakets von der Antenne der dritten Zwischenstation zum Bilden eines dritten gesendeten Datenpakets nach dem zweiten gesendeten Datenpaket.

56. Vorrichtung nach Anspruch 55, wobei das Datenpaket von der Basisstation an jede Zwischenstation übertragen wird und das Datenpaket von jeder Zwischenstation an die Teilnehmerstation über ein Codeteilungsmultiplex-Signal weitergesendet wird, wobei das Codeteilungsmultiplex-Signal in einen ersten und einen zweiten Zeiteilungsmultiplex-Zeitschlitz aufgeteilt wird, die das erste gesendete Datenpaket bzw. das zweite gesendete Datenpaket enthalten.

57. Vorrichtung nach Anspruch 56, wobei das Codeteilungsmultiplex-Signal in einen dritten Zeiteilungsmultiplex-Zeitschlitz aufgeteilt wird, der das dritte gesendete Datenpaket enthält.

58. Vorrichtung nach Anspruch 56, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine digitale Zeiteilungsmultiplex-Funkverbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

59. Vorrichtung nach Anspruch 56, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Fernseh-Breitbandkabel-Verbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

60. Vorrichtung nach Anspruch 56, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Lichtwellenleiterkabelverbindung an die Zwischenstation

übertragen wird.

61. Vorrichtung nach Anspruch 56, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Teilnehmermultiplex-Modul-Telefonverbindung an die Zwischenstation übertragen wird.

62. Vorrichtung nach Anspruch 56, wobei das Datenpaket von der Basisstation über eine Draht-Teilnehmerleitungs-Telefonverbindung mit verdrehtem Aderpaar an die Zwischenstation übertragen wird.

63. Verfahren nach Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch:

- Aufstellen eines Kalibrierungsempfängers an einem bekannten Standort;
- Empfangen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets in dieser Reihenfolge beim Kalibrierungsempfänger, der ein entsprechendes erstes, zweites und drittes empfangenes Datenpaket bildet;
- Messen der entsprechenden Ankunftszeit des ersten, zweiten und dritten gesendeten Datenpakets beim Kalibrierungsempfänger;
- Berechnen des Standorts des Kalibrierungsempfängers aus der entsprechenden Ankunftszeit des ersten, zweiten und dritten gesendeten Datenpakets; und
- Vergleichen des berechneten Standorts des Kalibrierungsempfängers mit dem bekannten Standort.

64. Verfahren nach Anspruch 63, ferner gekennzeichnet durch das Berechnen der Differenz zwischen dem berechneten Standort und dem bekannten Standort und das Einführen entsprechender Verzögerungen beim Senden von der ersten, der zweiten und der dritten Antenne zum Kalibrieren des Systems.

65. Verfahren nach Anspruch 63, ferner gekennzeichnet durch das Berechnen von Fehlerangaben, welche der Differenz zwischen dem berechneten Standort und dem bekannten Standort entsprechen, und dem Speichern der Fehlerangaben zur Verwendung in dem Verfahren zum Bestimmen des Standorts des Empfängers zum Kalibrieren des Systems.

66. Vorrichtung nach Anspruch 32, ferner gekennzeichnet durch:

- einen Kalibrierungsempfänger, der an einem bekannten Standort aufgestellt ist;
- Mittel zum Empfangen des ersten, des zweiten und des dritten gesendeten Datenpakets in dieser Reihenfolge beim Kalibrierungsempfänger, der ein entsprechendes erstes, zweites und drittes empfangenes Datenpaket bildet;
- Mittel zum Messen der entsprechenden Ankunftszeit des ersten, zweiten und dritten gesendeten Datenpakets beim Kalibrierungsempfänger;

- Mittel zum Berechnen des Standorts des Kalibrierungsempfängers aus der entsprechenden Ankunftszeit des ersten, zweiten und dritten gesendeten Datenpakets; und
- Mittel zum Vergleichen des berechneten Standorts des Kalibrierungsempfängers mit dem bekannten Standort.

67. Vorrichtung nach Anspruch 66, ferner gekennzeichnet durch Mittel zum Berechnen der Differenz zwischen dem berechneten Standort und dem bekannten Standort und Mittel zum Einführen entsprechender Verzögerungen beim Senden von der ersten, der zweiten und der dritten Antenne zum Kalibrieren des Systems.

68. Verfahren nach Anspruch 66, ferner gekennzeichnet durch Mittel zum Berechnen von Fehlerangaben, welche der Differenz zwischen dem berechneten Standort und dem bekannten Standort entsprechen, und Mittel zum Speichern der Fehlerangaben zur Verwendung in dem Mittel zum Bestimmen des Standorts des Empfängers zum Kalibrieren des Systems.

