



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 35 173 T2** 2006.08.10

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 411 646 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 35 173.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 018 061.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **23.06.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.04.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **01.02.2006**

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

(51) Int Cl.⁸: **H04B 7/005** (2006.01)
H04B 1/707 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

670162	27.06.1996	US
671068	27.06.1996	US

(73) Patentinhaber:

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

(74) Vertreter:

**FROHWITTER Patent- und Rechtsanwälte, 81679
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**Ozluturk, Fatih, Port Washington NY 11050, US;
Lomp, Gary R., Centerport NJ 11721, US**

(54) Bezeichnung: **Ein Verfahren zum Kontrollieren des Auframpens der Anfangssendeleistung in einem CDMA System unter Verwendung kurzer Codes**

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

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf CDMA-Kommunikationssysteme. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein CDMA-Kommunikationssystem, das die Übertragung kurzer Codes von Teilnehmereinheiten an eine Basisstation dazu verwendet, die Zeit zu verringern, welche die Basisstation zum Erfassen des Signals von einer Teilnehmereinheit benötigt. Die verbesserte Erfassungszeit erlaubt ein schnelleres Hochfahren der anfänglichen Sendeleistung von den Teilnehmereinheiten, während der unnötige Leistungsüberschuss verringert wird.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Die Verwendung drahtloser Kommunikationssysteme hat im letzten Jahrzehnt dramatisch zugenommen, als die Zuverlässigkeit und Kapazität der Systeme stieg. Drahtlose Kommunikationssysteme wurden in einer Vielzahl von Anwendungsgebieten verwendet, wo Landleitungen einsetzende Systeme impraktikabel oder unmöglich einzusetzen sind. Die Anwendungsbereiche drahtloser Kommunikation sind zum Beispiel die zellulare Telefonkommunikation, die Kommunikation in entfernten Orten und zeitweise Kommunikationseinrichtungen zur Notfallrettung. Drahtlose Kommunikationssysteme wurden in letzter Zeit auch zu einer wirtschaftlich lebensfähigen Alternative, die alternde Telefonleitungen und veraltete Telefonausrüstung ersetzte.

[0003] Der Teil des HF-Spektrums, der zur Verwendung durch drahtlose Kommunikationssysteme zur Verfügung steht, ist eine kritische Ressource. Das HF-Spektrum muss von allen kommerziellen, öffentlichen und militärischen Anwendern gemeinsam genutzt werden. Es besteht ein konstanter Bedarf nach der Verbesserung des Wirkungsgrads drahtloser Kommunikationssysteme zur Erhöhung der Systemkapazität.

[0004] Codemultiplex-Vielfachzugriff (code division multiple access/CDMA)-Funkkommunikationssysteme haben sich auf diesem Gebiet als besonders vielversprechend herausgestellt. Auch wenn die herkömmlichen Zeitmultiplex-Vielfachzugriff(time division multiple access/TDMA)- und Frequenzmultiplex-Vielfachzugriff(frequency division multiple access/FDMA)-Systeme unter Verwendung der neuesten technischen Fortschritte verbessert wurden, haben insbesondere Breitband-Codemultiplex-Vielfachzugriffs(broadband code division multiple accessTM/B-CDMATM)-Systeme beträchtliche Vorteile gegenüber TDMA- und FDMA-Systemen. Dieser

gute Wirkungsgrad beruht auf der verbesserten Codierung und Modulationsdichte, Interferenzabweisung und Mehrwegetoleranz von B-CDMATM-Systemen, sowie auf der Wiederverwendung des gleichen Spektrums in jeder Kommunikationszelle. Außerdem macht das Format von CDMA-Kommunikationssignalen ein Abhören von Anrufen extrem schwer, wodurch den Benutzern ein höheres Maß an Abhörsicherheit und allgemein ein größerer Schutz gegen Betrug gewährleistet wird.

[0005] In einem CDMA-System wird der gleiche Teil des Frequenzspektrums zur Kommunikation durch alle Teilnehmereinheiten verwendet. Jedes Basisbanddatensignal einer Teilnehmereinheit wird durch eine Codesequenz multipliziert, die als "Spreizcode" bezeichnet wird, die eine wesentlich höhere Rate als die Daten hat. Das Verhältnis der Spreizcoderate zur Datensymbolrate wird als "Spreizfaktor" oder "Verarbeitungsverstärkung" bezeichnet. Diese Codierung führt zu einem viel breiteren Übertragungsspektrum als das Spektrum des Basisbanddatensignals, daher wird dieses Verfahren als "Spreizspektrums"-Verfahren bezeichnet. Die Teilnehmereinheiten und ihre Kommunikationen können durch Zuweisung einzigartigen Spreizcodes für jede Kommunikationsverbindung unterschieden werden, die als CDMA-Kanal bezeichnet wird. Da alle Kommunikationen über das gleiche Frequenzband gesendet werden, wird jede CDMA-Kommunikation mit Kommunikationen vor anderen Teilnehmereinheiten und Rauschsignalen sowohl in der Frequenz als auch in der Zeit überlagert.

[0006] Die Verwendung des gleichen Frequenzspektrums durch mehrere Teilnehmereinheiten erhöht den Wirkungsgrad des Systems. Gleichzeitig führt dies bei einer erhöhten Anzahl der Benutzer jedoch auch zu einer allmählichen Verschlechterung der Systemleistung. Jede Teilnehmereinheit erfasst Kommunikationssignale mit ihrem einzigartigen Spreizcode als gültige Signale, und alle anderen Signale werden als Rauschen betrachtet. Je stärker das Signal von einer Teilnehmereinheit an der Basisstation eintrifft, desto mehr Interferenz erfährt die Basisstation beim Empfangen und Demodulieren der Signale von anderen Teilnehmereinheiten. Schließlich kann die Leistung einer Teilnehmereinheit so groß sein, dass dadurch die Kommunikationen der anderen Teilnehmereinheiten beendet werden. Daher ist es in einem drahtlosen CDMA-Kommunikationssystem extrem wichtig, die Sendeleistung aller Teilnehmereinheiten zu steuern. Dies geschieht am besten durch die Verwendung eines Leistungsregelungsalgorithmus, nachdem eine Kommunikationsverbindung eingerichtet wurde.

[0007] Die Steuerung der Sendeleistung ist insbesondere dann kritisch, wenn eine Teilnehmereinheit mit einer Basisstation in Verbindung treten will und eine Leistungsregelung noch nicht eingerichtet wur-

de. Typischerweise verändert sich die von einer Teilnehmereinheit nötige Sendeleistung ständig in Abhängigkeit vom Propagationsverlust, der Interferenz von anderen Teilnehmern, dem Kanalrauschen, dem Schwund und anderen Kanaleigenschaften. Daher weiß eine Teilnehmereinheit nicht das Leistungsniveau, mit dem es zu senden anfangen sollte. Wenn die Teilnehmereinheit mit einem Leistungspegel zu senden beginnt, der zu hoch ist, kann sie die Kommunikation anderer Teilnehmereinheiten stören und sogar die Kommunikationsverbindungen anderer Teilnehmereinheiten unterbrechen. Wenn die anfängliche Sendeleistung zu niedrig ist, wird die Teilnehmereinheit von der Basisstation nicht erfasst, und es kommt keine Kommunikationsverbindung zu Stande.

[0008] Es gibt viele Verfahren zum Steuern der Sendeleistung in einem CDMA-Kommunikationssystem. Zum Beispiel offenbart das US-Patent Nr. 5,056,109 (Gilhousen et al.) ein Sendeleistungssteuerungssystem, bei dem die Sendeleistung der Teilnehmereinheit auf Grund periodischer Signalmessungen sowohl von der Teilnehmereinheit als auch von der Basisstation geschieht. Die Basisstation sendet ein Pilotsignal an alle Teilnehmereinheiten, die das empfangene Pilotsignal analysieren, den Leistungsverlust im übertragenen Signal schätzen und ihre Sendeleistung entsprechend einstellen. Jede Teilnehmereinheit weist ein nicht lineares Verlustausgabefilter auf, das plötzliche Leistungssteigerungen verhindert, die andere Teilnehmereinheiten stören würden. Dieses Verfahren ist so komplex, dass es einer Basisstation nicht erlaubt, eine Teilnehmereinheit schnell zu akquirieren, während gleichzeitig die Interferenz mit anderen Teilnehmereinheiten eingeschränkt wird. Außerdem sind die Propagationsverluste, die Interferenz und der Rauschpegel, die in einer Vorwärtsverbindung (Übertragung von einer Basisstation an eine Teilnehmereinheit) erfahren werden, oft nicht die gleichen wie in einer Rückwärtsverbindung (Übertragung von einer Teilnehmereinheit an die Basisstation). Rückwärtsverbindungs-Leistungsschätzungen auf der Grundlage von Vorwärtsverbindungsverlusten sind nicht präzise.

[0009] Viele andere Typen bekannter Sendeleistungssteuerungssysteme erfordern eine komplexe Steuerungssignalisierung zwischen kommunizierenden Einheiten oder vorgewählte Sendewerte zum Steuern der Sendeleistung. Diese Leistungssteuerungsverfahren sind unflexibel und oft nicht leicht in die Praxis umzusetzen.

[0010] Europäisches Patent EP 0 565 507 beschreibt ein System für ein Leistungssteuerungsverfahren, für einen zufallsgesteuerten Zugang in einem mobilen Telefonsystem. Zufallsgesteuerte Zugangsnachrichten werden von der mobilen Station mit zunehmender Leistungssteigerung gesendet.

[0011] Es besteht also ein Bedarf nach einem wirkungsvollen Verfahren zum Steuern der anfänglichen Steigerung der Sendeleistung von Teilnehmereinheiten in einem drahtlosen CDMA-Kommunikationssystem.

Zusammenfassung der Erfindung

[0012] Erfindungsgemäß ist ein neuartiges Verfahren zum Steuern der Sendeleistung während der Einrichtung eines Kanals in einem CDMA-Kommunikationssystem vorgesehen, bei dem die Sendung eines Kurzcodes von einer Teilnehmereinheit an eine Basisstation während der anfänglichen Leistungssteigerung eingesetzt wird. Der Kurzcode ist eine Sequenz zur Erfassung durch die Basisstation, welche eine viel kürzere Periode als ein herkömmlicher Spreizcode aufweist. Das Hochfahren beginnt an einem Leistungspegel, der garantiert geringer ist als der zur Erfassung durch die Basisstation benötigte Leistungspegel. Die Teilnehmereinheit erhöht dann zügig ihre Sendeleistung, während wiederholt der Kurzcode gesendet wird, bis das Signal von der Basisstation erfasst wird. Nachdem die Basisstation den Kurzcode erfasst hat, sendet sie eine Anzeige an die Teilnehmereinheit, damit diese die Sendeleistung nicht weiter erhöht. Die Verwendung von Kurzcodes engt die Leistungsüberschreitung und die Interferenz mit anderen Teilnehmerstationen ein und erlaubt es der Basisstation, sich schnell mit dem von der Teilnehmereinheit verwendeten Spreizcode zu synchronisieren.

[0013] Es ist demnach eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Steuerung der Leistungssteigerung während der Einrichtung eines Kommunikationskanals zwischen einer CDMA-Teilnehmereinheit und einer Basisstation vorzusehen.

[0014] Weitere Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nach der Lektüre einer derzeit bevorzugten Ausführungsform ersichtlich.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0015] [Fig. 1](#) ist ein Überblicksschaltplan eines Codemultiplex-Vielfachzugriffs-Kommunikationssystems gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0016] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm, das den Versorgungsbereich einer Basisstation zeigt;

[0017] [Fig. 3](#) ist ein Zeitabstimmungsdiagramm von Kommunikationssignalen zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmereinheit;

[0018] [Fig. 4](#) ist ein Fließdiagramm der Einrichtung eines Kommunikationskanals zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmereinheit;

[0019] [Fig. 5](#) ist eine Kurvendarstellung der von einer Teilnehmereinheit ausgehenden Sendeleistung;

[0020] [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) sind Fließdiagramme der Einrichtung eines Kommunikationskanals zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmereinheit gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter der Verwendung von Kurzcodes;

[0021] [Fig. 7](#) ist eine Kurvendarstellung der Ausgangssendeleistung einer Teilnehmereinheit unter der Verwendung von Kurzcodes;

[0022] [Fig. 8](#) zeigt die adaptive Auswahl von Kurzcodes;

[0023] [Fig. 9](#) ist ein Blockdiagramm einer Basisstation nach der vorliegenden Erfindung;

[0024] [Fig. 10](#) ist ein Blockdiagramm der erfindungsgemäßen Teilnehmereinheit;

[0025] [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) sind Fließdiagramme des erfindungsgemäß eingesetzten Hochfahrvorgangs.

[0026] [Fig. 12](#) ist ein Diagramm, welches die Ausbreitung von Signalen zwischen einer Basisstation und mehreren Teilnehmereinheiten zeigt;

[0027] [Fig. 13](#) ist ein Fließdiagramm der bevorzugten Ausführungsform der anfänglichen Einrichtung eines Kommunikationskanals zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmereinheit unter der Verwendung einer langsamen anfänglichen Akquisition;

[0028] [Fig. 14](#) ist ein Fließdiagramm der bevorzugten Ausführungsform der erneuten Einrichtung eines Kommunikationskanals zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmereinheit unter Verwendung einer schnellen erneuten Akquisition;

[0029] [Fig. 15a](#) ist ein Diagramm der Kommunikationen zwischen einer Basisstation und mehreren Teilnehmereinheiten;

[0030] [Fig. 15b](#) ist ein Diagramm der Basisstation und einer Teilnehmereinheit, die virtuell lokalisiert wurde;

[0031] [Fig. 16](#) ist ein schematischer Überblick über mehrere Teilnehmereinheiten, die virtuell lokalisiert wurden;

[0032] [Fig. 17](#) ist eine Teilnehmereinheit, die entsprechend der Lehre der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde;

[0033] [Fig. 18](#) ist ein Fließdiagramm einer alternati-

ven Ausführungsform der anfänglichen Einrichtung eines Kommunikationskanals zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmereinheit unter der Verwendung einer langsamen anfänglichen Akquisition;

[0034] [Fig. 19](#) ist ein Fließdiagramm einer alternativen Ausführungsform der Wiedereinrichtung eines Kommunikationskanals zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmereinheit unter der Verwendung der schnellen erneuten Akquisition; und

[0035] [Fig. 20](#) ist ein Fließdiagramm einer zweiten alternativen Ausführungsform der anfänglichen Einrichtung eines Kommunikationskanals zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmereinheit unter der Verwendung einer langsamen anfänglichen Akquisition.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0036] Es folgt eine Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform an Hand der Figuren, in denen identische Referenznummern jeweils ähnliche Elemente repräsentieren.

[0037] Ein Kommunikationsnetz **10**, das die vorliegende Erfindung beinhaltet, ist in [Fig. 1](#) gezeigt. Das Kommunikationsnetz **10** weist allgemein eine oder mehrere Basisstationen **14** auf, von denen jede in drahtloser Kommunikation mit mehreren Teilnehmereinheiten **16** steht, die stationär oder mobil sein können. Jede Teilnehmereinheit **16** kommuniziert entweder mit der am nächsten liegenden Basisstation **14** oder der Basisstation **14**, die das stärkste Kommunikationssignal liefert. Die Basisstationen **14** kommunizieren auch mit einer Basisstationssteuerung **20**, die Kommunikationen zwischen Basisstationen **14** koordiniert. Das Kommunikationsnetz **10** kann auch mit einem öffentlichen Fernsprechwahlnetz (PSTN) **22** verbunden sein, wobei die Basisstationssteuerung **20** auch Kommunikationen zwischen den Basisstationen **14** und dem PSTN **22** koordiniert. Vorzugsweise kommuniziert jede Basisstation **14** mit der Basisstationssteuerung **20** über eine drahtlose Verbindung, wenn auch eine Landleitung vorgesehen sein kann. Eine Landleitung ist insbesondere dann anzuwenden, wenn eine Basisstation **14** in nächster Nähe der Basisstationssteuerung **20** ist.

[0038] Die Basisstationssteuerung **20** führt mehrere Funktionen aus. Hauptsächlich leistet die Basisstationssteuerung **20** sämtliche Vorgänge, die Verwaltungs- und Wartungs-Signalisierung (OA&M), die der Einrichtung und Aufrechterhaltung sämtlicher drahtloser Kommunikationsverbindungen zwischen den Teilnehmereinheiten **16**, den Basisstationen **14** und der Basisstationssteuerung **20** zugeordnet sind. Die Basisstationssteuerung **20** bildet auch eine Schnittstelle zwischen dem drahtlosen Kommunikationssys-

tem **10** und dem PSTN **22**. Diese Schnittstelle beinhaltet das Multiplizieren und Demultiplizieren der Kommunikationssignale, über die Basisstationssteuerung **20** beim System **10** eintreffen und vom diesem ausgehen. Es ist zwar gezeigt, dass das drahtlose Kommunikationssystem **10** Antennen zum Senden von HF-Signalen verwendet, doch wird der Fachmann erkennen, dass Kommunikationsverbindungen auch über Mikrowellen- oder Satellitenaufwärtsverbindungen hergestellt werden können. Außerdem können die Funktionen der Basisstationssteuerung **20** mit einer Basisstation **14** zum Bilden einer "Master-Basisstation" kombiniert werden.

[0039] In [Fig. 2](#) ist die Propagation von Signalen zwischen einer Basisstation **14** und mehreren Teilnehmereinheiten **16** gezeigt. Ein zweiseitiger Kommunikationskanal (Verbindung) **18** weist ein von der Basisstation **14** zur Teilnehmereinheit **16** übertragene Signal **20** (Tx) und ein von der Teilnehmereinheit **16** kommendes, an der Basisstation **14** empfangenes Signal **22** (Rx) auf. Das Tx-Signal **20** wird von der Basisstation **14** ausgesendet und von der Teilnehmereinheit **16** nach einer Propagationsverzögerung Δt empfangen. In ähnlicher Weise hat das Rx-Signal **22** seinen Ursprung bei der Teilnehmereinheit **16** und kommt nach einer weiteren Propagationsverzögerung Δt bei der Basisstation **14** an. Demnach ist die Rundlaufzeit $2\Delta t$. In der bevorzugten Ausführungsform hat die Basisstation **14** einen Versorgungsbereich von ungefähr 30 km. Die Rundlaufzeit **24**, die einer Teilnehmereinheit **16** beim maximalen Versorgungsbereich zugeordnet ist, beträgt 200 Mikrosekunden.