Es folgen 19 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

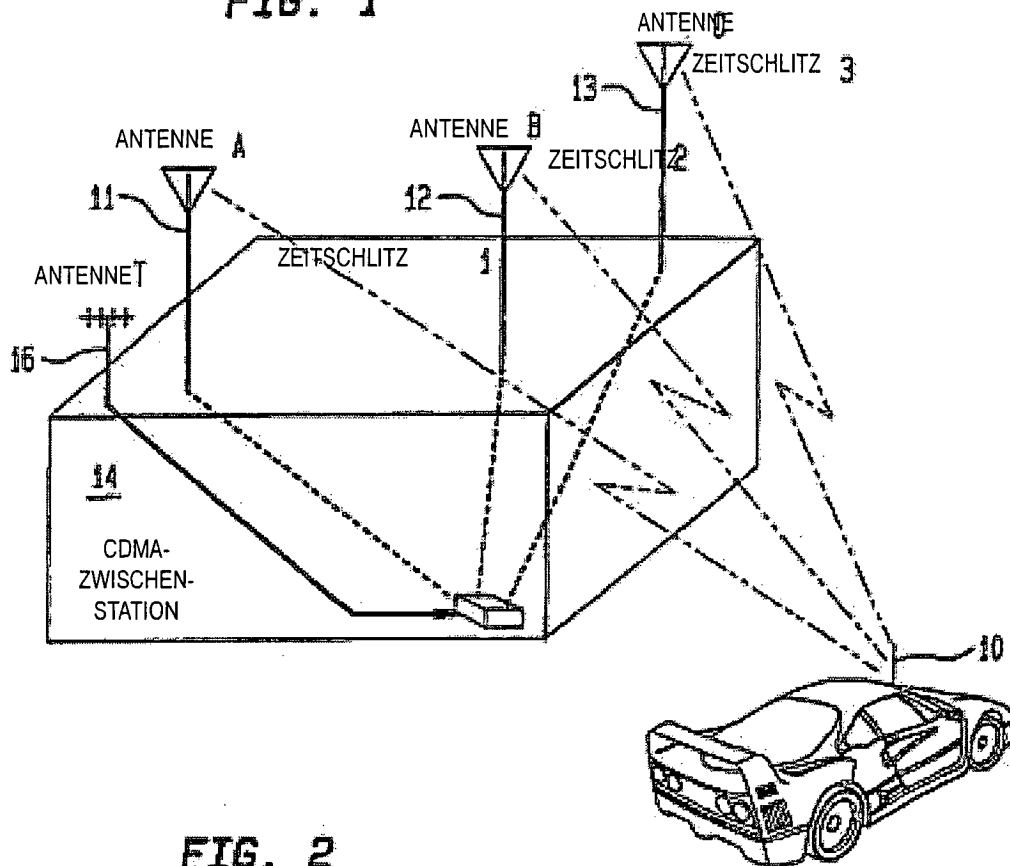


FIG. 2

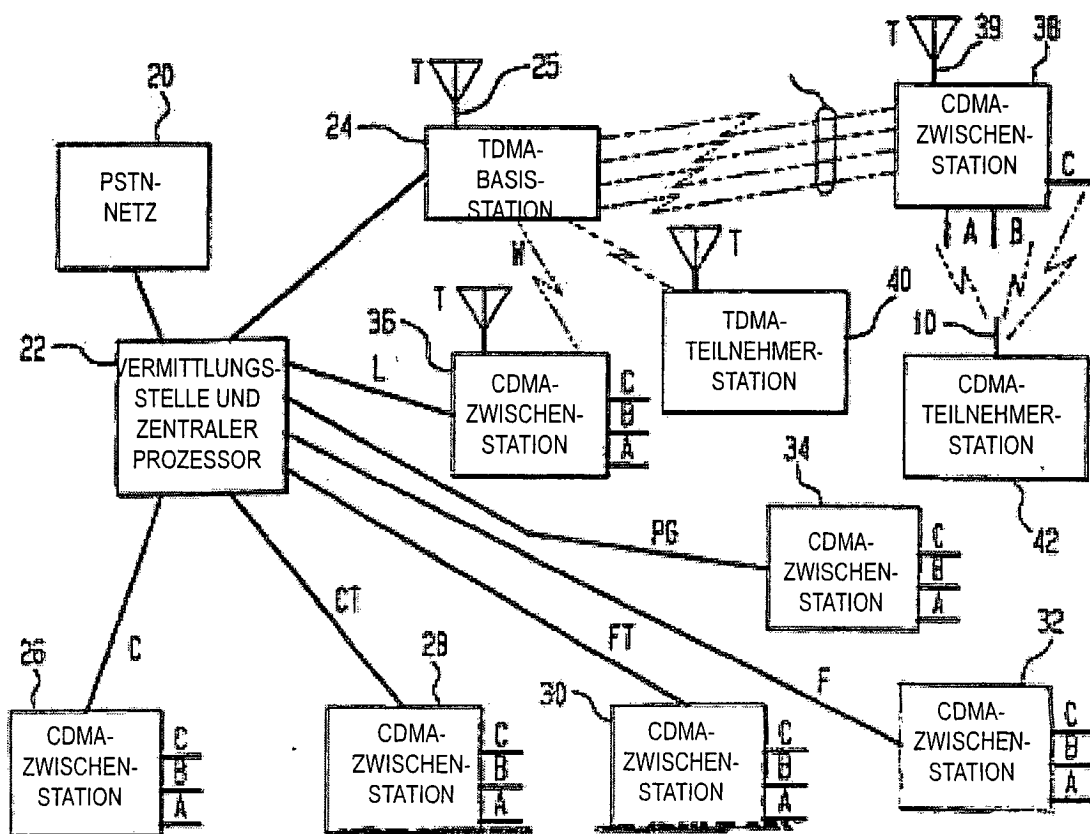


FIG. 3

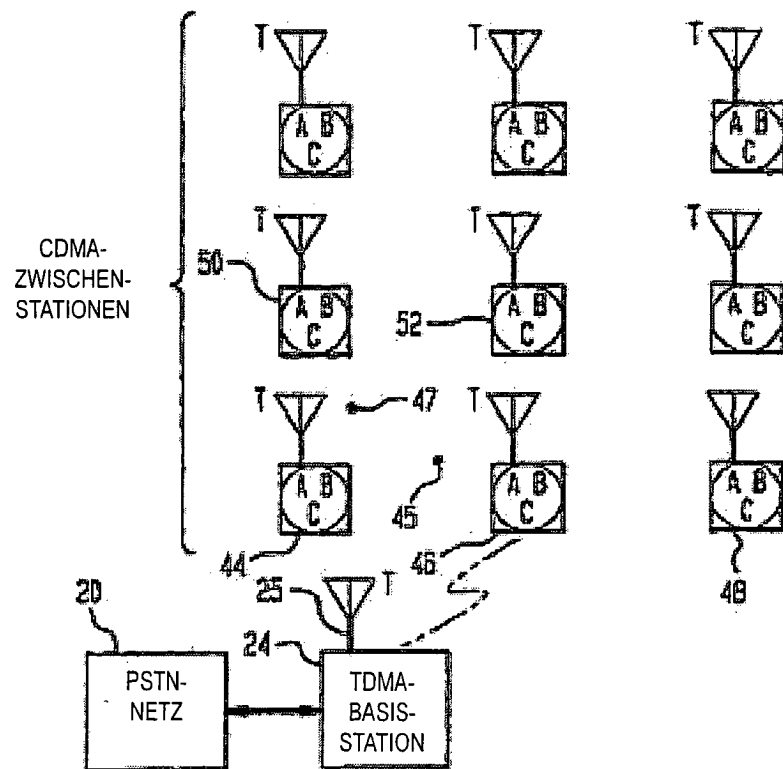


FIG. 4

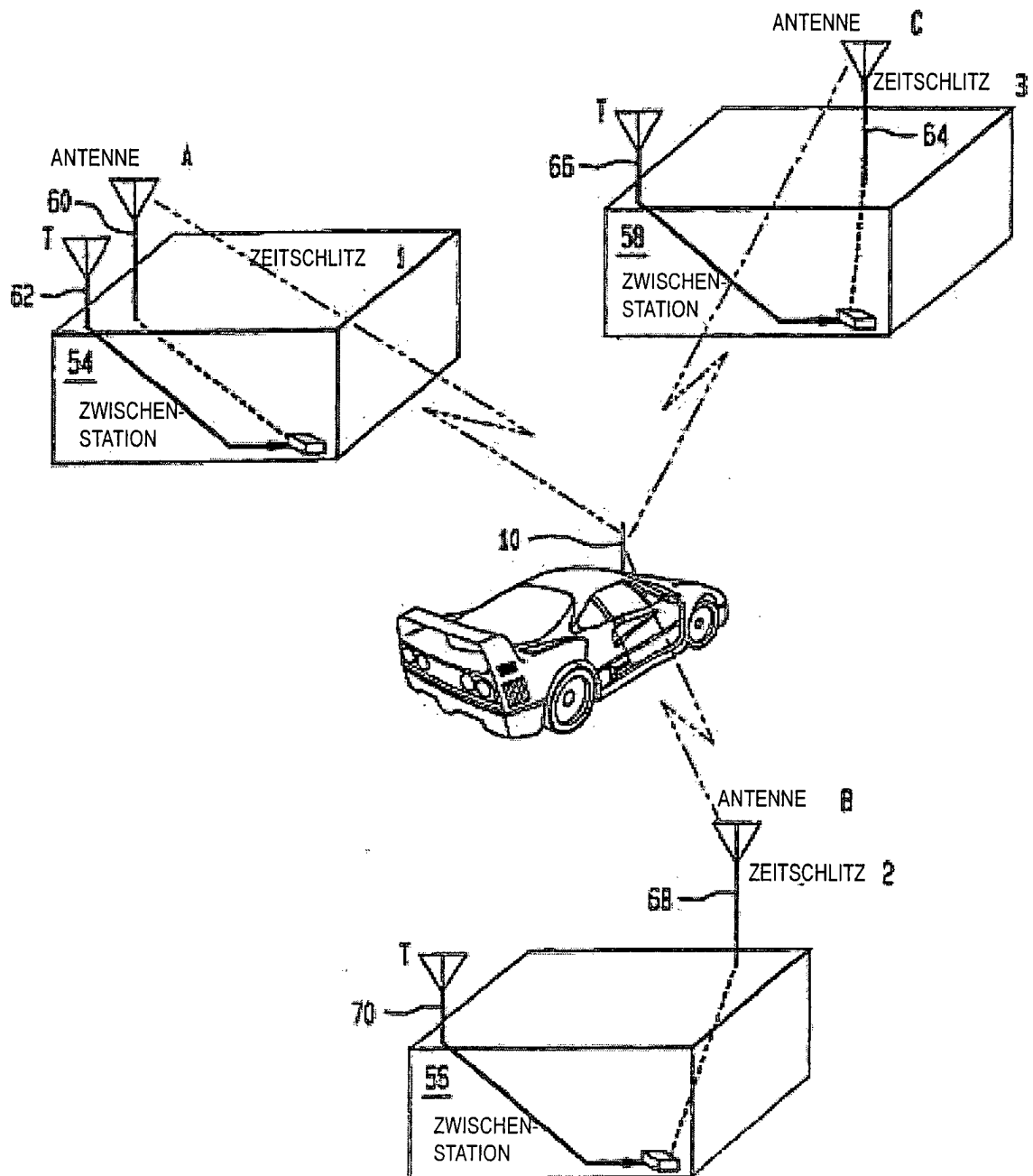


FIG. 5

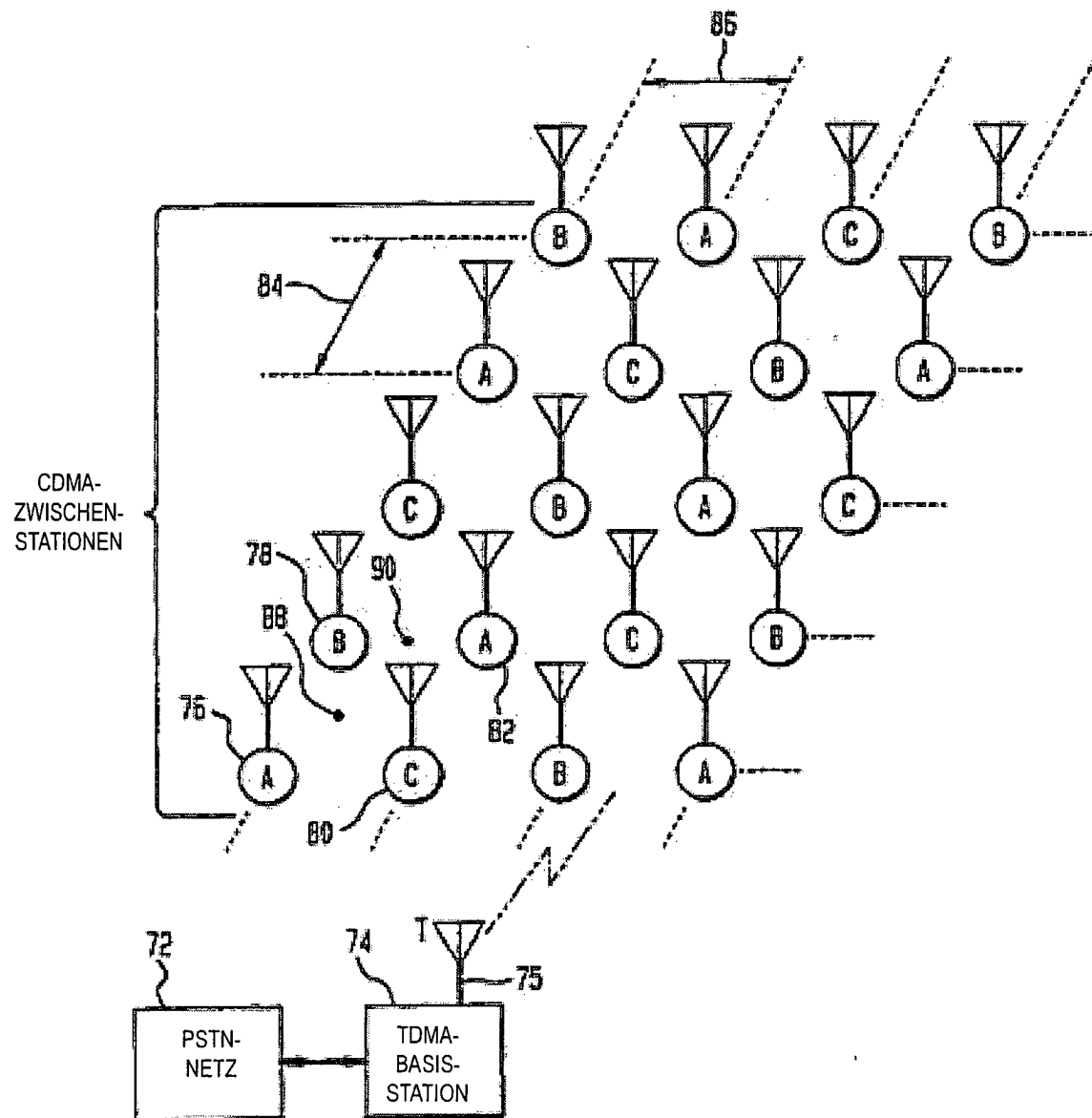


FIG. 6

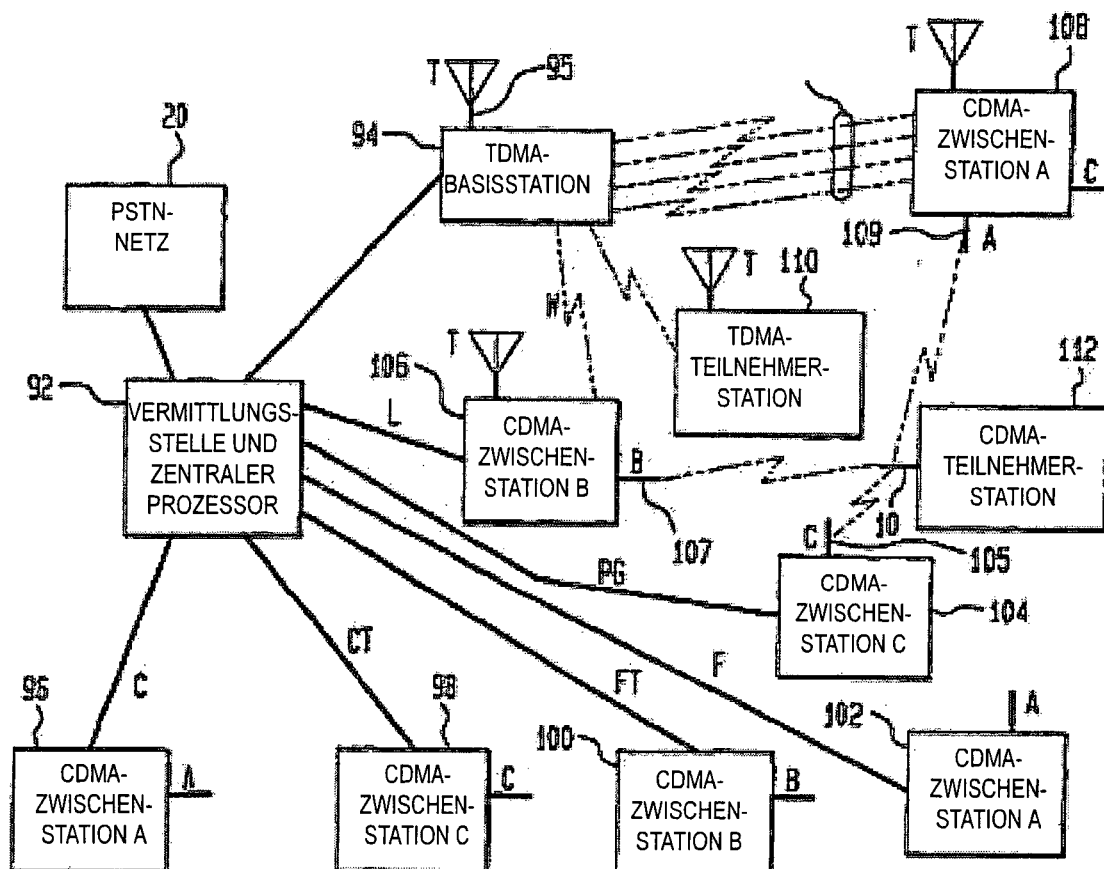


FIG. 7