[0040] Einem Fachmann sollte klar sein, dass die Einrichtung eines Kommunikationskanals zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmereinheit ein komplexer Vorgang ist, bei dem von der Basisstation **14** und der Teilnehmereinheit **16** viele Aufgaben ausgeführt werden müssen, die außerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung sind. Die vorliegende Erfindung ist auf die anfängliche Leistungssteigerung und die Synchronisation während der Einrichtung eines Kommunikationskanals gerichtet.

[0041] In [Fig. 3](#) ist die Signalisierung zwischen einer Basisstation **14** und einer Teilnehmereinheit **16** gezeigt. Erfindungsgemäß sendet die Basisstation **14** kontinuierlich einen Pilotcode **40** an alle Teilnehmereinheiten **16**, die im Sendebereich der Basisstation **14** liegen. Der Pilotcode **40** ist ein Spreizcode, der keine Datenbits enthält. Der Pilotcode **40** wird zur Akquisition und Synchronisation von Teilnehmereinheiten **16** sowie zur Bestimmung der Parameter des im Empfänger eingesetzten adaptiven abgestimmten Filters verwendet.

[0042] Die Teilnehmereinheit **16** muss den Pilotcode **40**, der von der Basisstation **14** gesendet wird,

akquirieren, bevor sie Daten empfangen oder senden kann. Die Akquisition ist ein Vorgang, bei dem die Teilnehmereinheit **16** ihren lokal erzeugten Spreizcode mit dem empfangenen Pilotcode **40** ausrichtet. Die Teilnehmereinheit **16** durchsucht alle möglichen Phasen des empfangenen Pilotcodes **40**, bis sie die korrekte Phase (den Beginn des Pilotcodes **40**) entdeckt.

[0043] Die Teilnehmereinheit **16** synchronisiert dann ihren Sendespreizcode mit dem empfangenen Pilotcode **40**, indem der Beginn ihres Sendespreizcodes mit dem Beginn des Pilotcodes **40** ausgerichtet wird. Eine Auswirkung dieser Empfangs- und Synchronisation ist, dass die Teilnehmereinheit **16** keine zusätzliche Verzögerung einführt, was die Phase der Spreizcodes betrifft. Demnach ist gemäß [Fig. 3](#) die relative Verzögerung zwischen dem Pilotcode **40**, der von der Basisstation **14** ausgesendet wird, und dem Sendespreizcode **42** der Teilnehmereinheit, der von der Basisstation **14** empfangen wird, $2\Delta t$, was einzig und allein auf die Rundlaufzeit zurückzuführen ist.

[0044] In der bevorzugten Ausführungsform hat der Pilotcode eine Länge von 29.877.120 Chips und benötigt zu seiner Übersendung ungefähr 2 bis 5 Sekunden, je nach dem Spreizfaktor. Die Länge des Pilotcodes **40** wurde als eine Vielfache des Datensymbols gewählt, unabhängig davon, welche Art der Datenrate oder Bandbreite verwendet wird. Wie dem Fachmann wohl bekannt ist, hat ein längerer Pilotcode **40** bessere Zufallseigenschaften, und die Frequenzantwort des Pilotcodes **40** ist gleichförmiger. Außerdem liefert ein längerer Pilotcode **40** eine niedrige Kanal-Kreuzkorrelation, wodurch die Kapazität des Systems **10** erhöht wird, wodurch mehr Teilnehmereinheiten **16** mit einer geringeren Interferenz unterstützt werden. Die Verwendung eines langen Pilotcodes **40** unterstützt auch eine größere Anzahl zufälliger Kurzcodes. Zu Synchronisationszwecken wird der Pilotcode **40** so gewählt, dass er die gleiche Periode wie alle anderen Spreizcodes hat, die im System **10** verwendet werden. Auf diese Weise ist eine Teilnehmereinheit **16**, nachdem sie den Pilotcode **40** akquiriert hat, mit allen anderen von der Basisstation **14** gesendeten Signalen synchronisiert.

[0045] Während Leerlaufzeiten, wenn kein Anruf durchgeführt wird oder bevorsteht, bleibt die Teilnehmereinheit **16** mit der Basisstation **14** synchronisiert, indem periodisch der Pilotcode **40** erneut akquiriert wird. Dies ist notwendig, damit die Teilnehmereinheit **16** Abwärtssendungen, insbesondere Funkrufnachrichten, die eintreffende Anrufe anzeigen, empfangen und demodulieren kann.

[0046] Wenn eine Kommunikationsverbindung gewünscht wird, muss die Basisstation **14** das von der Teilnehmereinheit **16** gesendete Signal akquirieren,

bevor sie Daten demodulieren kann. Die Teilnehmereinheit **16** muss ein Aufwärtssignal zur Akquisition durch die Basisstation **14** übersenden, um die Einrichtung der zweiseitigen Kommunikationsverbindung einzuleiten. Ein kritischer Parameter in diesem Vorgang ist der Sendeleistungspegel der Teilnehmereinheit **16**. Ein Sendeleistungspegel, der zu hoch ist, kann die Kommunikationsverbindungen im gesamten Versorgungsbereich stören, während ein Sendeleistungspegel, der zu niedrig ist, verhindern kann, dass die Basisstation **14** das Aufwärtsverbindungssignal erfasst.

[0047] In einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beginnt die Teilnehmereinheit **16** mit dem Senden eines Leistungspegels, der garantiert niedriger als derjenige ist, der benötigt wird, und erhöht die Sendeausgangsleistung, bis der korrekte Leistungspegel erreicht wurde. Hierdurch wird das plötzliche Einführen einer starken Interferenz verhindert, wodurch die Kapazität des Systems **10** verbessert wird.

[0048] Die Einrichtung eines Kommunikationskanals und die von der Basisstation **14** und einer Teilnehmereinheit **16** durchgeführten Aufgaben sind in [Fig. 4](#) gezeigt. Auch wenn viele Teilnehmereinheiten **16** im Versorgungsbereich der Basisstation **14** sein können, wird im Folgenden nur auf eine einzige Teilnehmereinheit **16** Bezug genommen, was für die Beschreibung des Betriebs der vorliegenden Erfindung einfacher ist.

[0049] Die Basisstation **14** beginnt damit, dass sie kontinuierlich einen periodischen Pilotcode **40** an alle Teilnehmereinheiten **16** aussendet, die im Versorgungsbereich der Basisstation **14** sind (Schritt **100**). Während die Basisstation **14** den Pilotcode **40** sendet (Schritt **100**), sucht die Basisstation **14** (Schritt **101**) nach einem "Zugriffscode" **42**, der von einer Teilnehmereinheit **16** ausgesendet wird. Der Zugriffscode **42** ist ein bekannter Spreizcode, der während der Einleitung der Kommunikationsverbindungen und der Leistungssteigerung von einer Teilnehmereinheit **16** an die Basisstation **14** gesendet wird. Die Basisstation **14** muss alle möglichen Phasen (Zeitverschiebungen) des Zugriffscode **42** der von der Teilnehmereinheit **16** ausgesendet wird, durchsuchen, um die korrekte Phase zu finden. Dies wird als "Akquisition" oder als der "Erfassungs"-Vorgang bezeichnet (Schritt **101**). Je länger der Zugriffscode **42** ist, desto länger braucht die Basisstation **14**, um die Phasen zu durchsuchen und die korrekte Phase zu akquirieren.

[0050] Wie schon vorher erläutert, entspricht die relative Verzögerung zwischen von der Basisstation **14** ausgesendeten Signalen und den von der Basisstation **14** empfangenen Rücksignalen der Rundlaufzeit von $2\Delta t$. Die maximale Verzögerung tritt beim maximalen Versorgungsbereich der Basisstation **14** auf,

die als Zellengrenze bezeichnet wird. Demnach muss die Basisstation **14** bis zu so viele Codephasen durchsuchen, wie in der maximalen Rundlaufzeit liegen, was typischerweise weniger Codephasen sind, als in der Codeperiode vorhanden sind.

[0051] Für eine Datenrate R_b und Spreizcoderate R_c wird das Verhältnis $L = R_c/R_b$ als der Spreizfaktor oder die Verarbeitungsverstärkung bezeichnet. In der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Zellgrenzradius 30 km, was je nach der Verarbeitungsverstärkung ungefähr zwischen 1000 und 2500 Codephasen in der maximalen Rundlaufzeit entspricht.

[0052] Wenn die Basisstation **14** nach dem Durchsuchen der maximalen Rundlaufzeit entsprechenden Codephasen den Zugriffscode nicht erfasst hat, wird die Suche wiederholt und dabei mit der Phase des Pilotcodes **40** begonnen, die einer Verzögerung Null entspricht (Schritt **102**).

[0053] Während Leerlaufperioden wird der Pilotcode **40** von der Basisstation **14** bei der Teilnehmereinheit **16** empfangen, die periodisch ihren Sendespreizcodegenerator damit synchronisiert (Schritt **103**). Wenn eine Synchronisation mit dem Pilotcode **40** verloren geht, reaktiviert die Teilnehmereinheit **16** den Pilotcode **40** und synchronisiert sich erneut (Schritt **104**).

[0054] Wenn das Aufbauen einer Kommunikationsverbindung gewünscht wird, beginnt die Teilnehmereinheit **16** mit dem Senden Zugriffscode **42** zurück an die Basisstation **14** (Schritt **106**). Die Teilnehmereinheit **16** erhöht kontinuierlich die Sendeleistung, während der Zugriffscode **42** weiter gesendet wird (Schritt **108**), bis sie von der Basisstation **14** eine Bestätigung erhält. Die Basisstation **14** erfasst den Zugriffscode **42** mit der korrekten Phase, nachdem der Mindestleistungspegel zum Empfang erreicht wurde (Schritt **110**). Die Basisstation **14** sendet in der Folge ein Zugriffscode-Erfassungs-Bestätigungssignal (Schritt **112**) an die Teilnehmereinheit **16**. Nach dem Empfang der Bestätigung erhöht die Teilnehmereinheit **16** die Sendeleistung nicht weiter (Schritt **114**). Nachdem das Hochfahren der Leistung abgeschlossen ist, wird die Leistungsregelung und die Rufeinrichtungssignalisierung durchgeführt (Schritt **116**), um die zweiseitige Kommunikationsverbindung einzurichten.

[0055] Auch wenn die vorliegende Ausführungsform die Sendeleistung der Teilnehmereinheit **16** einschränkt, kann die Akquisition der Teilnehmereinheit **16** durch die Basisstation **14** auf diese Weise zu einem unnötigen Überschreiten der Leistung von der Teilnehmereinheit **16** aus führen, wodurch die Leistung des Systems **10** verringert wird.

[0056] Das Sendeleistungsausgangsprofil der Teilnehmereinheit **16** ist in [Fig. 5](#) gezeigt. Bei t_0 beginnt die Teilnehmereinheit **16** mit dem Senden auf dem Anfangssendeleistungspegel P_0 , welcher ein Leistungspegel ist, der garantiert niedriger ist als der für die Erfassung durch die Basisstation **14** benötigte Leistungspegel. Die Teilnehmereinheit **16** erhöht kontinuierlich den Sendeleistungspegel, bis sie eine Erfassungsanzeige von der Basisstation **14** empfängt. Damit die Basisstation **14** den Zugriffscode **42** von der Teilnehmereinheit **16** richtig erfassen kann, muss der Zugriffscode **42**: 1) mit einem ausreichenden Leistungspegel empfangen werden; und 2) mit der entsprechenden Phase erfasst werden. Demnach muss gemäß [Fig. 5](#) die Basisstation **14** weiterhin nach der korrekten Phase des Zugriffscode **42** suchen, was bei t_A geschieht, obwohl der Zugriffscode **42** zur Erfassung durch die Basisstation **14** bei t_p auf einem ausreichenden Leistungspegel ist.

[0057] Da die Teilnehmereinheit **16** den Sendeausgangsleistungspegel weiterhin erhöht, bis sie die Erfassungsbestätigung von der Basisstation **14** erhält, übersteigt die Sendeleistung des Zugriffscode **42** den zur Erfassung durch die Basisstation **14** erforderlichen Leistungspegel. Dies führt zu einer unnötigen Interferenz für alle anderen Teilnehmereinheiten **16**. Wenn das Überschreiten der Leistung zu groß ist, kann die Interferenz für die anderen Teilnehmereinheiten **16** so beträchtlich sein, dass bestehende Kommunikationsverbindungen anderer Teilnehmereinheiten **16** unterbrochen werden.

[0058] Es ist möglich, die Rate zu verringern, mit der die Teilnehmereinheit **16** ihre Sendeleistung erhöht, um so eine Überschreitung zu verhindern, jedoch führt dies zu einer längeren Anrufeinrichtungszeit. Der Fachmann wird verstehen, dass auch adaptive Hochfahrraten verwendet werden können, jedoch haben diese Raten Nachteile und werden ebenfalls die Leistungsüberschreitung nicht in allen Situationen wirkungsvoll ausschließen.

[0059] Die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet "Kurzcodes" und einen zweistufigen Kommunikationsverbindungs-Einrichtungsvorgang zum Erreichen einer schnellen Leistungssteigerung ohne große Leistungsüberschreitungen. Der von der Teilnehmereinheit **16** gesendete Spreizcode ist viel kürzer als die übrigen Spreizcodes (daher der Ausdruck Kurzcode), so dass die Anzahl von Phasen beschränkt ist und die Basisstation **14** den Code schnell durchsuchen kann. Der für diesen Zweck verwendete Kurzcode enthält keine Daten.

[0060] Die von der Basisstation **14** und der Teilnehmereinheit **16** zum Einrichten eines Kommunikationskanals unter der Verwendung von Kurzcodes gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführten Aufgaben sind in

den [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) gezeigt. Während Leerlaufphasen sendet die Basisstation **14** periodisch und ständig den Pilotcode an alle Teilnehmereinheiten **16**, die innerhalb des Versorgungsbereichs der Basisstation **14** liegen (Schritt **150**). Die Basisstation **14** sucht ebenfalls kontinuierlich nach einem von der Teilnehmereinheit **16** ausgesendeten Kurzcode (Schritt **152**). Die Teilnehmereinheit **16** akquiriert den Pilotcode und synchronisiert ihren Sendespreizcode-generator mit dem Pilotcode. Die Teilnehmereinheit **16** überprüft ebenfalls periodisch, dass sie synchronisiert ist. Wenn die Synchronisation verloren geht, reaktiviert die Teilnehmereinheit **16** das von der Basisstation ausgesendete Pilotsignal (Schritt **156**).

[0061] Wenn eine Kommunikationsverbindung gewünscht wird, beginnt die Teilnehmereinheit **16** mit dem Aussenden eines Kurzcodes mit dem Mindestleistungspegel P_0 (Schritt **158**) und erhöht den Sendeleistungspegel ständig, während erneut der Kurzcode gesendet wird (Schritt **160**), bis sie eine Bestätigung von der Basisstation **14** erhält, dass der Kurzcode von der Basisstation **14** erfasst wurde.

[0062] Der Zugriffscode in der bevorzugten Ausführungsform ist, wie zuvor beschrieben, ungefähr 30 Millionen Chips lang. Der Kurzcode ist jedoch viel kürzer. Der Kurzcode kann so gewählt werden, dass er eine Länge hat, die so kurz ist, dass eine schnelle Erfassung möglich wird. Es ist vorteilhaft, die Länge des kurzen Codes so zu wählen, dass er die Zugriffscodeperiode glatt teilt. Für den hier beschriebenen Zugriffscode wird der Kurzcode vorzugsweise so ausgewählt, dass er 32, 64 oder 128 Chips lang ist. Alternativ kann der Kurzcode auch so kurz wie eine Symbollänge sein, wie im Einzelnen hiernach beschrieben wird.

[0063] Da der Beginn des Kurzcodes und der Beginn des Zugriffscode synchronisiert sind, weiß die Basisstation **14** nach einer Akquirierung des Kurzcodes durch die Basisstation **14**, dass die entsprechende Phase des Zugriffscode eine ganzzahlige Vielfache von N Chips von der Phase des Kurzcodes ist, wobei N die Länge des Kurzcodes ist. Die Basisstation **14** muss daher nicht alle möglichen Phasen durchsuchen, die der maximalen Rundlaufzeit entsprechen.

[0064] Bei der Verwendung des Kurzcodes tritt die korrekte Phase zur Erfassung durch die Basisstation **14** sehr viel häufiger auf. Wenn der zum Empfang erforderliche Mindestleistungspegel erreicht wurde, wird der Kurzcode schnell erfasst (Schritt **162**) und die Sendeleistungsüberschreitung ist eingeschränkt. Die Sendeleistungserhöhungsrates kann beträchtlich erhöht werden, ohne dass sich das in einer großen Leistungsüberschreitung auswirkt. In der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Leistungserhöhungsrates unter der Verwendung

des Kurzcodes ein Dezibel pro Millisekunde.

[0065] Die Basisstation **14** sendet in der Folge ein Kurzcode-Erfassungs-Anzeigesignal (Schritt **164**) an die Teilnehmereinheit **16**, die nach dem Empfang dieser Anzeige den zweiten Schritt der Leistungserhöhung einleitet. In diesem Schritt sendet die Teilnehmereinheit **16** den Kurzcode nicht weiter (Schritt **166**), und beginnt mit dem ständigen Senden eines periodischen Zugriffscodes (Schritt **166**). Die Teilnehmereinheit **16** erhöht weiterhin ihre Sendeleistung, während sie den Zugriffscodes sendet, jedoch ist nun die Erhöhungsrates viel niedriger als die vorherige mit dem Kurzcode verwendete Steigerungsrates (Schritt **168**). Die Steigerungsrates beim Zugriffscodes ist vorzugsweise 0,05 Dezibel pro Millisekunde. Die langsame Steigerungsrates verhindert das Verlieren einer Synchronisation mit der Basisstation **14** aufgrund kleiner Veränderungen in den Kanalpropagationseigenschaften.

[0066] Bei diesem Punkt hat die Basisstation **14** dem Kurzcode mit der richtigen Phase und dem richtigen Leistungspegel erfasst (Schritt **162**). Die Basisstation **14** muss sich nun mit dem Zugriffscodes synchronisieren, der die gleiche Länge wie alle anderen Spreizcodes hat und viel länger als der Kurzcode ist. Unter der Verwendung des Kurzcodes kann die Basisstation **14** die richtige Phase des Zugriffscodes viel schneller erkennen. Die Basisstation **14** beginnt mit der Suche nach der richtigen Phase des Zugriffscodes (Schritt **170**). Da jedoch der Beginn des Zugriffscodes mit dem Beginn des Kurzcodes synchronisiert ist, muss die Basisstation **14** nur nach jedem N-ten Chip suchen; wobei N = die Länge des Kurzcodes. Zusammengefasst akquiriert die Basisstation **14** schnell den Zugriffscodes der richtigen Phase und des richtigen Leistungspegels durch: 1) Erfassen des Kurzcodes; und 2) Bestimmen der richtigen Phase des Zugriffscodes durch ein Durchsuchen des Zugriffscodes am jeweiligen N-ten Chip vom Beginn des Kurzcodes.

[0067] Wenn die richtige Phase des Zugriffscodes nach einer Durchsuchung der Anzahl von Phasen in der maximalen Rundlaufzeit nicht erfasst wurde, beginnt die Basisstation **14** erneut mit der Suche nach dem Zugriffscodes, indem bei jedem Chip anstelle von jedem N-ten Chip gesucht wird (Schritt **172**). Wenn die richtige Phase des Zugriffscodes erfasst wurde (Schritt **174**), sendet die Basisstation **14** eine Zugriffscodes-Erfassungsbestätigung (Schritt **176**) an die Teilnehmereinheit **16**, welche nach dem Empfang dieser Bestätigung die Leistung nicht weiter steigert (Schritt **178**). Nachdem die Leistungssteigerung abgeschlossen ist, wird eine Leistungsregelung und eine Anrufeinrichtungssignalisierung durchgeführt (Schritt **180**), um die zweiseitige Kommunikationsverbindung einzurichten.

[0068] Auch wenn gemäß [Fig. 7](#) der Anfangsleistungspegel P_0 der gleiche ist wie in der vorherigen Ausführungsform, so kann die Teilnehmereinheit **16** den Sendeleistungspegel unter Verwendung der Kurzcodes mit einer viel höheren Rate steigern. Der Kurzcode ist schnell erfasst, nachdem der Sendeleistungspegel den Mindesterfassungspegel überschritten hat, wodurch die Sendeleistungsüberschreitung minimiert wird.

[0069] Auch wenn der gleiche Kurzcode von der Teilnehmereinheit **16** wieder verwendet werden kann, werden in der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Kurzcodes gemäß dem folgenden Vorgang dynamisch ausgewählt und aktualisiert. Gemäß [Fig. 8](#) ist die Periode des Kurzcodes gleich einer Symbollänge, und der Beginn einer jeden Periode ist auf eine Symbolgrenze ausgerichtet. Die Kurzcodes werden aus einem Spreizcode regulärer Länge erzeugt. Ein Symbollängenteil vom Beginn des Spreizcodes wird als der Kurzcode für die nächsten 3 Millisekunden gespeichert und verwendet. Alle 3 Millisekunden ersetzt ein neuer Teil einer Symbollänge des Spreizcodes den alten Kurzcode. Da die Spreizcodeperiode eine ganzzahlige Vielfache von 3 Millisekunden ist, werden die gleichen Kurzcodes nach jeder Periode des Spreizcodes wiederholt. Eine periodische Aktualisierung des Kurzcodes mittelt die durch den Kurzcode erzeugte Interferenz über das gesamte Spektrum.

[0070] Ein Blockdiagramm der Basisstation **14** in [Fig. 9](#) gezeigt. Kurz beschrieben umfasst die Basisstation **14** einen Empfängerabschnitt **50**, einen Senderabschnitt **52** und eine Richtungsweiche (Diplexer) **54**. Ein HF-Empfänger **56** empfängt das von der Richtungsweiche **54** empfangene HF-Signal und konvertiert es nach unten. Der Empfangs-Spreizcode-Generator **58** gibt sowohl an den Datenempfänger **60** als auch an den Codedetektor **62** einen Spreizcode aus. Im Datenempfänger **60** wird der Spreizcode mit dem Basisbandsignal korreliert, um das Datensignal zu extrahieren, das zur weiteren Bearbeitung weitergeleitet wird. Das empfangene Basisbandsignal wird ebenfalls an den Codedetektor **62** weitergeleitet, der den Zugriffscodes oder den Kurzcode von der Teilnehmereinheit **16** erfasst und die Zeitgebung des Spreizcodegenerators **58** zur Einrichtung eines Kommunikationskanals **18** einstellt.

[0071] Im Senderabschnitt **52** der Basisstation **14** gibt der Sendespreizcodegenerator **64** einen Spreizcode an den Datensender **66** und den Pilotcodesender **68** aus. Der Pilotcodesender **68** sendet kontinuierlich den periodischen Pilotcode. Der Datensender **66** sendet die Kurzcode-Erfassungsanzeige und die Zugriffscodes-Erfassungsbestätigung, nachdem der Codedetektor **62** den Kurzcode beziehungsweise den Erfassungscode erfasst hat. Der Datensender sendet ebenfalls andere Nachrichten- und Datensignale.

nale. Die Signale vom Datensender **66** und vom Pilotcodesender **68** werden durch den HF-Sender **70** zur Aussendung an die Teilnehmereinheiten **16** kombiniert und nach oben konvertiert.

[0072] Ein Blockdiagramm der Teilnehmereinheit **16** ist in [Fig. 10](#) gezeigt. Kurz beschrieben umfasst die Teilnehmereinheit **16** einen Empfängerabschnitt **72**, einen Senderabschnitt **74** und eine Richtungsweiche (Diplexer) **84**. Ein HF-Empfänger **76** empfängt das von der Richtungsweiche **64** empfangene HF-Signal und konvertiert es nach unten. Ein Pilotcodedetektor **80** korreliert den Spreizcode mit dem Basisbandsignal, um den von der Basisstation **16** gesendeten Pilotcode zu akquirieren. Auf diese Weise erhält der Pilotcodedetektor **80** die Synchronisation mit dem Pilotcode aufrecht. Der Empfänger-Spreizcode-Generator **82** erzeugt einen Spreizcode und gibt diesen an den Datenempfänger **78** und den Pilotcodedetektor **80** aus. Der Datenempfänger **78** korreliert den Spreizcode mit dem Basisbandsignal, um die Kurzcode-Erfassungsanzeige und die Zugriffscode-Erfassungsbestätigung zu verarbeiten, die von der Basisstation **16** ausgesendet werden.

[0073] Der Senderabschnitt **74** umfasst einen Spreizcodegenerator **86**, der Spreizcodes erzeugt und sie an einen Datensender **88** und einen Kurzcode- und Zugriffscode-Sender **90** ausgibt. Der Kurzcode- und Zugriffscode-Sender **90** sendet diese Codes in unterschiedlichen Stadien des Leistungssteigerungsvorgangs, wie zuvor beschrieben. Die Signale, die aus dem Datensender **88** und dem Kurzcode- und Zugriffscode-Sender **90** ausgesendet werden, werden vom HF-Sender **92** zur Sendung an die Basisstation **14** kombiniert und nach oben konvertiert. Die Zeitgebung des Empfänger-Spreizcode-Generators **82** wird durch den Pilotcodedetektor **80** durch den Akquisitionsvorgang eingestellt. Der Empfänger- und der Sender-Spreizcode-Generator **82**, **86** werden ebenfalls synchronisiert.

[0074] Ein Überblick über den erfindungsgemäßen Leistungssteigerungsvorgang ist in den [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) zusammengefasst. Die Basisstation **14** sendet einen Pilotcode aus, während sie nach dem Kurzcode sucht (Schritt **200**). Die Teilnehmereinheit **16** akquiriert den von der Basisstation **14** ausgesendeten Pilotcode (Schritt **202**), beginnt mit dem Senden eines Kurzcodes, wobei bei einem Mindestleistungspegel P_0 angefangen wird, der garantiert geringer als die benötigte Leistung ist, und erhöht schnell die Sendeleistung (Schritt **204**). Nachdem der empfangene Leistungspegel bei der Basisstation **14** den zur Erfassung des Kurzcodes benötigten Mindestleistungspegel erreicht hat (Schritt **206**), akquiriert die Basisstation **14** die korrekte Phase des Kurzcodes, sendet eine Anzeige über diese Erfassung aus, und beginnt mit der Suche nach dem Zugriffscode (Schritt **208**). Nach dem Empfang der Erfassungsanzeige stellt die

Teilnehmereinheit **16** das Aussenden des Kurzcodes ein und beginnt mit dem Aussenden eines Zugriffscode. Die Teilnehmereinheit **16** leitet eine langsame Steigerung der Sendeleistung ein, während der Zugriffscode gesendet wird (Schritt **210**). Die Basisstation **14** sucht nach der korrekten Phase des Zugriffscode durch ein Durchsuchen lediglich einer Phase aus jedem die Länge eines Kurzcodes aufweisenden Teil des Zugriffscode (Schritt **212**). Wenn die Basisstation **14** die Phasen des Zugriffscode bis zur maximalen Rundlaufzeit durchsucht hat und die korrekte Phase noch nicht erfasst hat, wird die Suche wiederholt, indem jetzt jede Phase durchsucht wird (Schritt **214**). Nach dem Erfassen der korrekten Phase des Zugriffscode durch die Basisstation **14**, sendet die Basisstation **14** eine Bestätigung an die Teilnehmereinheit **16** (Schritt **216**). Der Empfang der Bestätigung durch die Teilnehmereinheit **16** schließt den Leistungssteigerungsvorgang ab. Eine Leistungsregelung wird eingerichtet, und die Teilnehmereinheit **16** führt den Anrufeinrichtungsvorgang dadurch fort, dass entsprechende Anrufeinrichtungsnachrichten gesendet werden (Schritt **218**).

[0075] Eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bei der Wiederherstellung einer Kommunikationsverbindung wird anhand von [Fig. 12](#) beschrieben. Es ist die Ausbreitung bestimmter Signale bei der Einrichtung eines Kommunikationskanals **318** zwischen einer Basisstation **314** und mehreren Teilnehmereinheiten **316** gezeigt. Das Vorwärts-Pilot-Signal **320** wird zur Zeit t_0 von der Basisstation **314** ausgesendet und nach einer Laufzeit Δt von einer Teilnehmereinheit **316** empfangen. Damit die Teilnehmereinheit **316** von der Basisstation **314** akquiriert werden kann, sendet sie ein Zugangssignal **322**, das nach einer weiteren Laufzeit Δt von der Basisstation **314** empfangen wird. Demnach ist die Umlaufzeit $2\Delta t$. Das Zugangssignal **322** wird in Nullphasenwinkelausrichtung zum Vorwärts-Pilot-Signal **320** übertragen, was bedeutet, dass die Codephase des Zugangssignals **322** bei ihrer Übertragung mit der Codephase des empfangenen Vorwärts-Pilot-Signals **320** identisch ist.

[0076] Die Umlaufzeit hängt vom Standort der Teilnehmereinheit **316** bezüglich der Basisstation **314** ab. Kommunikationssignale, die von einer Teilnehmereinheit **316** übertragen werden, die näher bei einer Basisstation **314** liegt, werden eine kürzere Laufzeit erfahren als eine Teilnehmereinheit **316**, die weiter von der Basisstation **314** entfernt ist. Da die Basisstation **314** dazu fähig sein muss, Teilnehmereinheiten **316** zu akquirieren, die an einem beliebigen Standort innerhalb der Zelle **330** sind, muss die Basisstation **314** alle Codephasen des Zugangssignals durchsuchen, die dem gesamten Bereich von Laufzeiten der Zeile **330** entsprechen.

[0077] In [Fig. 13](#) sind die einer anfänglichen Akqui-

sition einer Teilnehmereinheit **316** durch eine Basisstation **314** zugeordneten Aufgaben gezeigt. Wenn eine Teilnehmereinheit **316** die Einrichtung eines Kanals **318** bei einer Basisstation **314** wünscht, bei der sie noch nie einen Kanal eingerichtet hat, hat die Teilnehmereinheit **316** keine Kenntnis der Umlaufzeit. Demnach leitet die Teilnehmereinheit **316** den Vorgang zur Kanaleinrichtung bei der anfänglichen Akquisition ein.

[0078] Die Teilnehmereinheit **316** wählt einen niedrigen anfänglichen Leistungspegel und eine Codephasenverzögerung Null (wodurch die Codephase des gesendeten Zugangssignals **320** mit der Codephase des empfangenen Vorwärts-Pilot-Signals **320** nullphasenwinkelausgerichtet wird) und beginnt mit der Sendung des Zugangssignals **322**, während die Sendeleistung langsam (0,05–0,1 dB/ms) hochgefahren wird (Schritt **400**). Während die Teilnehmereinheit **316** den Empfang des Bestätigungssignals von der Basisstation **314** abwartet, variiert sie die Codephasenverzögerung in vorbestimmten Schritten von Null zu der Verzögerung, die dem Rand der Zelle **330** (der maximalen Codephasenverzögerung) entspricht, während zwischen den Schritten genügend Zeit gelassen wird, damit die Basisstation **314** das Zugangssignal **322** erfassen kann (Schritt **402**). Wenn die Teilnehmereinheit **316** die Codephasenverzögerung erreicht hat, die dem Rand der Zelle **330** entspricht, wiederholt sie den Vorgang des Variierens der Codephasenverzögerung, während die langsame Leistungssteigerung fortgeführt wird (Schritt **402**).

[0079] Um Teilnehmereinheiten **316** zu akquirieren, die einen Zugang wünschen, sendet die Basisstation **314** ständig ein Vorwärts-Pilot-Signal **320** und versucht, das Zugangssignal **322** von den Teilnehmereinheiten **316** zu erfassen (Schritt **404**). Dabei muss die Basisstation **314** nicht bei allen Codephasenverzögerungen innerhalb der Zelle **330** Zugangssignale **322** testen, wie das bei derzeitigen Systemen der Fall ist, sondern braucht nur Codephasenverzögerungen zu testen, die um den Rand der Zelle **330** zentriert sind.

[0080] Die Basisstation **314** erfasst das Zugangssignal **322** (Schritt **406**), wenn die Teilnehmereinheit **316** beginnt, mit genügender Leistung zu der Codephasenverzögerung zu senden, welche die Teilnehmereinheit **316** am Rand der Zelle **330** erscheinen lässt, wodurch die Teilnehmereinheit **316** "virtuell" am Rand der Zelle **330** lokalisiert wird. Die Basisstation **314** sendet dann ein Signal an die Teilnehmereinheit **316**, das bestätigt, dass das Zugangssignal **322** empfangen wurde (Schritt **408**), und fährt mit dem Kanaleinrichtungsvorgang fort (Schritt **410**).

[0081] Nachdem die Teilnehmereinheit **316** einmal das Bestätigungssignal empfangen hat (Schritt **412**), hört es mit der Sendeleistungssteigerung auf, hört mit

dem Variieren der Codephasenverzögerung auf (Schritt **414**) und zeichnet den Wert der Codephasenverzögerung für nachfolgende erneute Akquisitionen auf (Schritt **416**). Die Teilnehmereinheit **316** fährt dann mit dem Kanaleinrichtungsvorgang fort, bei dem auch eine Sendeleistungsregelung eingeschlossen ist (Schritt **418**).

[0082] Bei nachfolgenden erneuten Akquisitionen, bei denen eine Teilnehmereinheit **316** die Einrichtung eines Kanals **318** mit einer Basisstation **314** wünscht, leitet die Teilnehmereinheit **316** den Vorgang der Kanaleinrichtung zur erneuten Akquisition ein, der in [Fig. 14](#) gezeigt ist. Die Teilnehmereinheit **316** wählt einen niedrigen anfänglichen Leistungspegel und die Codephasenverzögerung, die während des anfänglichen Akquisitionsvorgangs aufgezeichnet wurde (in [Fig. 13](#) gezeigt), und fängt mit der ständigen Sendung des Zugangssignals **322** an, während die Sendeleistung schnell (1 dB/ms) gesteigert wird (Schritt **420**). Während die Teilnehmereinheit **316** auf den Empfang des Bestätigungssignals von der Basisstation **314** wartet, variiert sie die Codephasenverzögerung des Zugangssignals **322** geringfügig um die aufgezeichnete Codephasenverzögerung herum, während der Basisstation **314** genügend Zeit gelassen wird, das Zugangssignal **322** zu erfassen, bevor die Verzögerung verändert wird (Schritt **422**). Die Basisstation **314** sendet wie in [Fig. 13](#) ein Vorwärts-Pilot-Signal **320** und testet nur die Codephasenverzögerungen am Rand der Zelle **330** beim Versuch, die Teilnehmereinheiten **316** innerhalb ihres Betriebsbereiches zu akquirieren (Schritt **424**). Die Basisstation **314** erfasst das Zugangssignal **322**, wenn die Teilnehmereinheit **316** mit genügender Leistung zur Codephasenverzögerung sendet, welche die Teilnehmereinheit **316** am Rand der Zelle **330** erscheinen lässt (Schritt **426**). Die Basisstation **314** sendet ein Signal an die Teilnehmereinheit **316**, das bestätigt, dass das Zugangssignal **322** empfangen wurde (Schritt **428**), und fährt mit dem Kanaleinrichtungsvorgang fort (Schritt **430**).