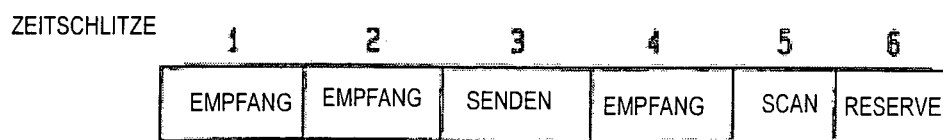


FIG. 8

ZWISCHENSTATION VORWÄRTSKANAL

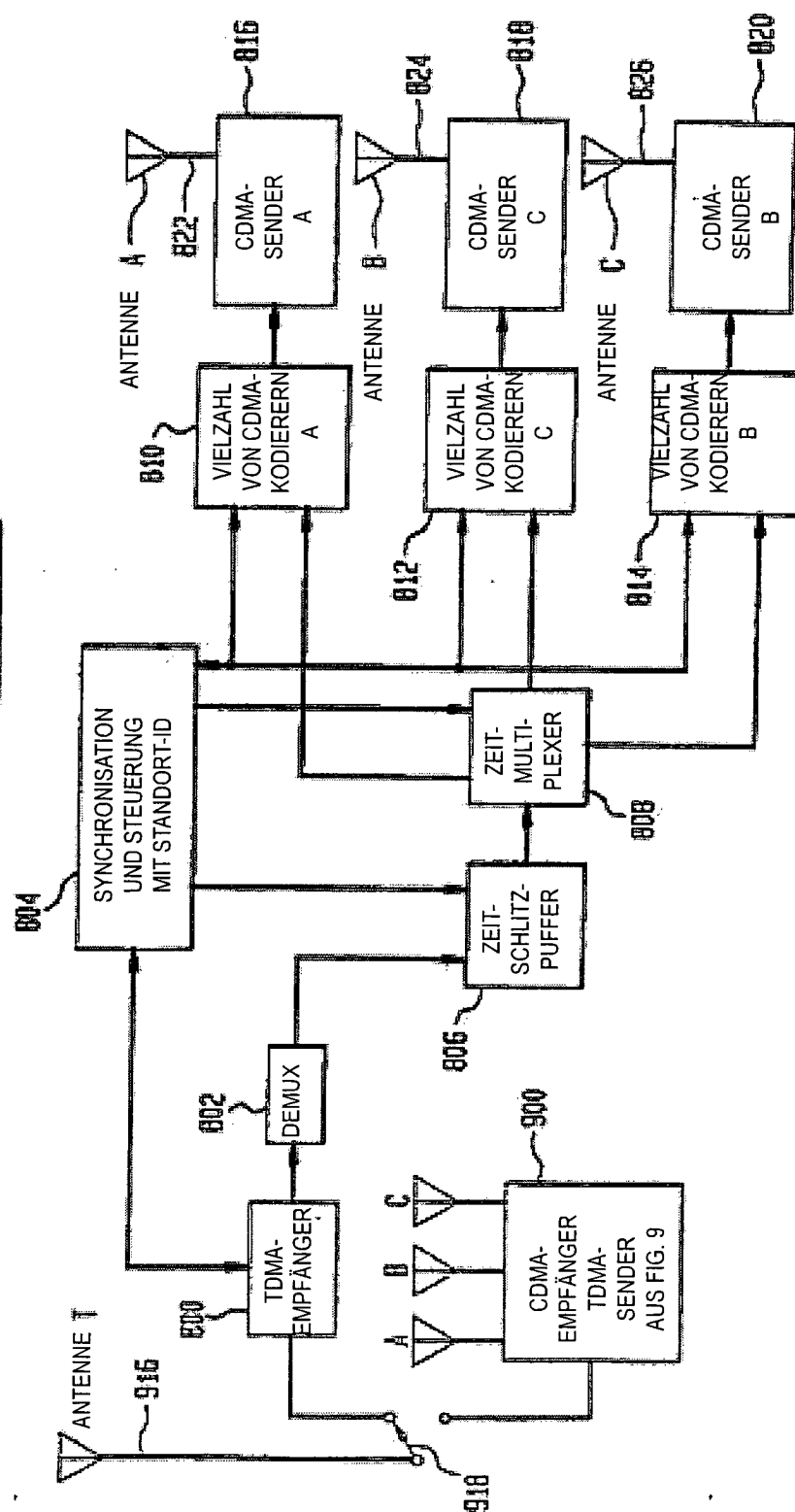


FIG. 9

ZWISCHENSTATION RÜCKWÄRTSKANAL

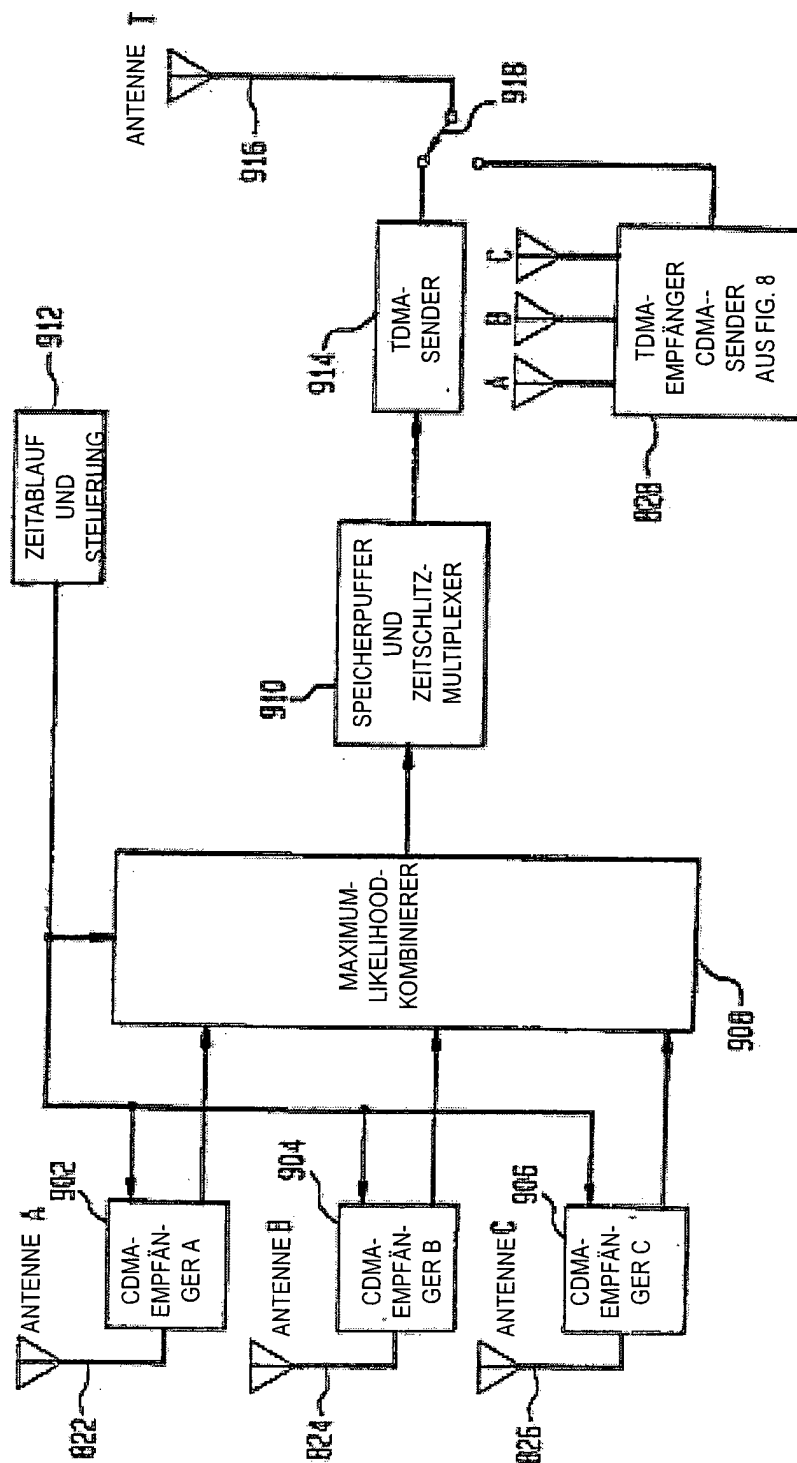