[0083] Wenn die Teilnehmereinheit **316** das Bestätigungssignal empfängt (Schritt **432**), hört sie mit der Leistungssteigerung auf, hört mit dem Variieren der Codephasenverzögerung auf (Schritt **434**) und zeichnet den derzeitigen Wert der Codephasenverzögerung für nachfolgende erneute Akquisitionen auf (Schritt **436**). Diese Codephasenverzögerung kann sich von der anfänglich verwendeten Codephasenverzögerung leicht unterscheiden, die am Beginn des erneuten Akquisitionsvorgangs verwendet wurde (Schritt **422**). Die Teilnehmereinheit **316** fährt dann beim derzeitigen Leistungspegel mit dem Kanaleinrichtungsvorgang fort (Schritt **438**). Wenn eine Teilnehmereinheit **316** nach einer vorbestimmten Zeit noch kein Bestätigungssignal von der Basisstation **314** empfangen hat, kehrt die Teilnehmereinheit **316** zum anfänglichen Akquisitionsvorgang zurück, der in

[Fig. 13](#) beschrieben ist.

[0084] Die Auswirkung der Einführung einer Codephasenverzögerung in der Tx-320- und Rx-322-Kommunikation zwischen der Basisstation 314 und einer Teilnehmereinheit 316 wird anhand der [Fig. 15a](#) und [Fig. 15b](#) erläutert. In [Fig. 15a](#) kommuniziert eine Basisstation 460 mit zwei Teilnehmereinheiten 462, 464. Die erste Teilnehmereinheit 462 ist bei der maximalen Betriebsreichweite 30 km von der Basisstation 460 entfernt. Die zweite Teilnehmereinheit 464 ist 15 km von der Basisstation 460 entfernt. Die Laufzeiten von Tx- und Rx-Kommunikationen zwischen der ersten Teilnehmereinheit 462 und der Basisstation 460 werden doppelt so groß sein wie diejenigen von Kommunikationen zwischen der zweiten Teilnehmereinheit 464 und der Basisstation 460.

[0085] Nachdem gemäß [Fig. 15b](#) ein zusätzlicher Verzögerungswert 466 in den Tx-PN-Generator der zweiten Teilnehmereinheit 464 eingefügt wurde, wird die Laufzeit der Kommunikationen zwischen der ersten Teilnehmereinheit 462 und der Basisstation 460 die gleiche sein wie die Laufzeit von Kommunikationen zwischen der zweiten Teilnehmereinheit 464 und der Basisstation 460. Aus Sicht der Basisstation 460 erscheint es so, als ob die zweite Teilnehmereinheit 464 sich in der virtuellen Entfernung 464' befände.

[0086] In [Fig. 16](#) ist zu sehen, dass, wenn mehrere Teilnehmereinheiten S1–S7 virtuell S1'–S7' zur virtuellen Reichweite 475 relokalisiert werden, die Basisstation B nur die Codephasenverzögerungen testen muss, die um die virtuelle Reichweite 475 zentriert sind.

[0087] Unter Verwendung der vorliegenden Erfindung wird eine Teilnehmereinheit 316, die einen ausreichenden Leistungspegel erreicht hat, von der Basisstation 314 in ungefähr 2 ms akquiriert. Aufgrund der kürzeren Akquisitionszeit kann die Teilnehmereinheit 316 die Leistung viel schneller steigern (in der Größenordnung von 1 dB/ms), ohne dass dadurch beträchtlich über den erwünschten Leistungspegel hinausgeschossen wird. Unter Annahme der gleichen 20 dB-Leistungsverringeringung würde die Teilnehmereinheit 316 zum Erreichen des ausreichenden Leistungspegels zur Erfassung durch die Basisstation 314 ungefähr 20 ms brauchen. Demnach wäre die gesamte Zeitdauer des erneuten Akquisitionsvorgangs der vorliegenden Erfindung ungefähr 22 ms, was eine Verringerung um eine Größenordnung gegenüber bekannten Verfahren zur erneuten Akquisition bedeutet.

[0088] Eine Teilnehmereinheit 500, die gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde, ist in [Fig. 17](#) gezeigt. Die Teilnehmereinheit 500 weist einen Empfängerabschnitt 502 und einen Senderabschnitt 504 auf. Eine Antenne

506 empfängt ein Signal von der Basisstation 314, das von einem Bandpassfilter 508 gefiltert wird, der eine Bandbreite gleich der doppelten Chiprate und eine Mittelfrequenz gleich der Mittelfrequenz der Spreizspektrum-Systembandbreite hat. Das Ausgangssignal des Filters 508 wird von einem Mischer 510 unter Verwendung eines lokalen Oszillators mit konstanter Frequenz (F_c) auf ein Basisbandsignal herunterkonvertiert. Das Ausgangssignal des Mixers 510 wird dann durch Anlegen einer PN-Sequenz an einen Mischer 512 im PN-Rx-Generator 514 spreizspektrumsdecodiert. Das Ausgangssignal des Mixers 512 wird an ein Tiefpassfilter 516 angelegt, das eine Grenzfrequenz bei der Datenrate (F_b) der PCM-Datensequenz hat. Das Ausgangssignal des Filters 516 wird an einen Coder/Decoder (Codec) 518 angelegt, der mit der Kommunikationseinheit 520 in Verbindung steht.

[0089] Ein Basisbandsignal von der Kommunikationseinheit 520 wird vom Codec 518 pulscodemoduliert. Hierzu wird vorzugsweise eine adaptive Pulscode-Modulation (ADPCM) mit 32 Kilotbit pro Sekunde verwendet. Das PCM-Signal wird an einen Mischer 522 im PN-Tx-Generator 524 angelegt. Der Mischer 522 multipliziert das PCM-Datensignal mit der PN-Sequenz. Das Ausgangssignal des Mixers 522 wird an ein Tiefpassfilter 526 angelegt, dessen Grenzfrequenz gleich der Systemchiprate ist. Das Ausgangssignal des Filters 526 wird dann an einen Mischer 528 angelegt und in entsprechender Weise hinaufkonvertiert, wie das durch die Trägerfrequenz F_c bestimmt wird, die an die andere Klemme angelegt wird. Das hinaufkonvertierte Signal wird dann durch ein Bandpassfilter 530 und an einen Breitband-HF-Verstärker 532 geleitet, der eine Antenne 534 ansteuert.

[0090] Der Mikroprozessor 536 steuert den Akquisitionsvorgang sowie die Rx- und Tx-PN-Generatoren 514, 524. Der Mikroprozessor 536 steuert die Codephasenverzögerung, die den Rx- und Tx-PN-Generatoren 514, 524 zum Akquirieren des Vorwärts-Pilot-Signals 320 hinzugefügt wird, und diejenige zur Akquirierung der Teilnehmereinheit 500 durch die Basisstation 314, und zeichnet die Codephasendifferenz zwischen diesen PN-Generatoren auf. Zur erneuten Akquisition fügt der Mikroprozessor 536 die aufgezeichnete Verzögerung dem Tx-PN-Generator 524 hinzu.

[0091] Die Basisstation 314 verwendet eine Konfiguration ähnlich der Teilnehmereinheit 316 zum Erfassen PN-codierter Signale von der Teilnehmereinheit 500. Der (nicht gezeigte) Mikroprozessor in der Basisstation 314 steuert den Rx-PN-Generator in ähnlicher Weise zur Erzeugung der Codephasendifferenz zwischen Rx-PN-Generator und dem Tx-PN-Generator gleich der Umlaufzeit des virtuellen Standorts der Teilnehmereinheit 316. Nachdem die

Basisstation **314** das Zugangssignal **322** von der Teilnehmereinheit **316** akquiriert hat, verwenden alle anderen Signale von der Teilnehmereinheit **316** an die Basisstation **314** (Verkehr, Pilot, usw.) die gleiche Codephasenverzögerung, die während des Akquisitionsvorgangs bestimmt wurde.

[0092] Es wird darauf hingewiesen, dass bei der vorliegenden Erfindung zwar das virtuelle Lokalisieren von Teilnehmereinheiten **316** am Rand der Zelle **330** beschrieben wurde, doch kann das virtuelle Lokalisieren in einer beliebigen festen Entfernung von der Basisstation **314** geschehen.

[0093] In [Fig. 18](#) sind die Aufgaben gezeigt, die gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einer anfänglichen Akquisition einer "noch nie akquirierten" Teilnehmereinheit **316** durch eine Basisstation **314** zugeordnet sind. Die Teilnehmereinheit **316** überträgt ein nullphasenwinkel ausgerichtetes Zugangssignal **322** ständig an die Basisstation **314** (Schritt **600**), wenn die Einrichtung eines Kanals **318** gewünscht wird. Während die Teilnehmereinheit **316** auf den Empfang eines Bestätigungssignals von der Basisstation **314** wartet, erhöht sie ständig die Sendeleistung, während sie mit der Sendung des Zugangssignals **322** fortfährt (Schritt **602**).

[0094] Zum Erfassen von Teilnehmereinheiten, die noch nie akquiriert wurden, sendet die Basisstation **314** ein Vorwärts-Pilot-Signal **320** und durchsucht ein Mal die ganze Zelle durch Suchen aller Codephasen, welche dem gesamten Bereich von Laufzeiten der Zelle entsprechen (Schritt **604**), und erfasst das nullphasenwinkel ausgerichtete Zugangssignal **322**, das von der Teilnehmereinheit **316** gesendet wurde, nachdem die Sendung eine zur Erfassung genügende Leistung erreicht hat (Schritt **606**). Die Basisstation **314** sendet ein Signal an die Teilnehmereinheit **316** (Schritt **608**), das bestätigt, dass das Zugangssignal **322** empfangen wurde. Die Teilnehmereinheit **316** empfängt das Bestätigungssignal (Schritt **610**) und hört mit der Steigerung der Sendeleistung auf (Schritt **612**).

[0095] Die Basisstation **314** stellt die gewünschte Codephasenverzögerung der Teilnehmereinheit **316** dadurch fest, dass die Differenz zwischen den Tx- und Rx-PN-Generatoren **524**, **514** festgestellt wird (Schritt **614**), nachdem die Teilnehmereinheit **316** akquiriert wurde. Der gewünschte Codephasenverzögerungswert wird als eine OA&M-Nachricht an die Teilnehmereinheit **316** gesendet (Schritt **616**), welche den Wert empfängt und zur Verwendung während einer erneuten Akquisition speichert (Schritt **618**) und mit dem Kanaleinrichtungsvorgang fortfährt (Schritte **622** und **624**).

[0096] In [Fig. 19](#) ist ein alternatives Verfahren einer

schnellen erneuten Akquisition gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt. Wenn ein Kommunikationskanal zwischen der Teilnehmereinheit **316** und der Basisstation **314** erneut eingerichtet werden muss, sendet die Teilnehmereinheit **316** das Zugangssignal **322** mit der gewünschten Codephasenverzögerung wie in der bevorzugten Ausführungsform.

[0097] Da sich alle der vorher akquirierten Teilnehmereinheiten **316** in der gleichen virtuellen Entfernung befinden, braucht die Basisstation **314** nur die Codephasenverzögerungen zu durchsuchen, die um den Rand der Zelle zentriert sind, um die Zugangssignale **322** dieser Teilnehmereinheiten **316** zu akquirieren (Schritt **630**). Auf diese Weise kann eine Teilnehmereinheit **316** die Leistung schnell hochfahren, um die häufigeren Akquisitionsgelegenheiten zu nutzen. Die Teilnehmereinheit **316** wendet die Verzögerung in der gleichen Weise wie in der bevorzugten Ausführungsform an. Die Basisstation **314** erfasst in der Folge die Teilnehmereinheit **316** am Rand der Zelle (Schritt **636**), sendet ein Bestätigungssignal an die Teilnehmereinheit (Schritt **637**) und berechnet gegebenenfalls den gewünschten Codephasenverzögerungswert neu. Eine Neuberechnung (Schritt **638**) gleicht Ausbreitungspfadveränderungen, Oszillator-drift und andere Kommunikationsvariablen aus. Die Teilnehmereinheit **316** empfängt das Bestätigungssignal von der Basisstation **316** (Schritt **639**).

[0098] Die Basisstation **314** sendet den aktualisierten gewünschten Codephasenverzögerungswert an die Teilnehmereinheit **316** (Schritt **640**), die den aktualisierten Wert empfängt und speichert (Schritt **642**). Die Teilnehmereinheit **316** und die Basisstation **314** fahren dann mit den Kanaleinrichtungsvorgangskommunikationen fort (Schritte **644** und **646**).

[0099] Es wird darauf hingewiesen, dass bei der alternativen Ausführungsform die Basisstation sowohl die Codephasenverzögerungen durchsuchen muss, die um den Rand der Zelle zentriert sind, um zuvor akquirierte Teilnehmereinheiten erneut zu akquirieren, als auch die Codephasenverzögerungen für die gesamte Zelle, um Teilnehmereinheiten zu akquirieren, die noch nie akquiriert wurden.

[0100] In [Fig. 20](#) sind die Aufgaben gezeigt, die einer anfänglichen Akquisition noch nie akquirierter Teilnehmereinheiten **316** durch eine Basisstation **314** gemäß einer zweiten alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zugeordnet sind. Wenn bei der in [Fig. 18](#) gezeigten Ausführungsform eine noch nie akquirierte Teilnehmereinheit **316** akquiriert wird, bleibt das Zugangssignal **322** mit dem Vorwärts-Pilot-Signal **320** nullphasenwinkel ausgerichtet. In dieser Ausführungsform verändern die Basisstation und die Teilnehmereinheit **316** die Codephasenausrichtung des Zugangssignals **322** von nullphasenwinkel ausgerichtet auf (um die Codephasenver-

zögerung) verzögert, um die Teilnehmereinheit **316** am Rand der Zelle erscheinen zu lassen. Diese Veränderung wird zu einer festgelegten Zeit durchgeführt.

[0101] Die Schritte **700** bis **718** sind die gleichen wie die entsprechenden Schritte **600** bis **618**, die in [Fig. 18](#) gezeigt sind. Nachdem jedoch die Basisstation **314** den erwünschten Verzögerungswert an die Teilnehmereinheit **316** gesendet hat (Schritt **716**), sendet die Basisstation **314** eine Nachricht an die Teilnehmereinheit **316**, um zu einer Zeit auf den gewünschten Verzögerungswert umzuschalten, die auf einen Unterphasenwinkel des Vorwärts-Pilot-Signals **320** bezogen ist (Schritt **720**). Die Teilnehmereinheit **316** empfängt diese Nachricht (Schritt **722**), und beide Einheiten **314**, **316** warten, bis die Umschaltzeit erreicht wurde (Schritte **724**, **730**). Zu dieser Zeit fügt die Basisstation **314** den gewünschten Verzögerungswert seinem Rx-PN-Generator (Schritt **732**) hinzu, und die Teilnehmereinheit **316** fügt den gleichen gewünschten Verzögerungswert ihrem Tx-PN-Generator (Schritt **726**) hinzu. Die Teilnehmereinheit **316** und die Basisstation **314** fahren dann mit ihrer Kanaleinrichtungsvorgangskommunikation fort (Schritt **728**, **734**).

[0102] Auch wenn die Erfindung teilweise unter detaillierter Bezugnahme auf die bevorzugten Ausführungsform beschrieben wurde, sollen solche Einzelheiten eher unterrichtend als einschränkend verstanden werden. Der Fachmann wird verstehen, dass viele Variationen im Aufbau und im Betriebsmodus vorgenommen werden können, ohne dass dadurch vom Sinn und Umfang der Erfindung, wie hier in dieser Lehre veröffentlicht, abgewichen wird.

Patentansprüche

1. Teilnehmereinheit (**16**) zum Regulieren der Sendeleistung von Kommunikationen mit einer Basisstation in einem CDMA(Code Division Multiple Access)-Kommunikationssystem, wobei die Teilnehmereinheit umfasst:

- Mittel (**90**) zum Senden eines periodischen Signals mit einem anfänglichen vorbestimmten Leistungspegel, einschließlich Mitteln zum wiederholten Senden des periodischen Signals, wobei jede Sendung mit fortschreitend höheren Leistungspegeln erfolgt; und
- Mittel zum Beenden des Sendens des periodischen Signals und zum Halten des Leistungspegels zu einer Zeit, zu der ein Bestätigungssignal empfangen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass die Teilnehmereinheit weiter umfasst:

- Mittel (**90**) zum Senden eines Zugangscodes mit dem gehaltenen Leistungspegel; und
- wobei das periodische Signal ein kurzer Code ist, der kürzer als der Zugangscode ist.

2. Teilnehmereinheit (**16**) nach Anspruch 1, wobei der anfängliche vorbestimmte Leistungspegel niedriger als ein Leistungspegel ist, der zur Erfassung durch die Basisstation nötig ist.

3. Teilnehmereinheit (**16**) nach Anspruch 1, wobei der kurze Code eine Periode von einem Symbol hat.

4. Teilnehmereinheit (**16**) nach Anspruch 1, wobei die Teilnehmereinheit weiter ein Mittel zum periodischen Modifizieren des kurzen Codes beinhaltet.

5. Teilnehmereinheit (**16**) nach Anspruch 1, wobei die Länge des Zugangscodes ein ganzzahliges Vielfaches der Länge des kurzen Codes ist.