FIG. 10A

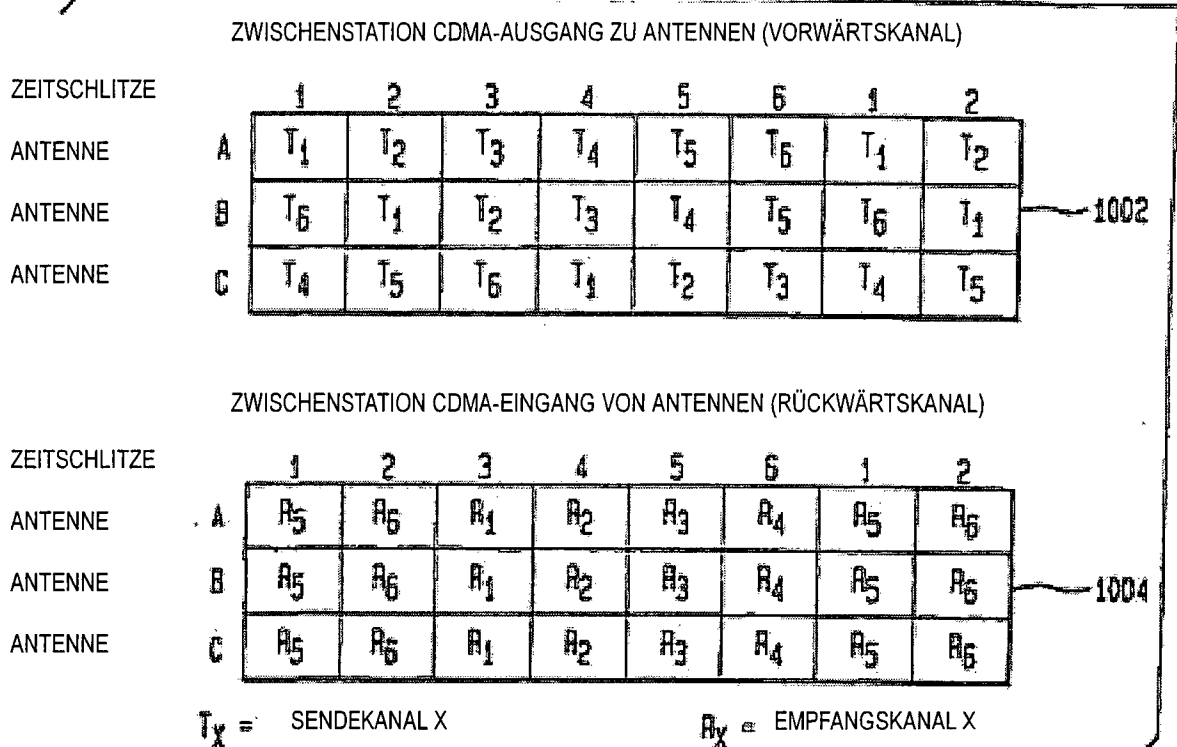


FIG. 10B



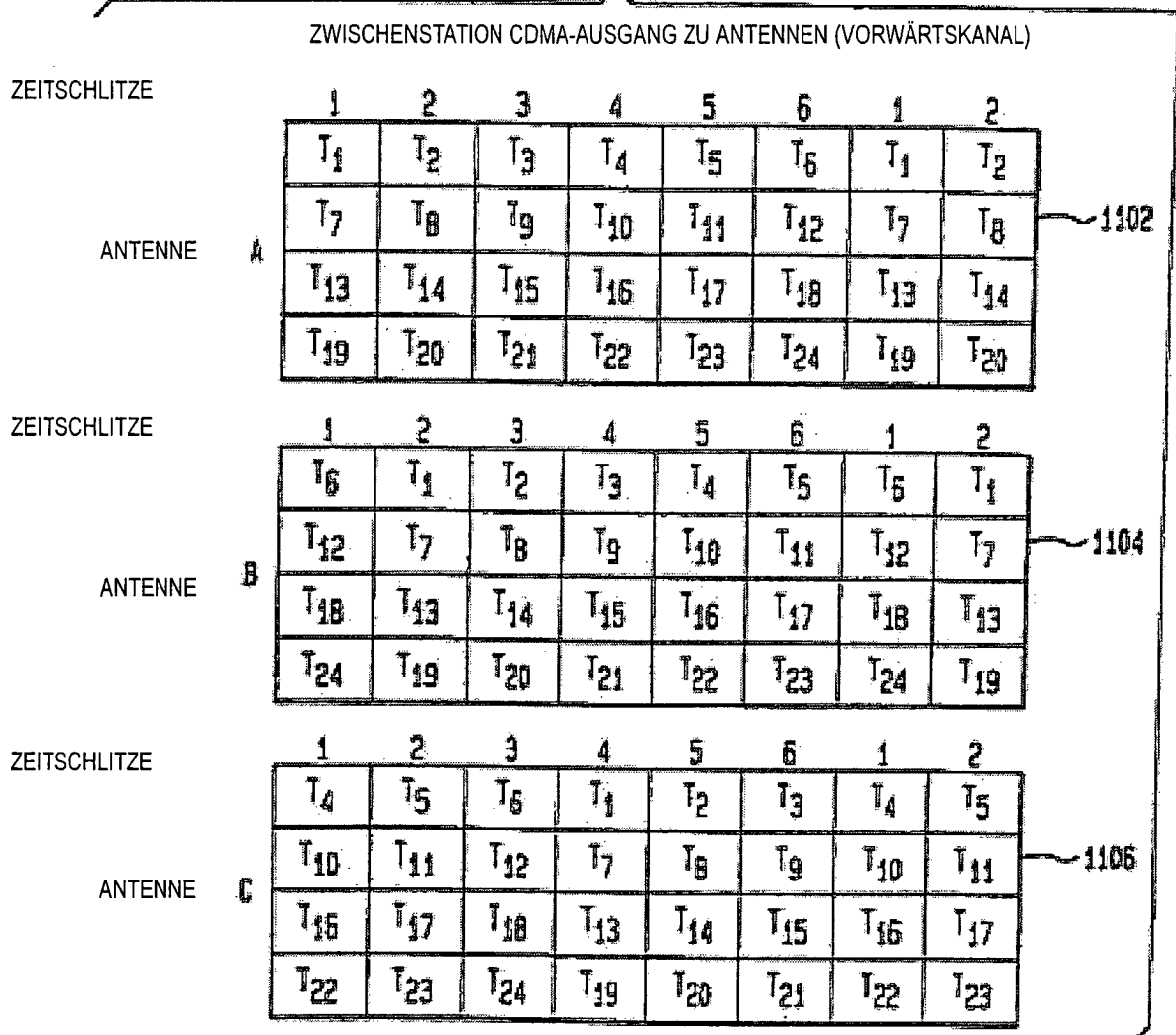
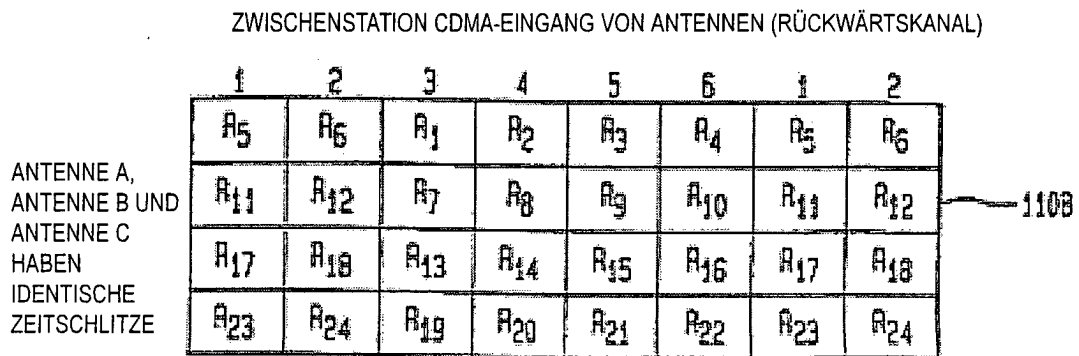
FIG. 11A**FIG. 11B**

FIG. 12

ZWISCHENSTATION

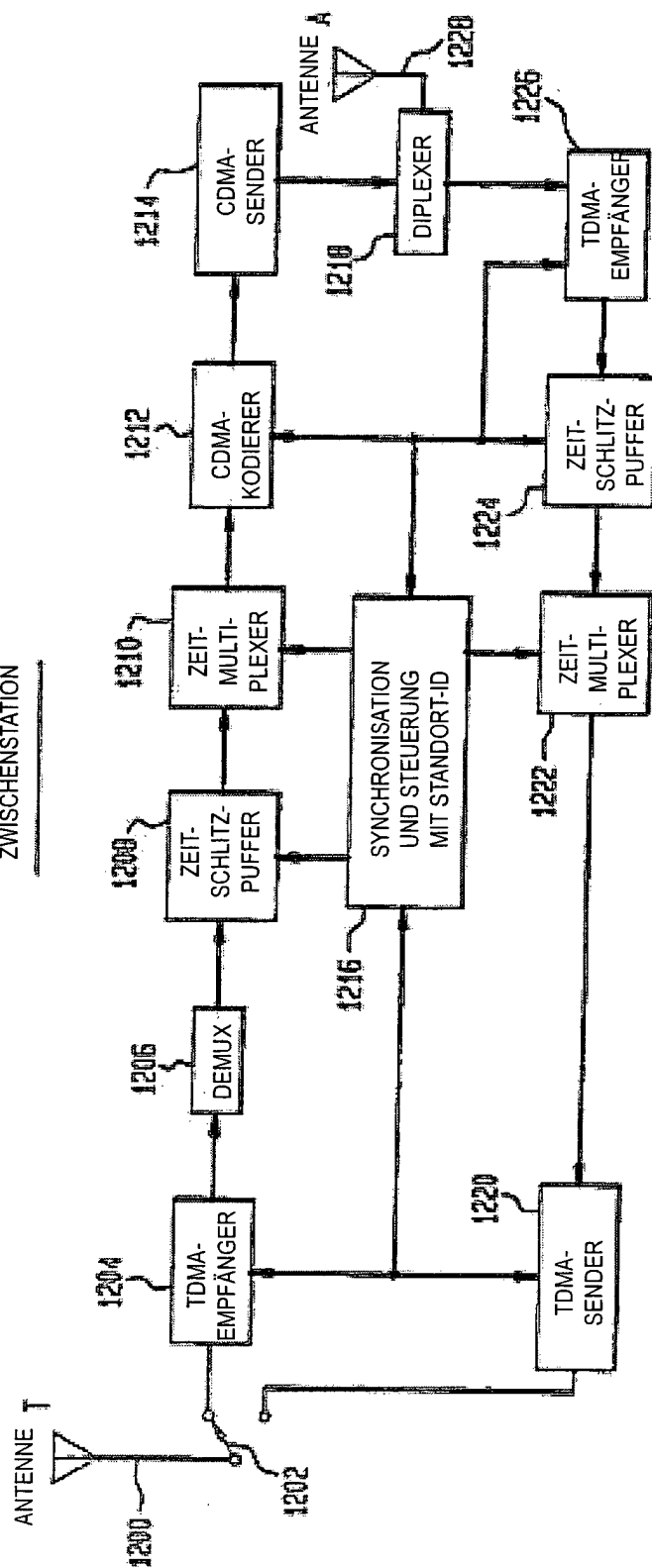


FIG. 13
TEILNEHMERSTATION

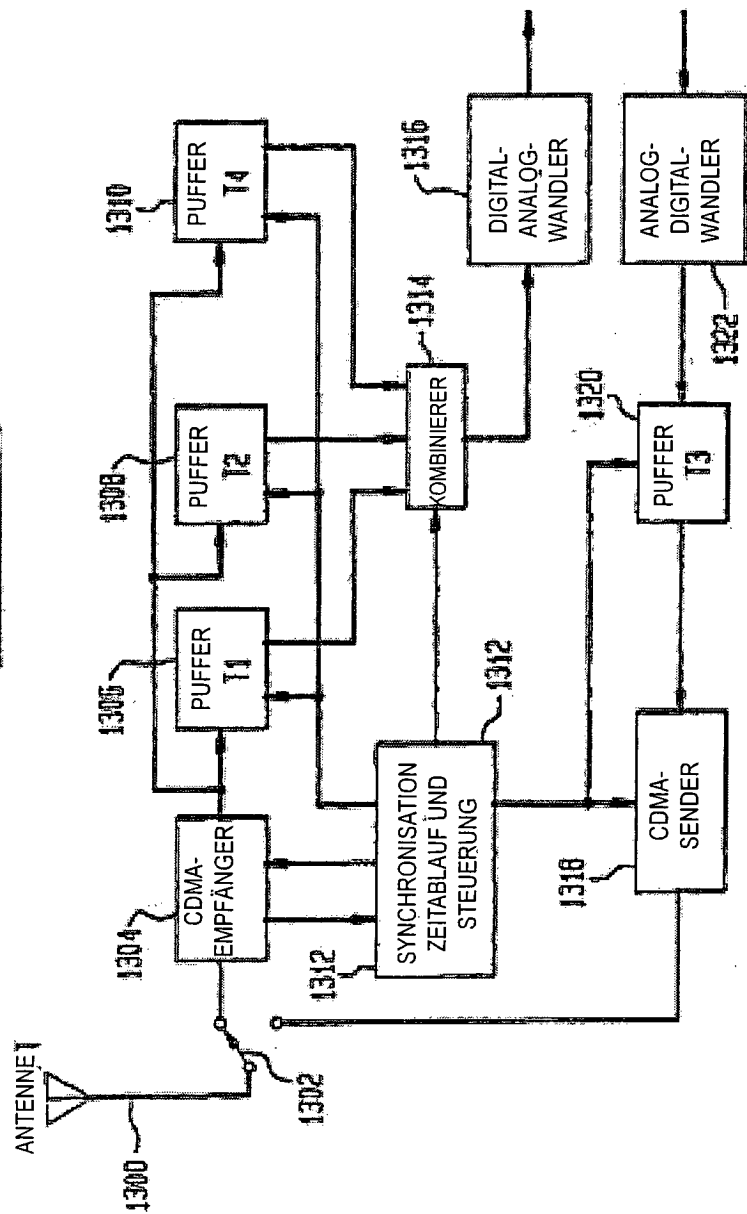


FIG. 14

ZENTRALE UND INTEGRIERTE ZWISCHENSTATION

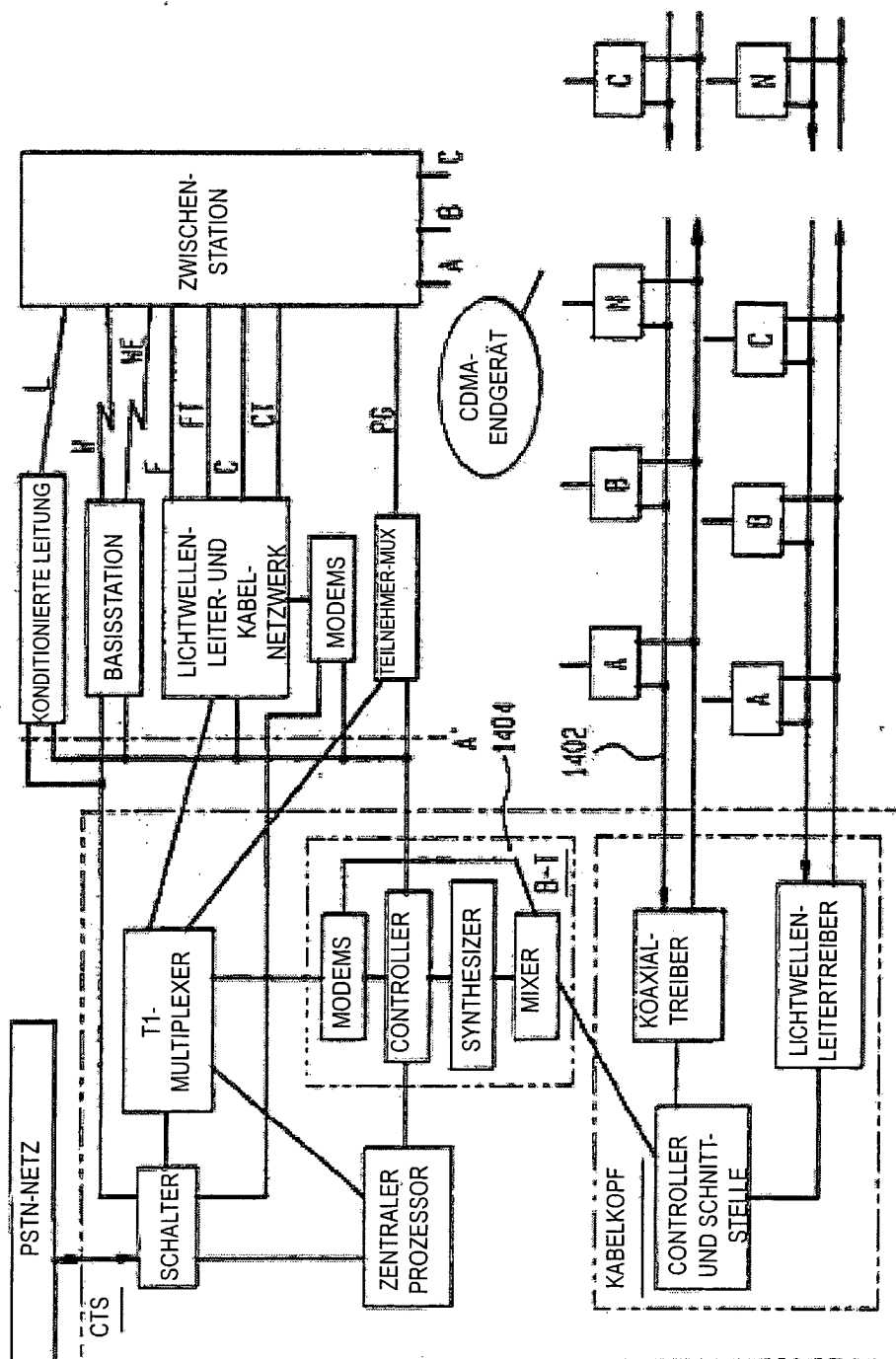
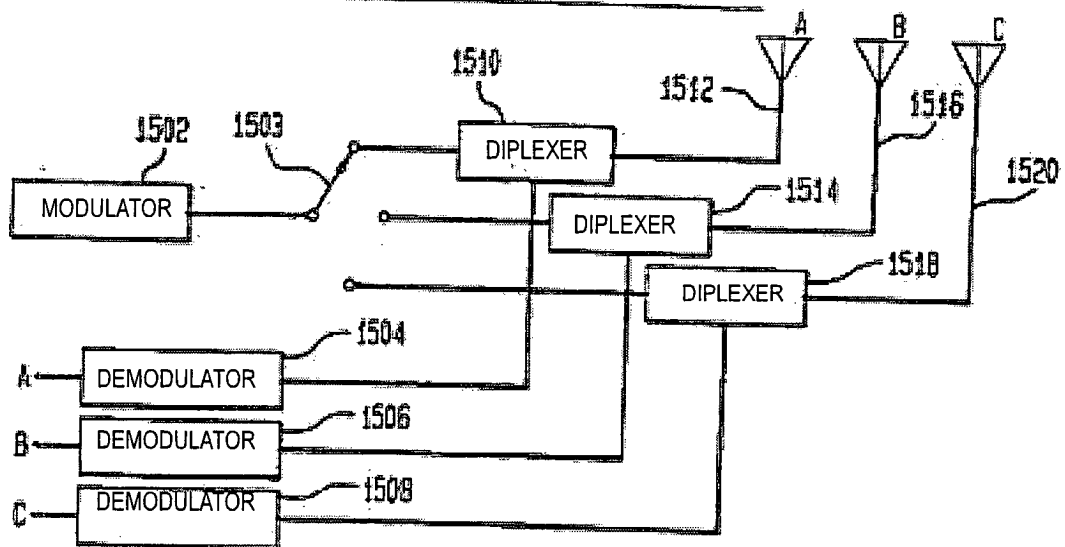