Es folgen 20 Blatt Zeichnungen

FIG.1

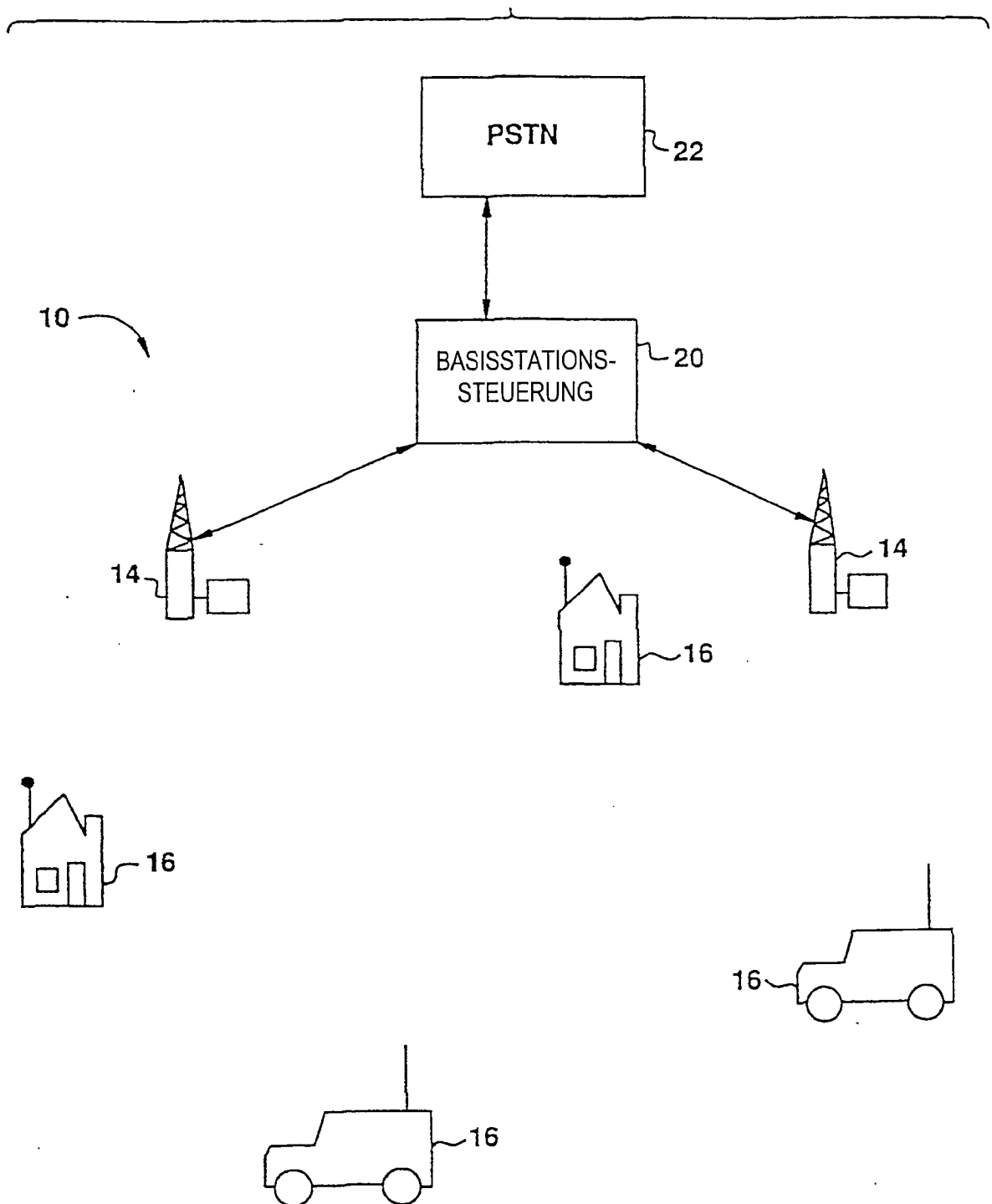


FIG.2

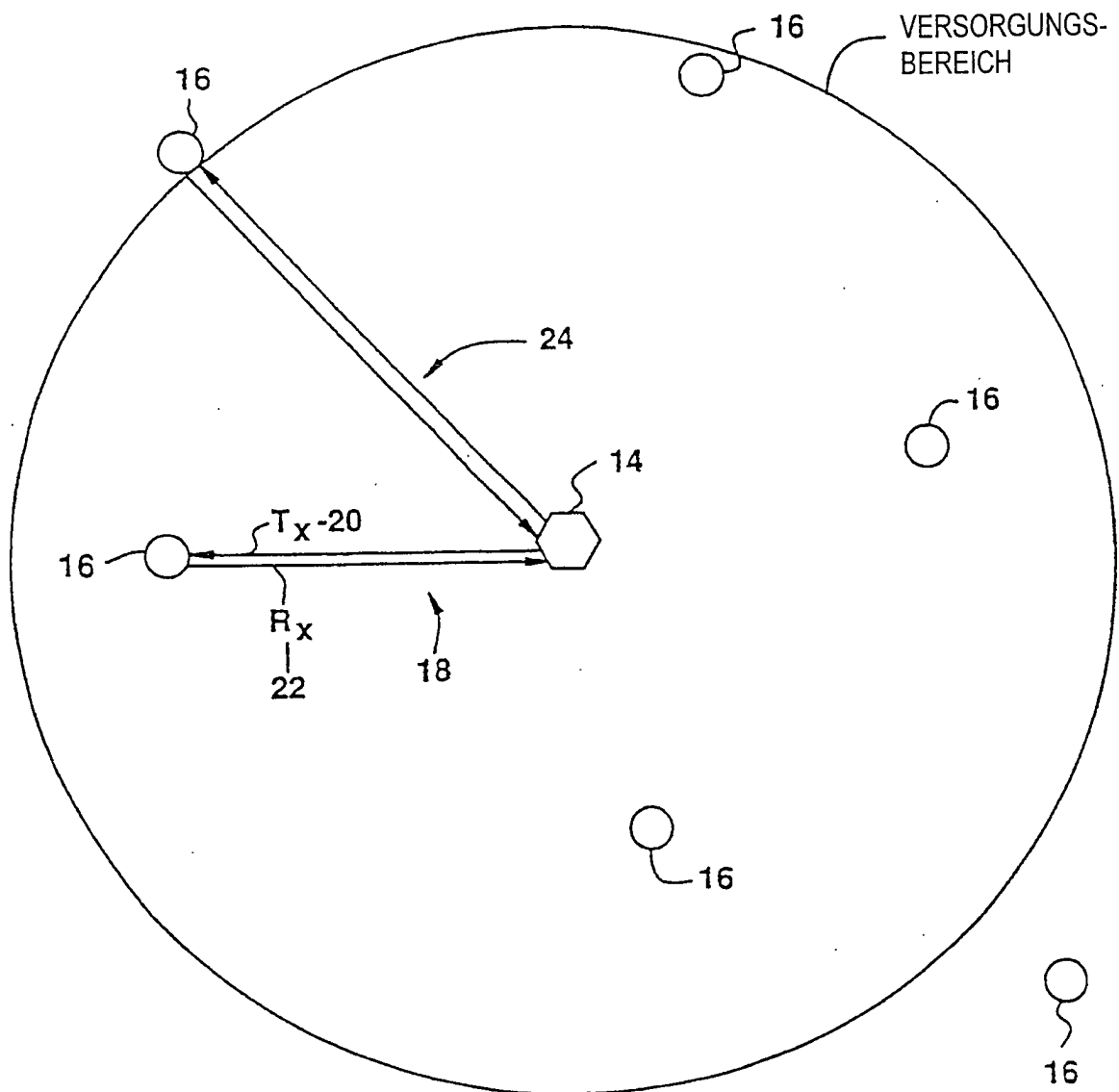


FIG.3

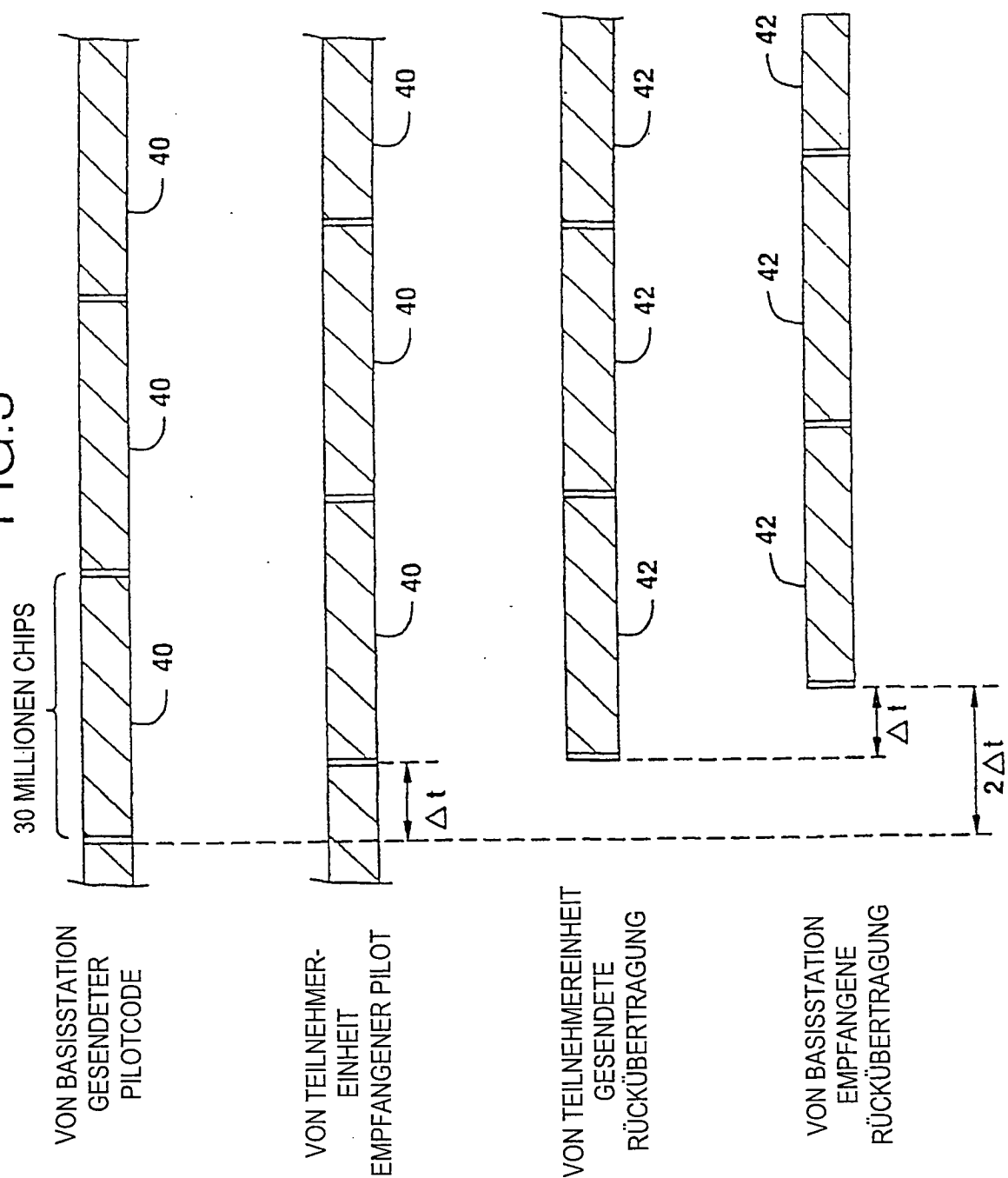


FIG.4

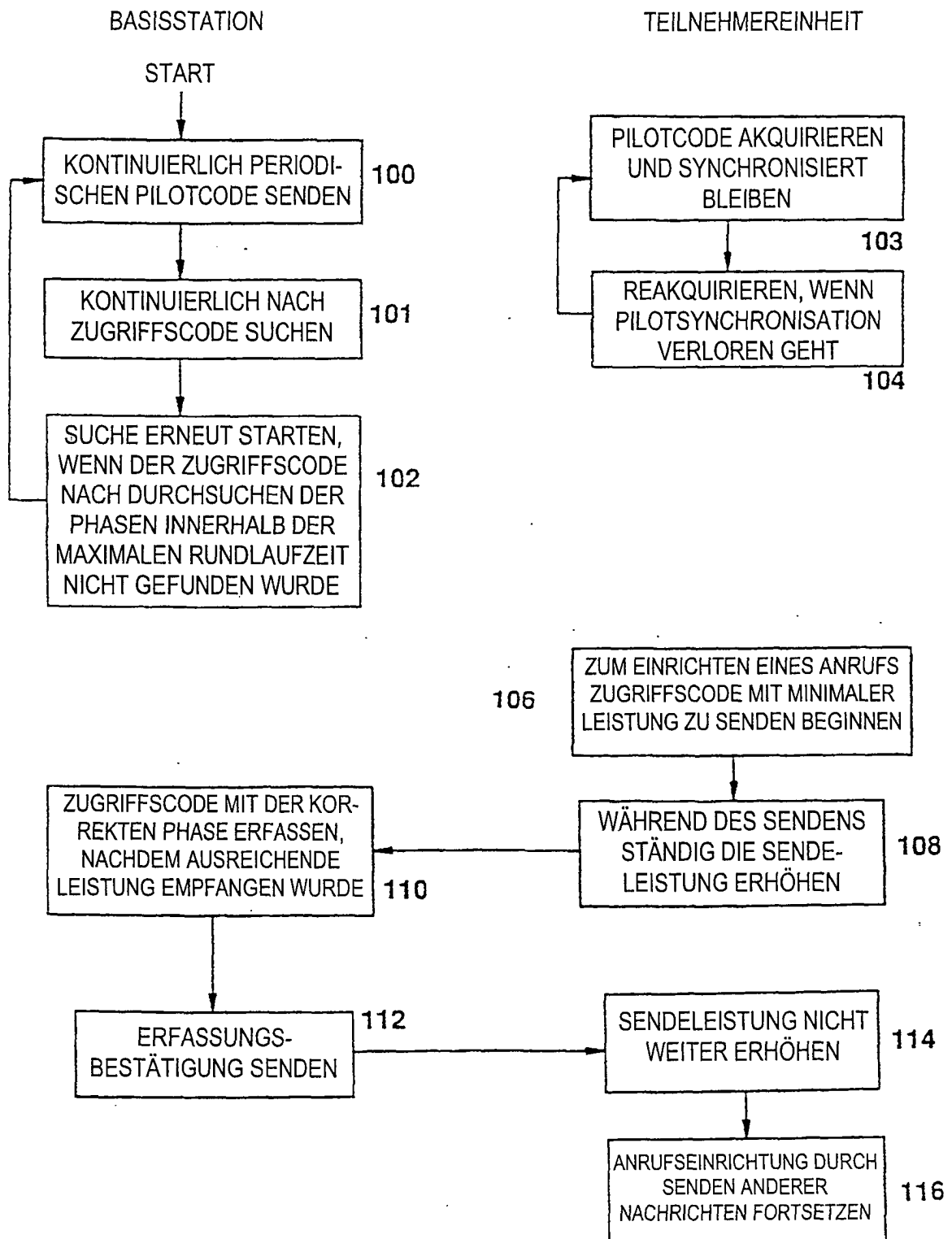


FIG.5

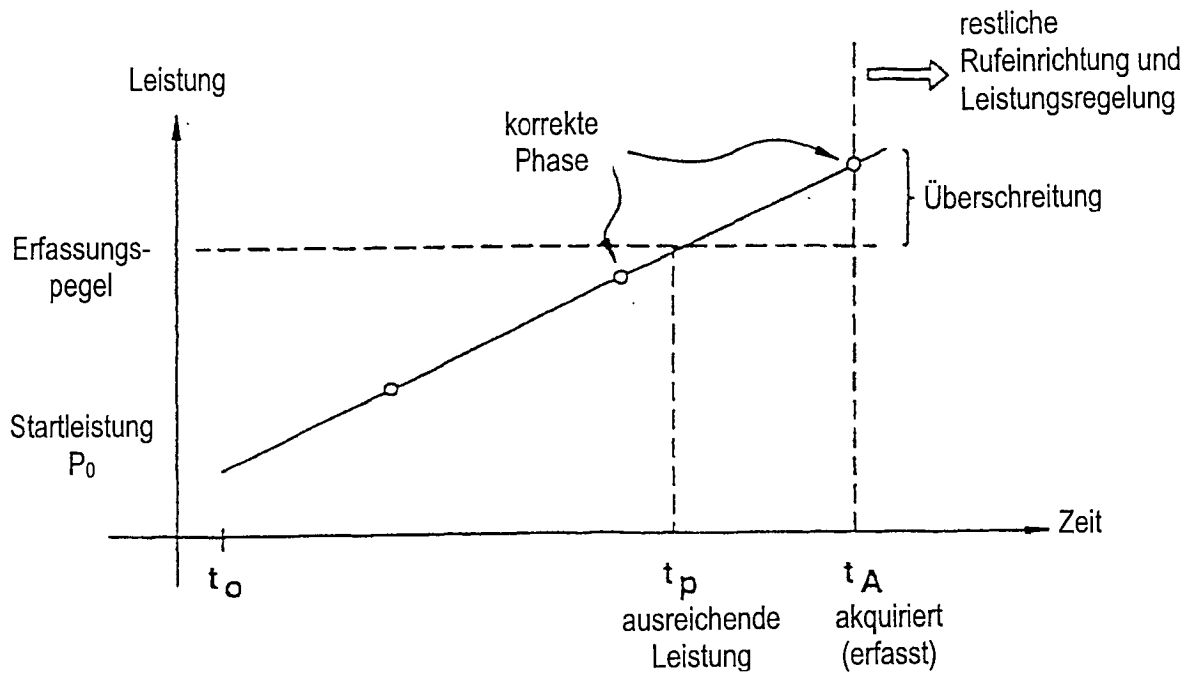


FIG.7