FIG. 15

ZWISCHENSTATION-ANTENNENIMPLEMENTIERUNG



15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850

VERTEILTE ANTENNENIMPLEMENTIERUNG UNTER VERWENDUNG VON KABEL ODER LICHTWELLENLEITERKABEL

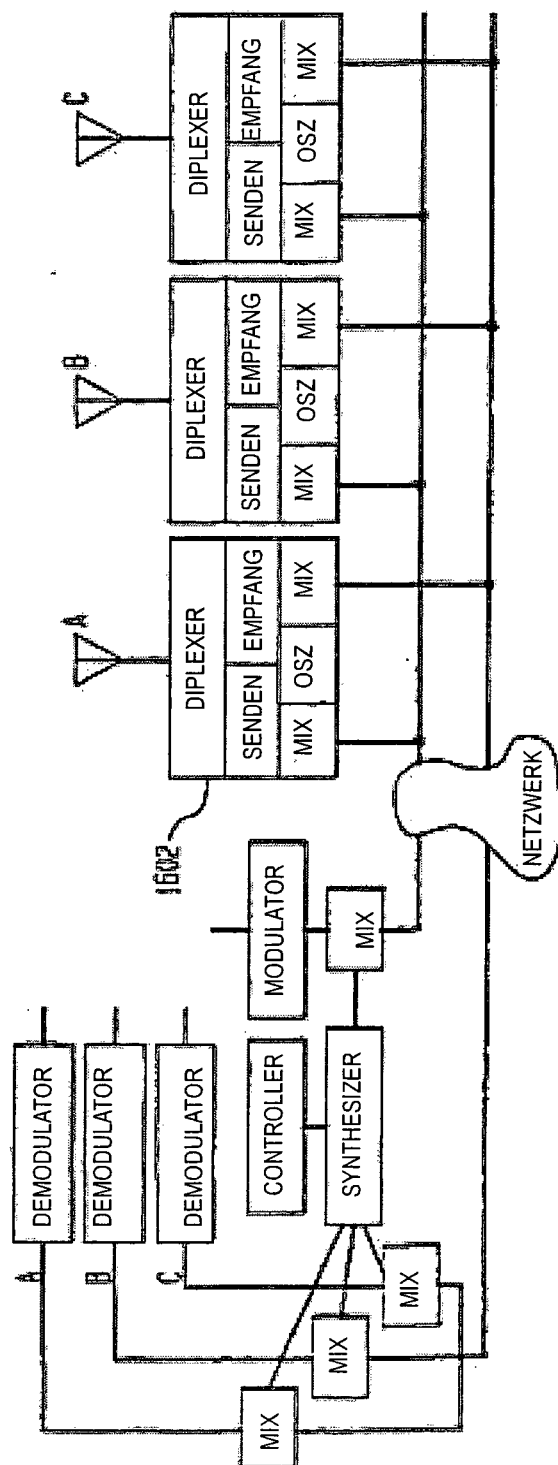


FIG. 17

SYNCHRONISATIONS- UND STEUERUNGS-KANALSTRUKTUR

ZEITSCHLITZE

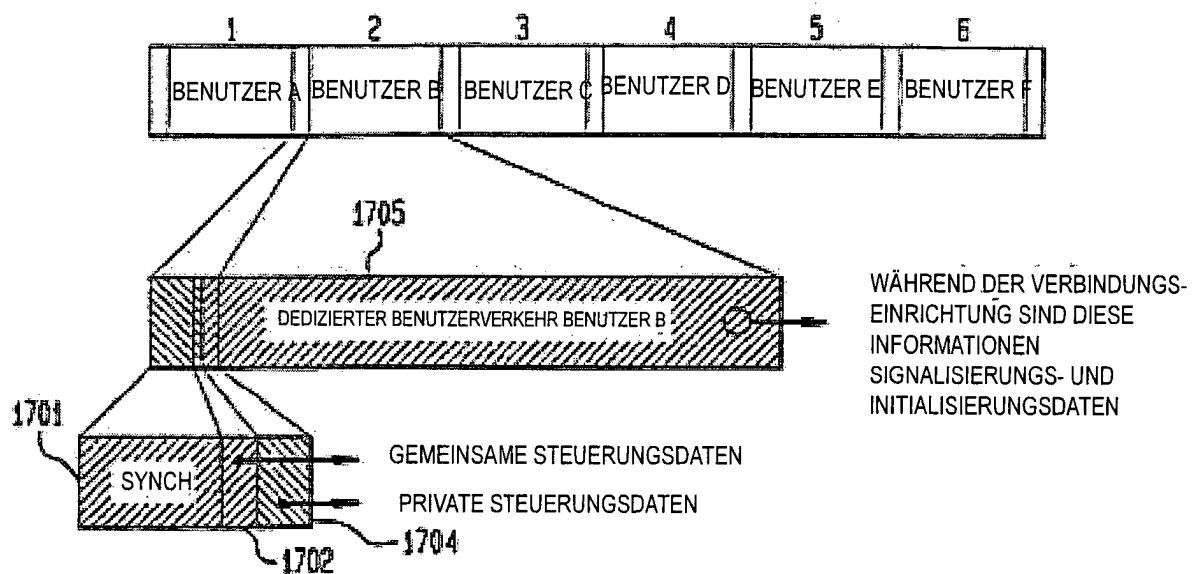


FIG. 18