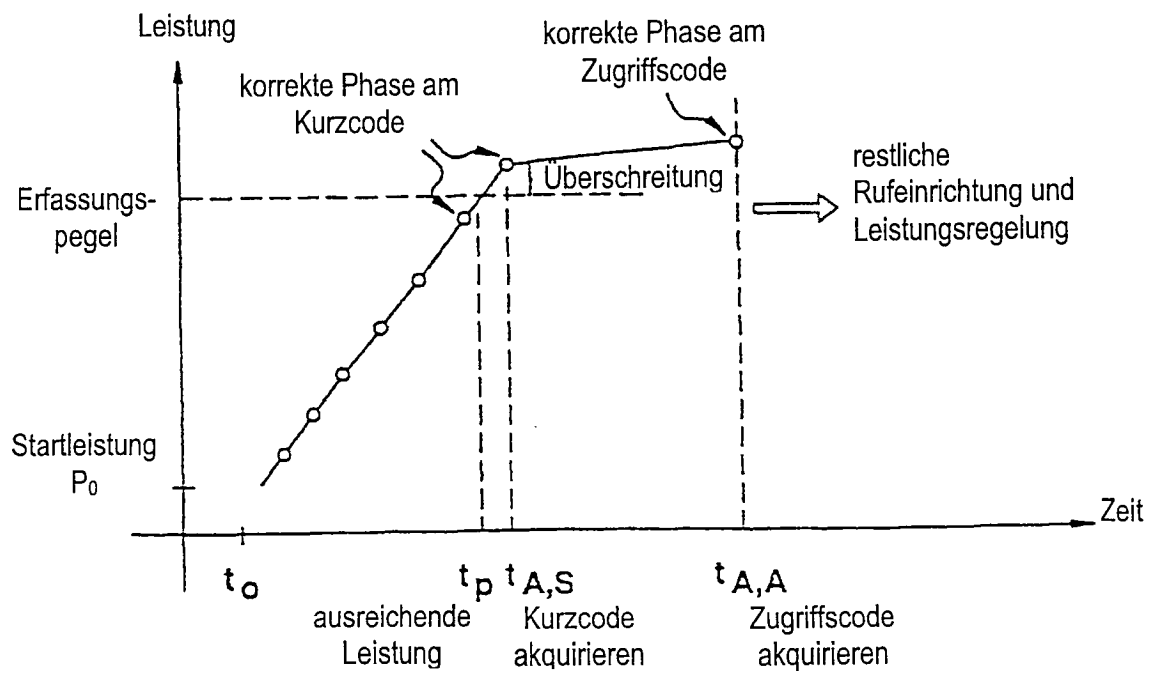


FIG.6A

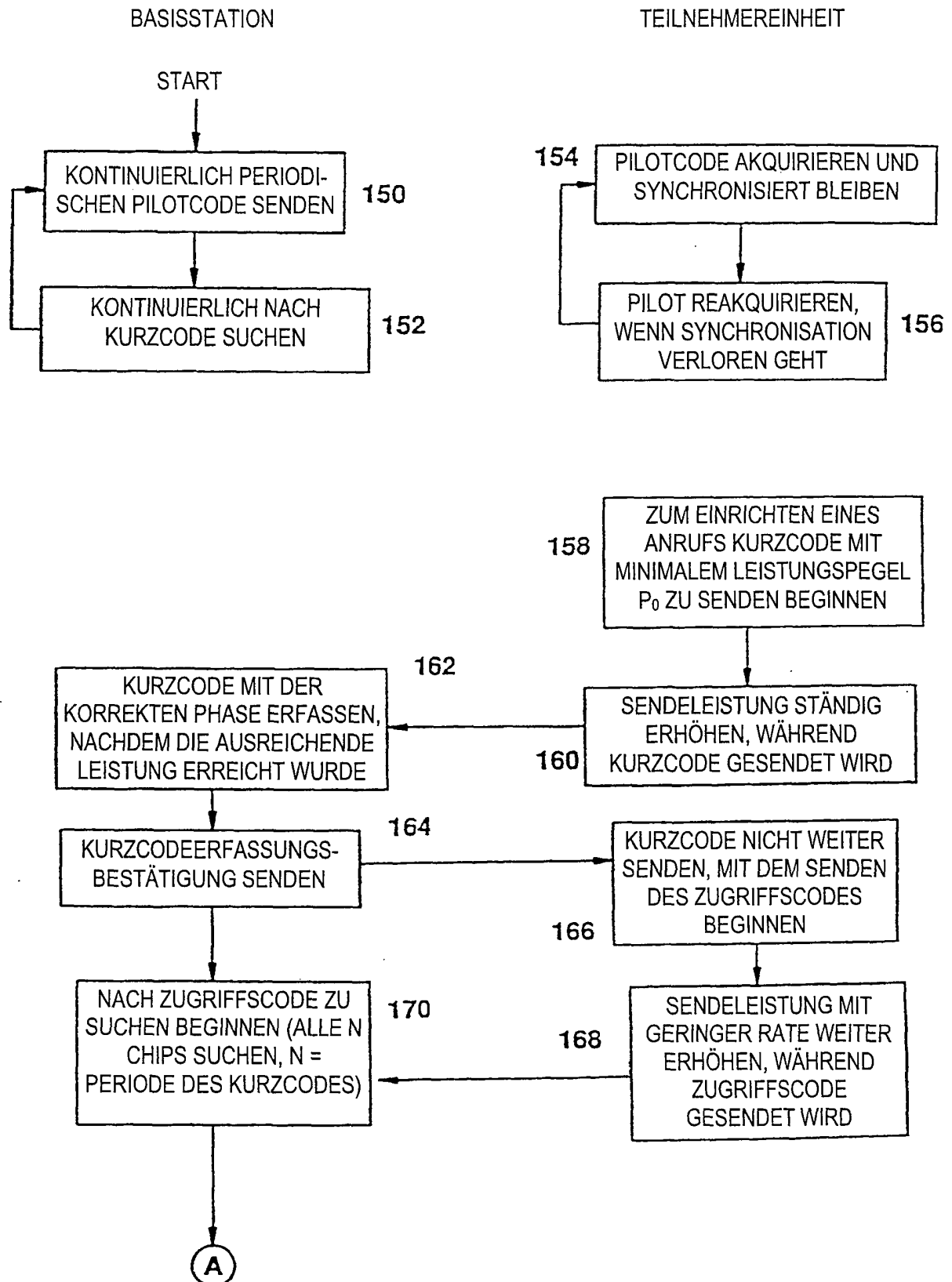


FIG.6B

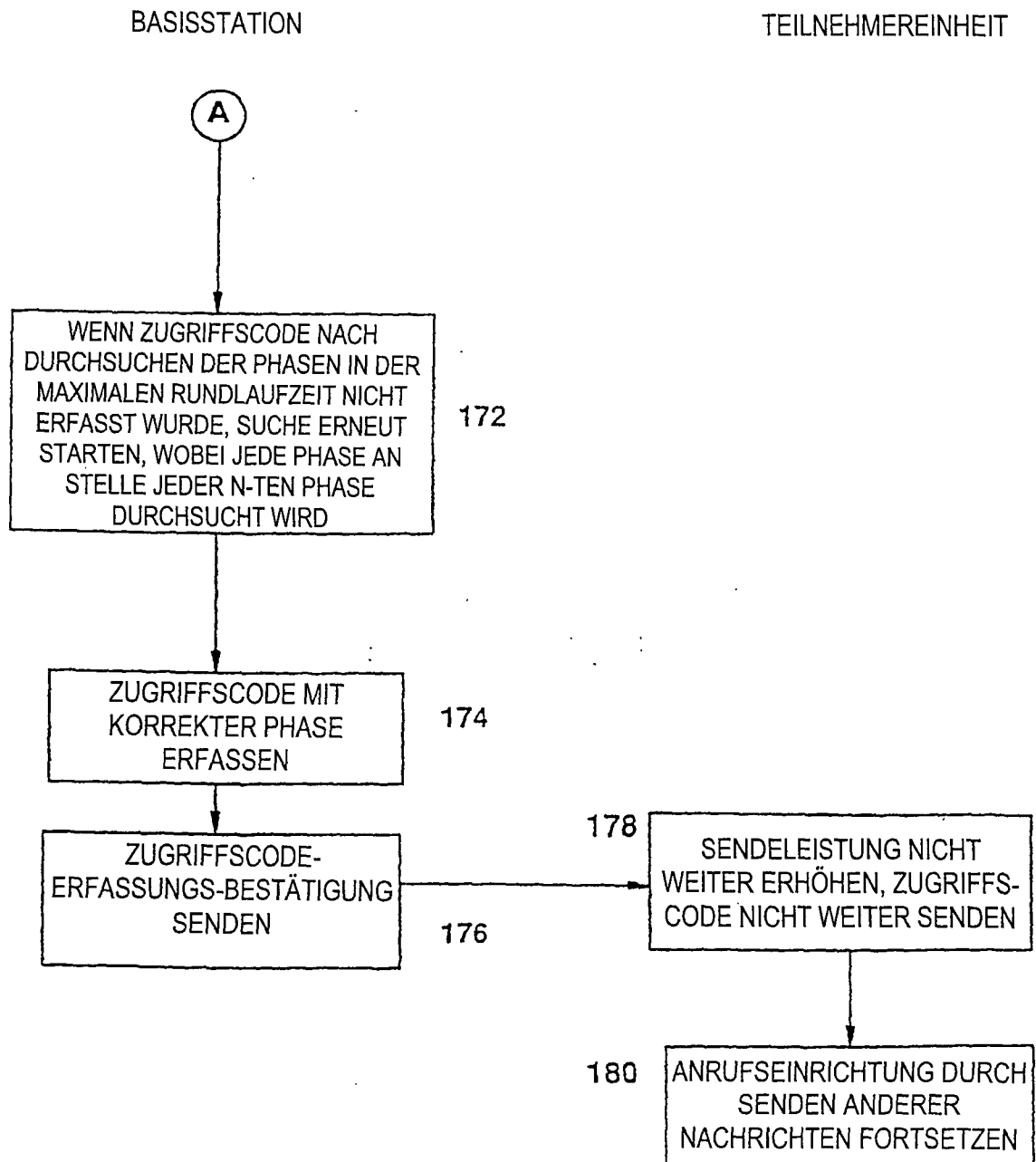


FIG.8

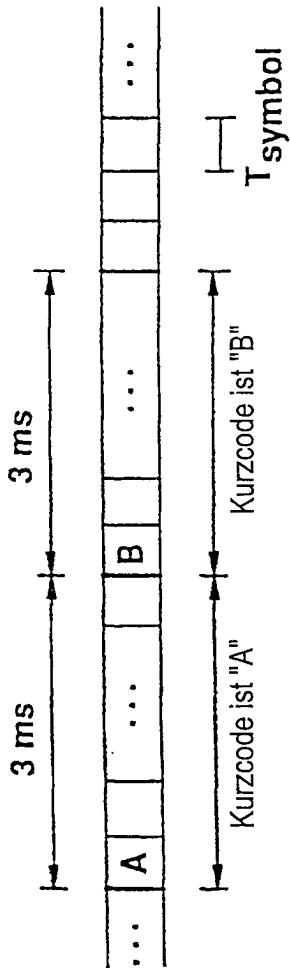


FIG.9

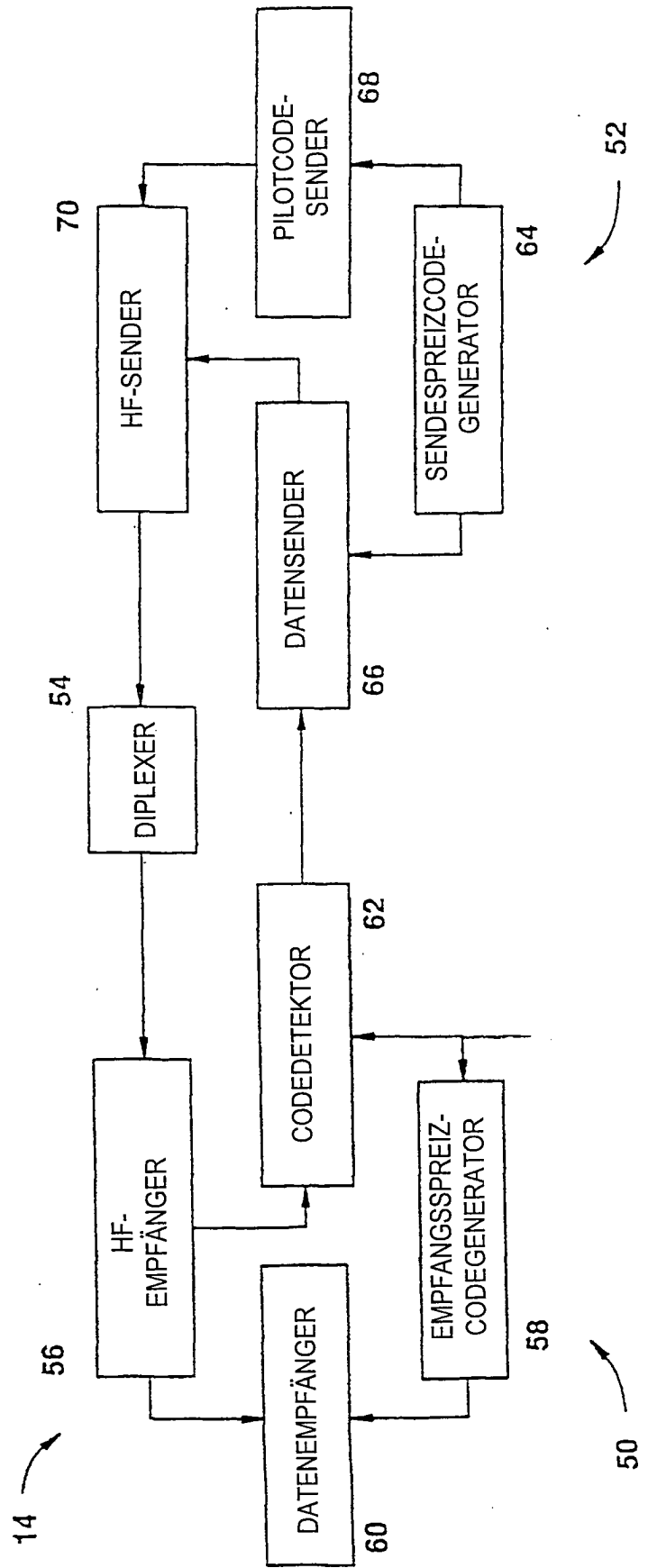


FIG.10

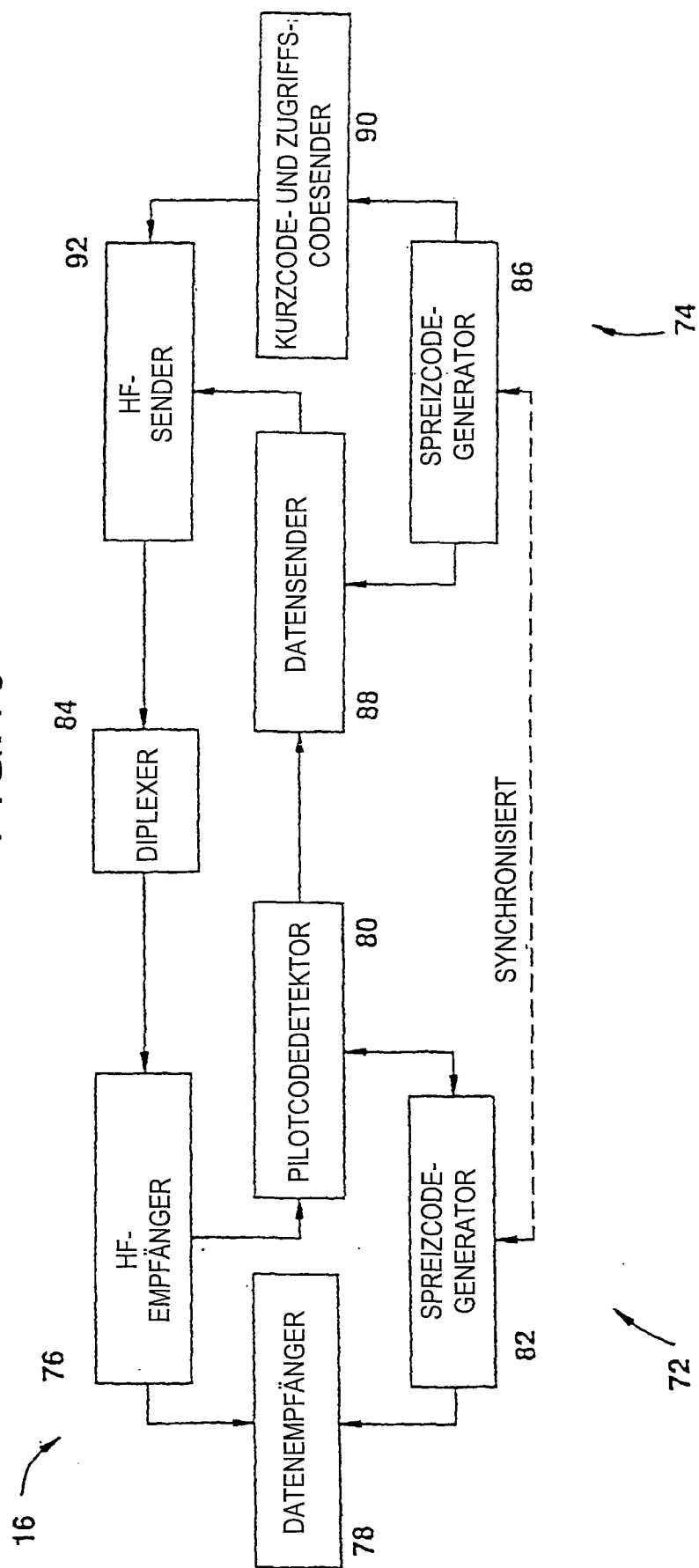


FIG.11A

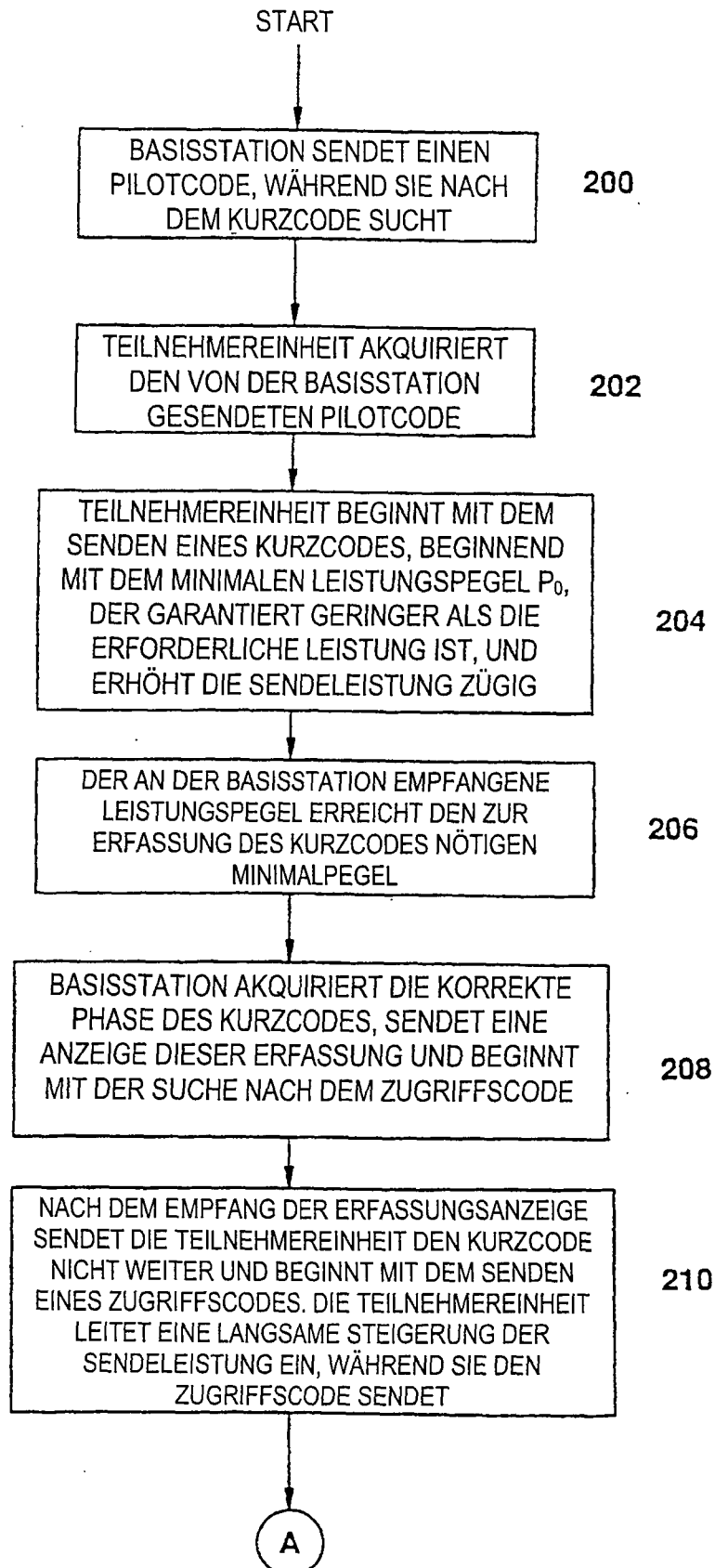


FIG.11B

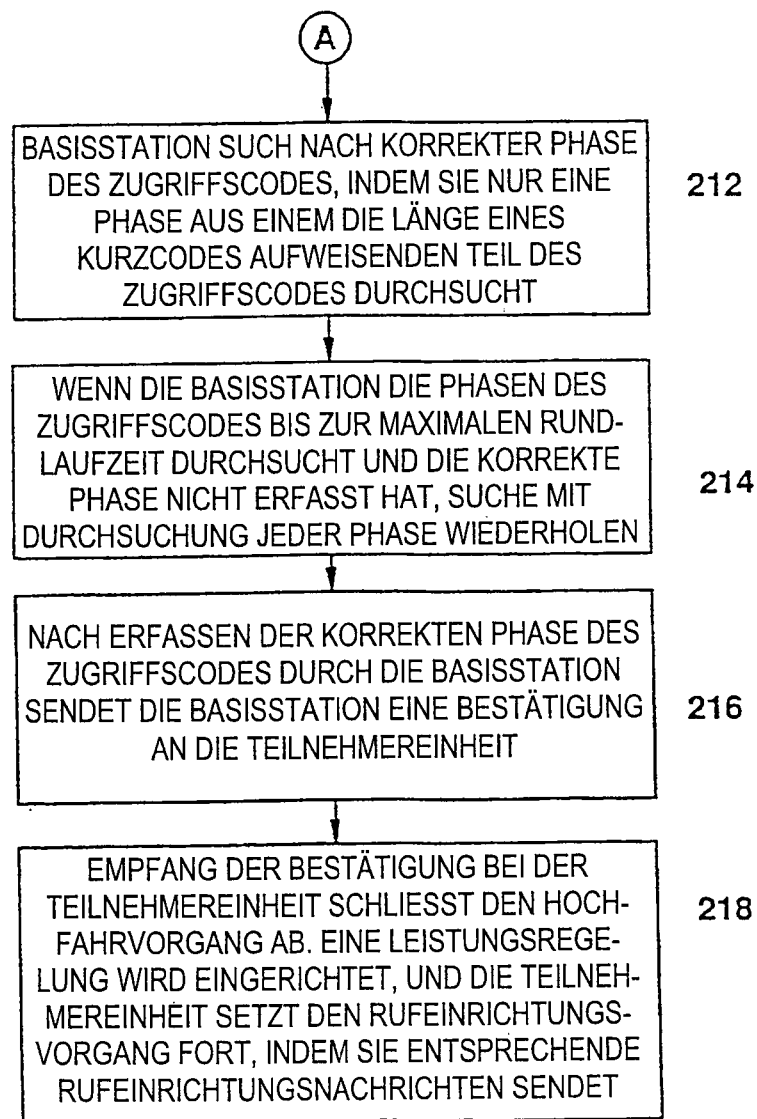


FIG.12

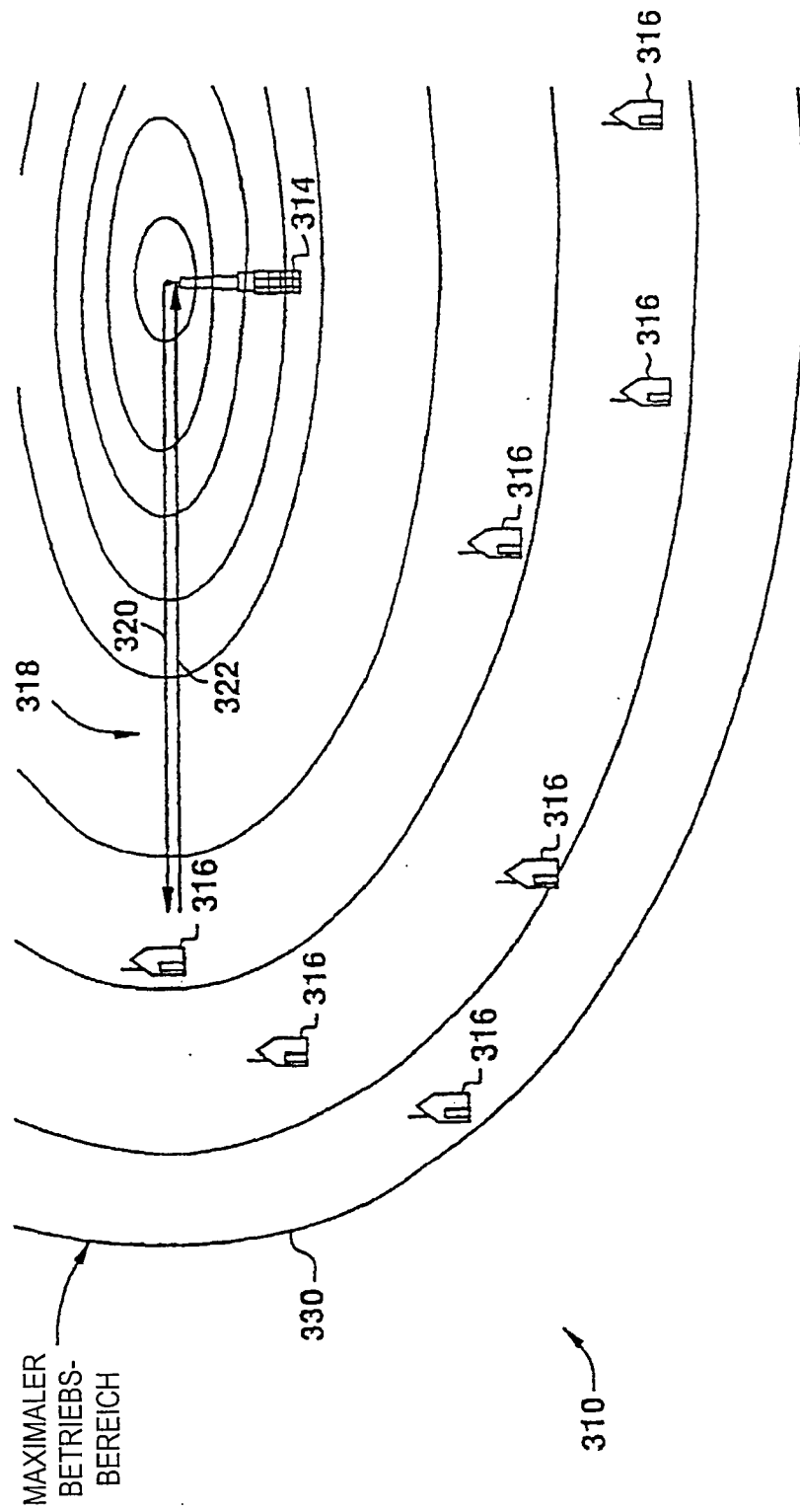


FIG.13

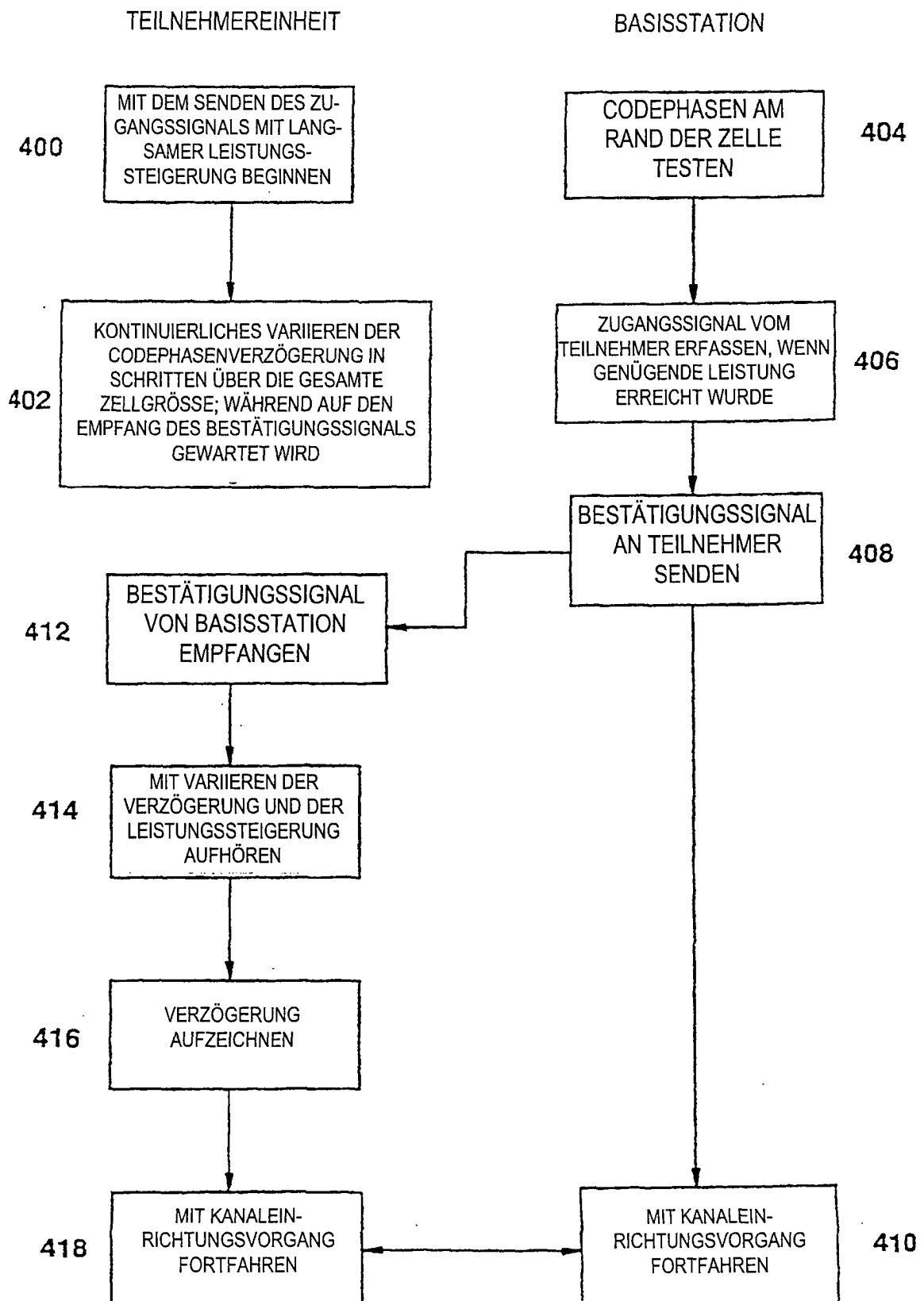


FIG.14

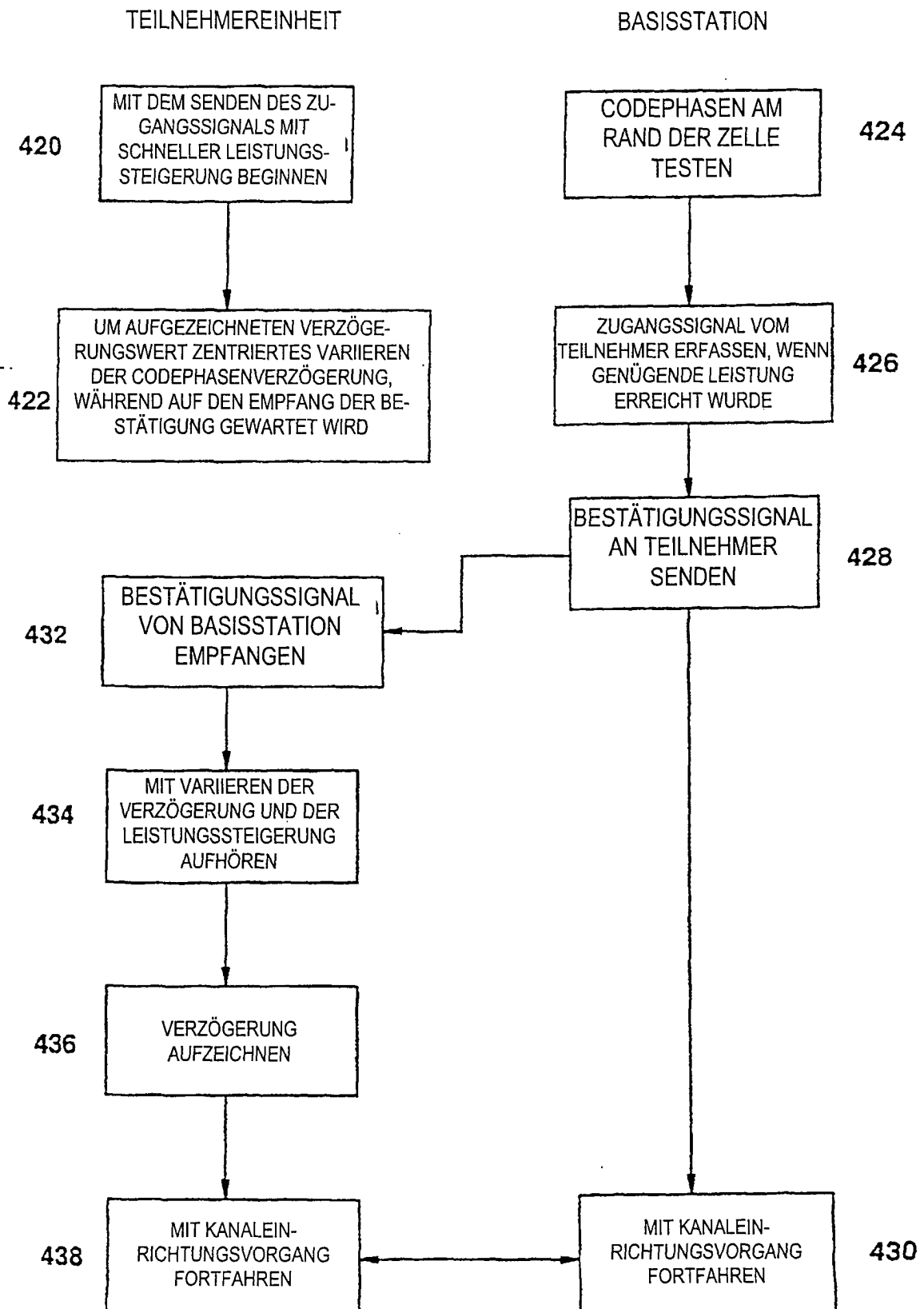


FIG.15A