ZEITKALIBRIERUNG FÜR VERTEILTE ANTENNENIMPLEMENTIERUNG

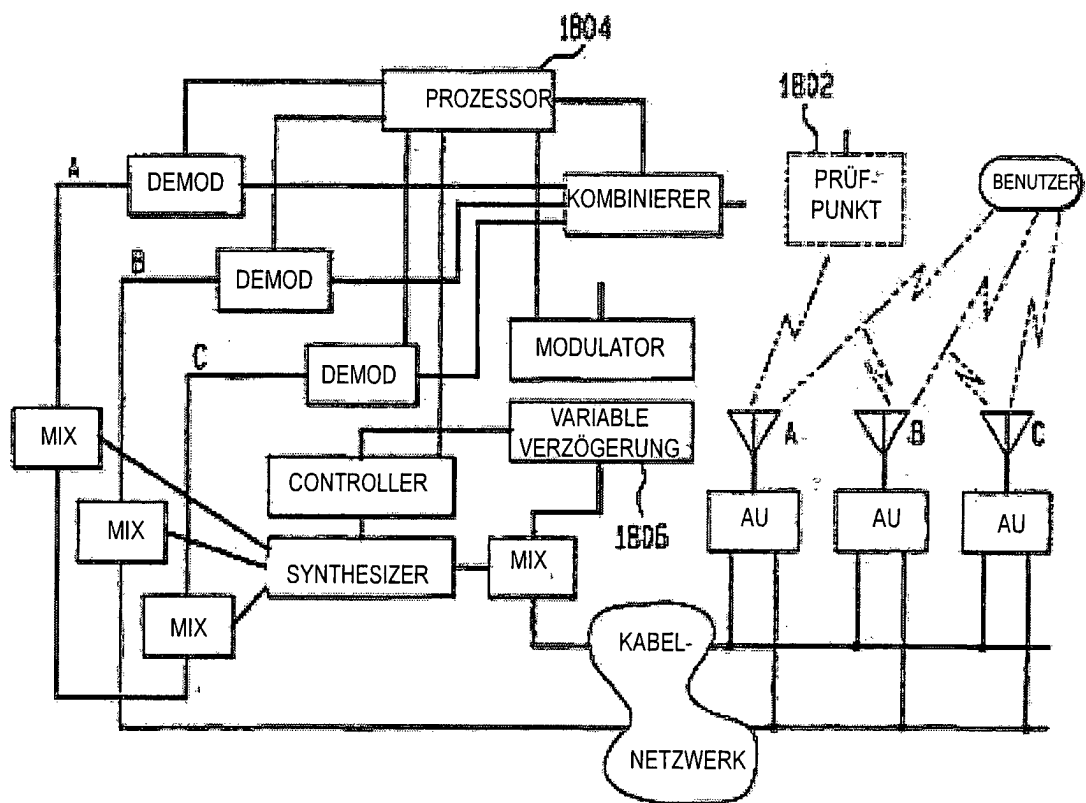


FIG. 19

EXTERNES STANDORTZENTRUM IN BEZUG AUF DAS KOMMUNIKATIONSSYSTEM

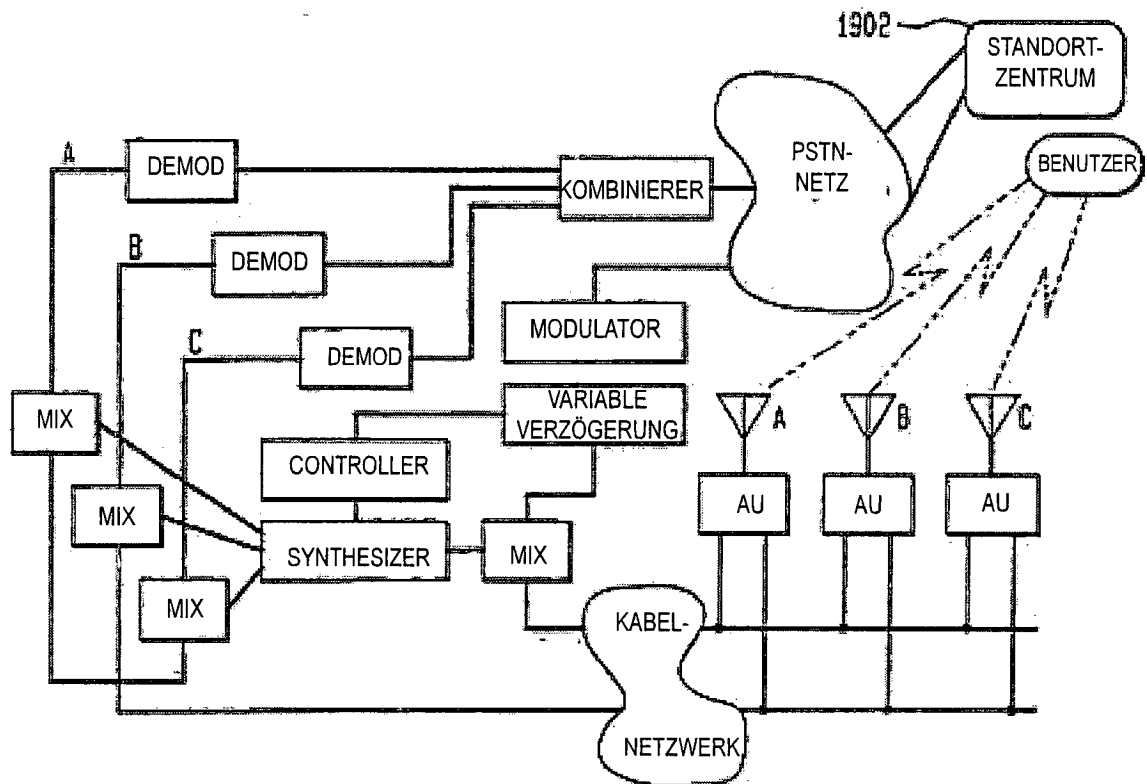
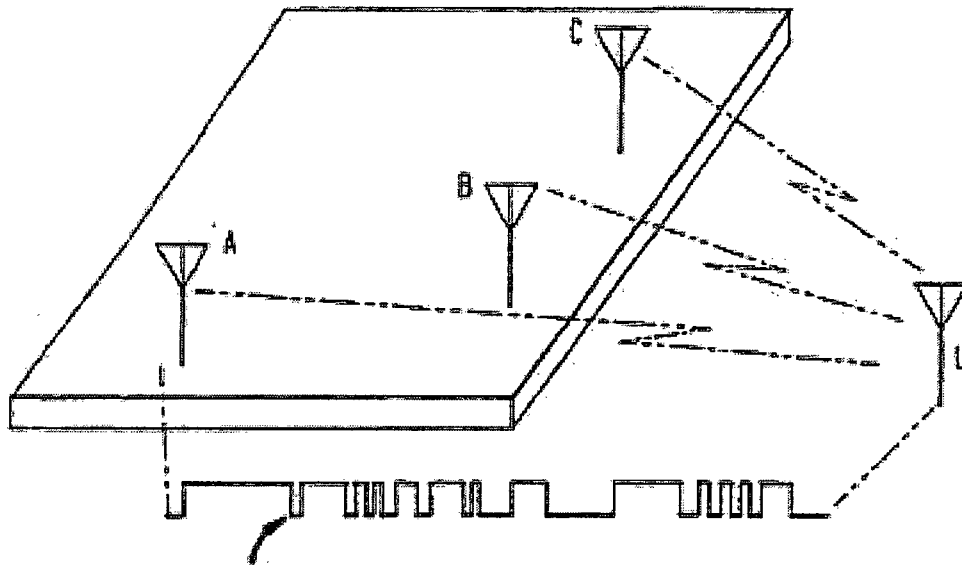


FIG. 20



EINSVEKTOR
FIG. 20

FIG. 21

KREIS B RADIUS = BU

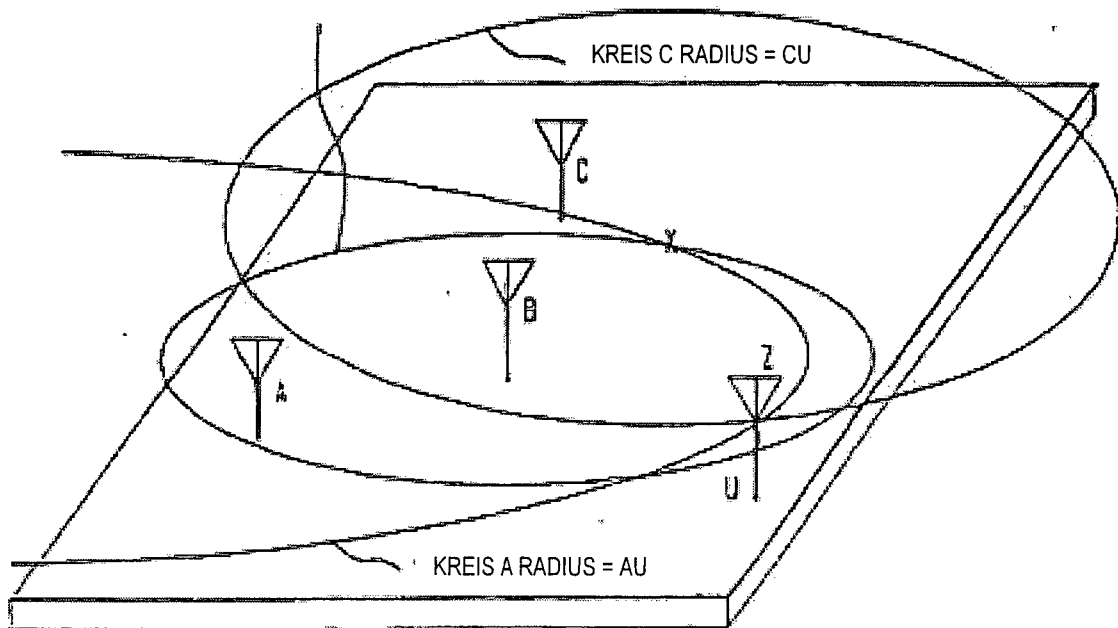


FIG. 22

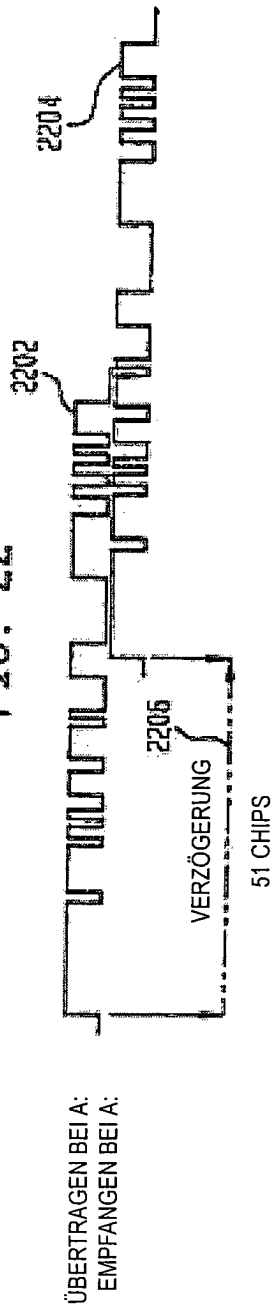


FIG. 23