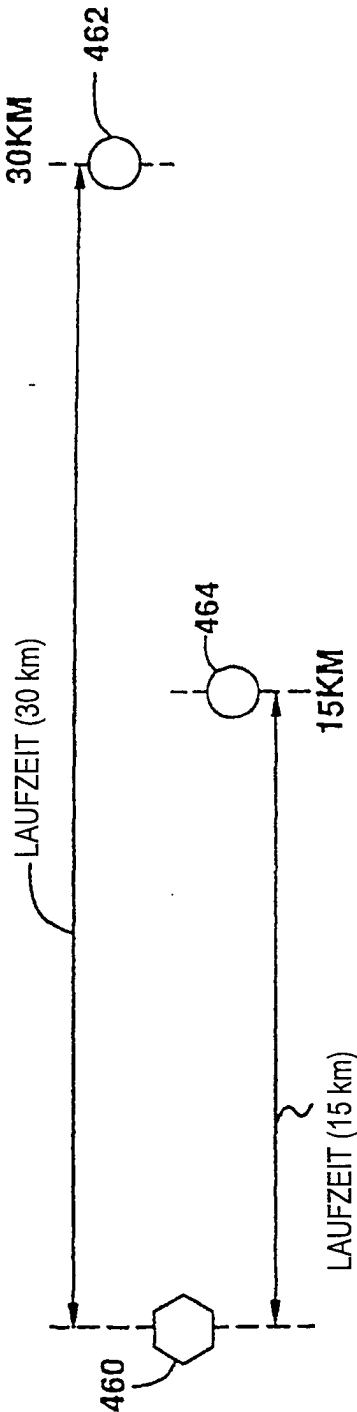


FIG.15B

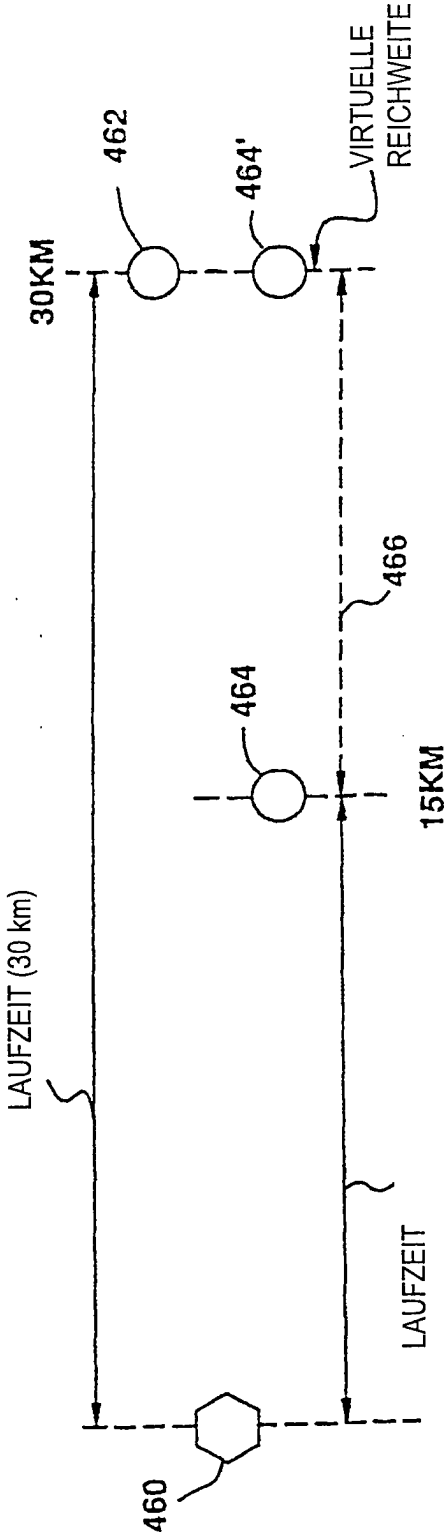


FIG.16

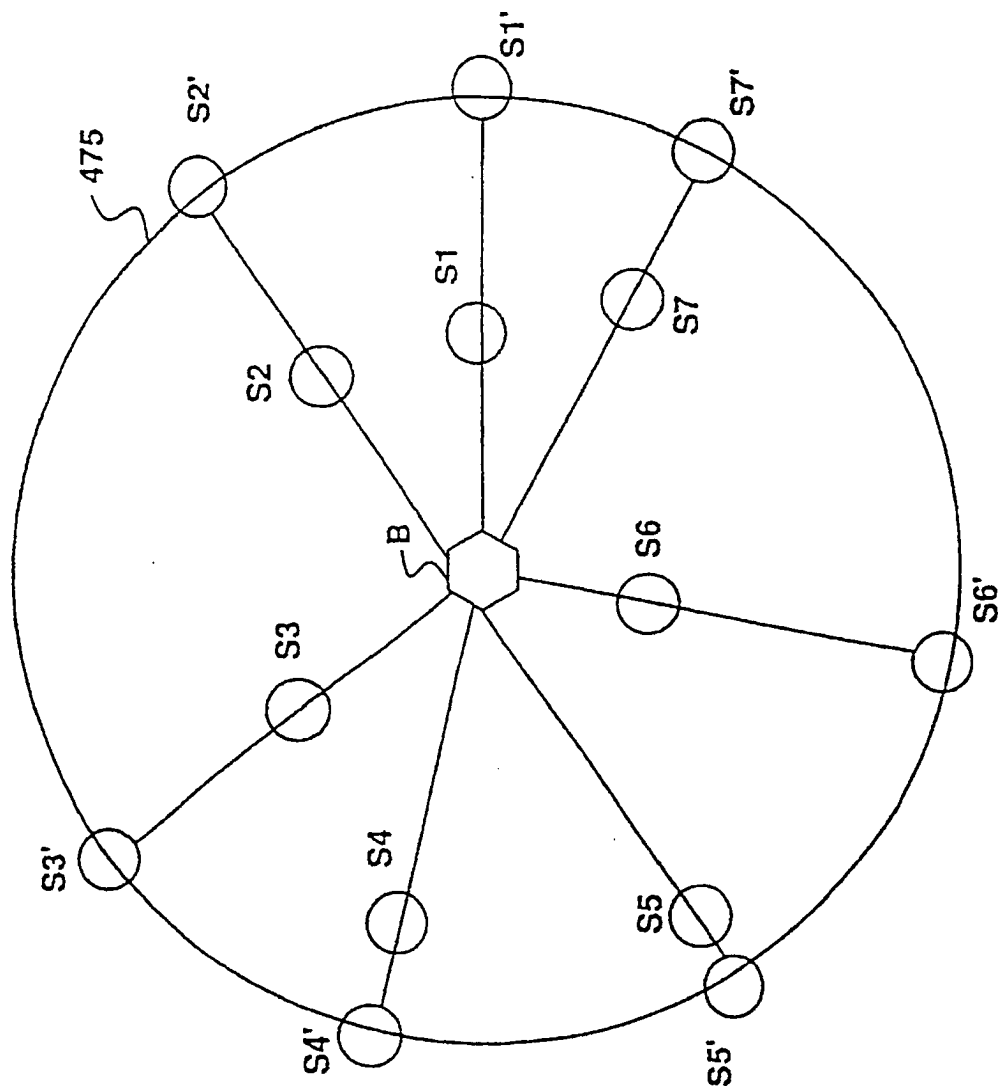


FIG.17

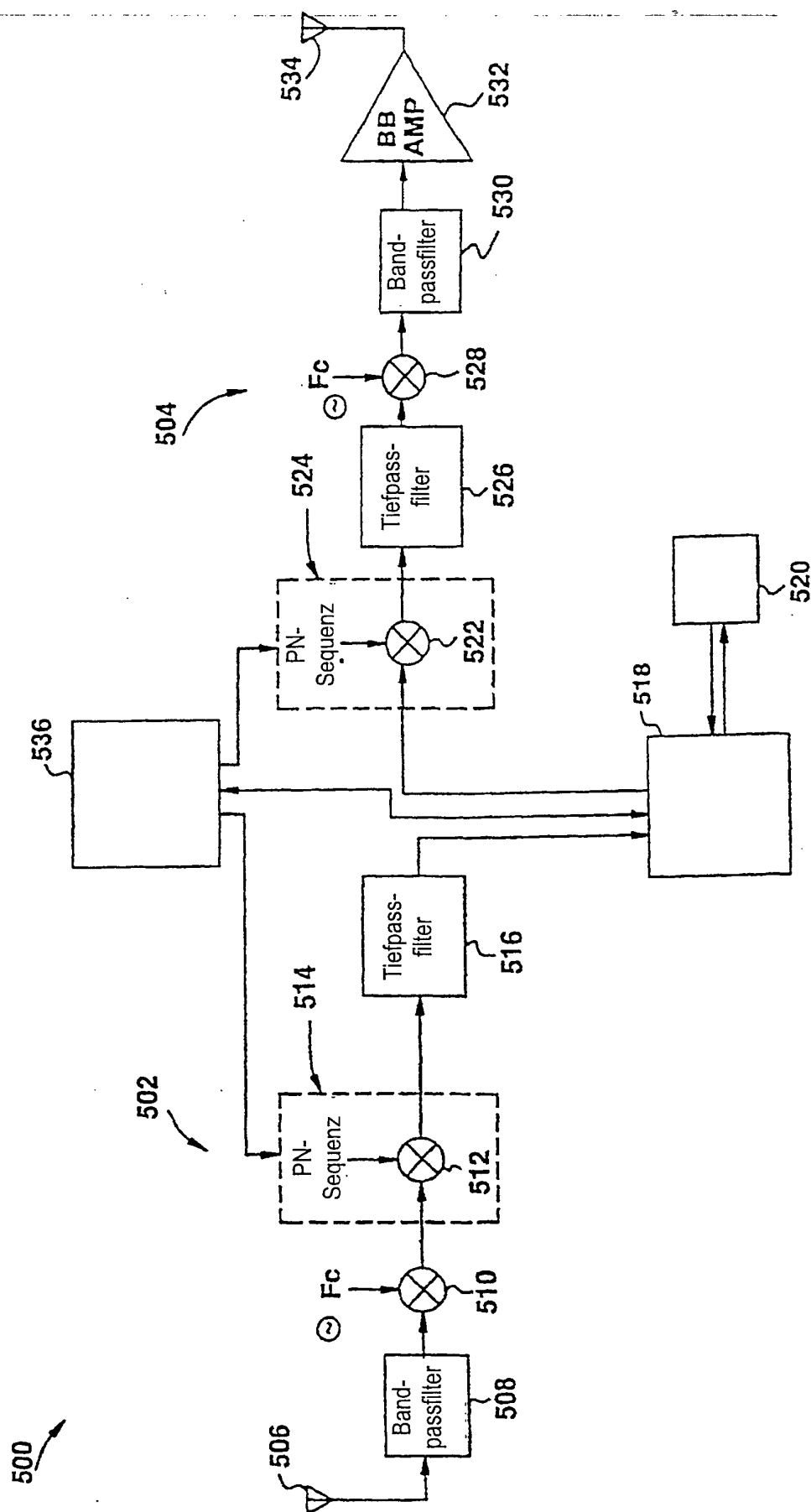


FIG.18

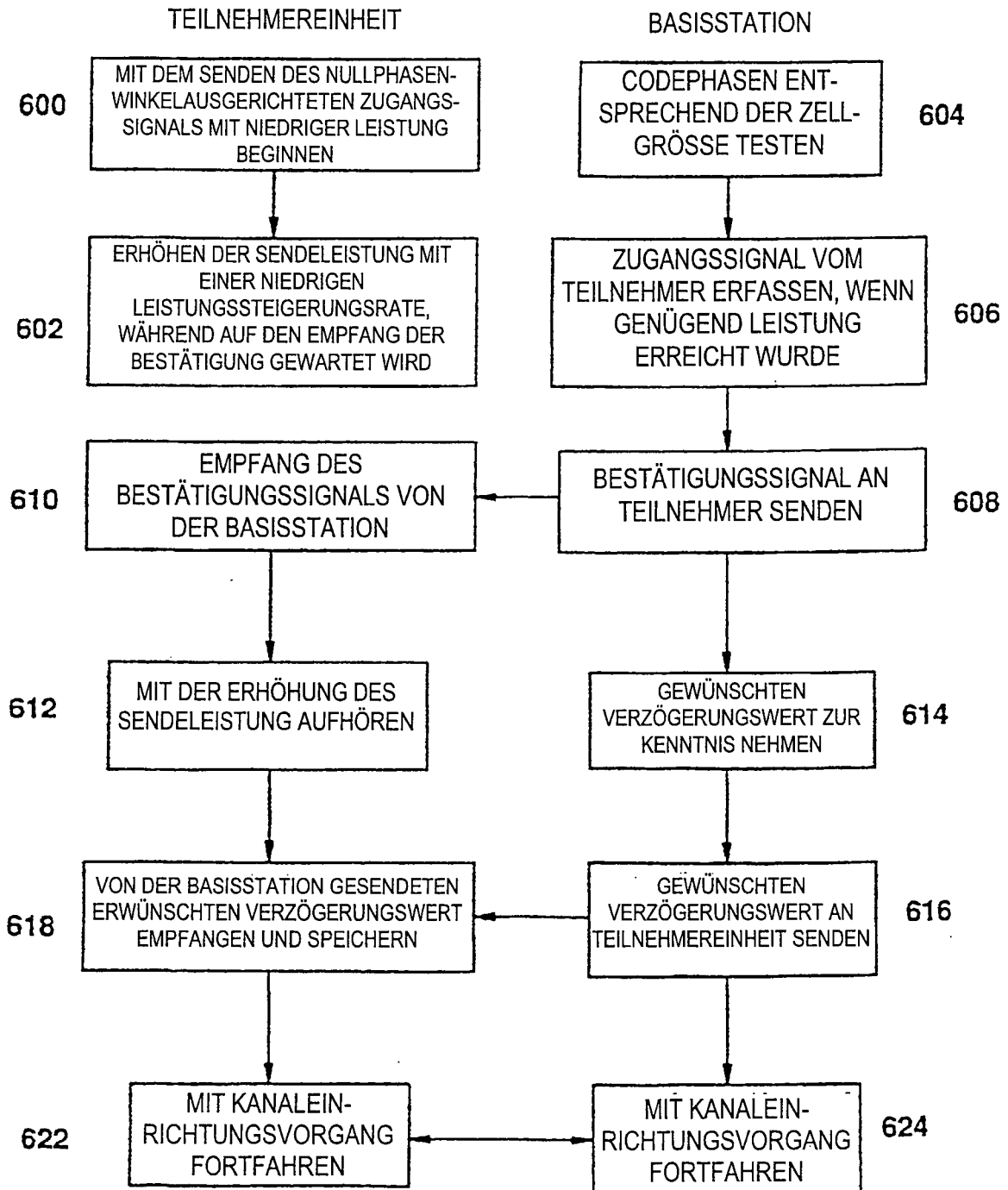


FIG.19

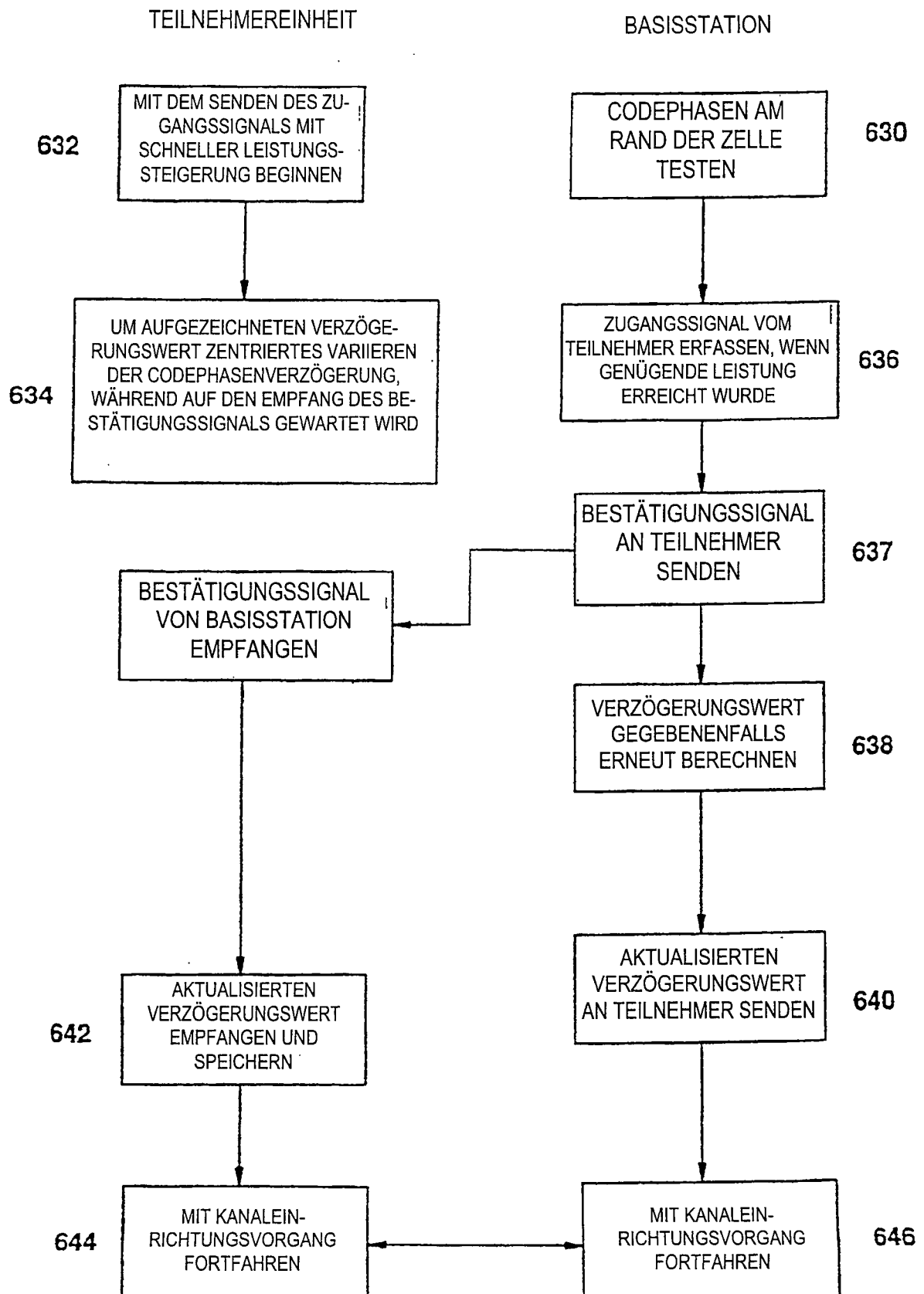


FIG.20

