



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 13 002 T2 2004.04.29

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 031 193 B1

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: H04B 7/26

(21) Deutsches Aktenzeichen: 698 13 002.2

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/IB98/01819

(96) Europäisches Aktenzeichen: 98 957 047.8

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 99/026360

(86) PCT-Anmeldetag: 13.11.1998

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 27.05.1999

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 30.08.2000

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 02.04.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 29.04.2004

(30) Unionspriorität:

970682 14.11.1997 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FI, FR, GB, IT, SE

(73) Patentinhaber:

Nortel Networks Ltd., St. Laurent, Quebec, CA

(72) Erfinder:

BASSIRAT, Farhad, Plano, US

(74) Vertreter:

G. Koch und Kollegen, 80339 München

(54) Bezeichnung: GEBRAUCH EINES RF-ZWISCHENVERSTÄRKERS IN CDMA-FUNKVERBINDUNGSSYSTEMEN  
ZUR UNTERDRÜCKUNG VON DURCH NICHTZUGEORDNETE FUNKSYSTEME VERURSACHTEN INTERFE-  
RENZEN

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 eingelebt, 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

### Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Funkfrequenz-Kommunikationssysteme und insbesondere auf die Verwendung von Funkfrequenz-Repeatern zur Bekämpfung von Störungen, die durch eine nicht an der gleichen Stelle angeordnete Funkstation in Codemultiplex-Vielfachzugriff- (CDMA-) Anwendungen in persönlichen, zellularen und anderen mobilen Kommunikationssystemen (PCS, zellular, mobil) hervorgerufen werden.

### Hintergrund

[0002] In der gesamten Welt wurden bestimmte Funkfrequenz-(RF-) Bänder für verschiedene Arten von Kommunikationen zugeteilt, unter Einschluß von persönlichen Kommunikationssystemen (PCS) zellularen und anderen Mobil-Anwendungen. In den Vereinigten Staaten von Amerika hat die Federal Communications Commission (FCC) Frequenzbänder im Bereich von 824–849 und 869–894 MHz und 1850–1910 und 1930–1990 MHz für derartige Anwendungen zugeteilt. Derzeit werden die 824–849 und 869–894 MHz-Bänder für zellulare Mobilkommunikationen verwendet, und die 1850–1910 und 1930–1990 MHz-Bänder werden für PCS-Anwendungen verwendet. Andere Länder haben ebenfalls bestimmte Frequenzen für Zellularanwendungen zugeteilt, unter Einschluß von Japan (870–885; 925–940 MHz), England (917–950; 872–905 MHz), Skandinavien (463–467,5; 453–457,5 MHz), Deutschland (461,3–465,74; 451,3–455,74 MHz) usw. Zusätzlich hat Europa ein zusätzliches getrenntes Band (890–915; 935–960 MHz) für digitale zellulare Anwendungen in dem globalen Mobilkommunikationssystem (GSM) zugeteilt (GSM ist eine Kombination von Frequenzvielfachzugriff (FDMA) und Zeitvielfachzugriff (TDMA)).

[0003] In dem Mobil-Zellulärband in den Vereinigten Staaten von Amerika ist das Frequenzband in zwei getrennte Bänder unterteilt: A- und B-Bänder, wobei jedes Band eine Bandbreite von 25 MHz einschließt. Das A-Band belegt 824–835 MHz und 845–846,5 MHz für Teilnehmerstations-Aussendungen und 869–880 MHz und 890–891,5 MHz für Basisstations-Aussendungen. Das B-Band belegt 835–845 MHz und 846,5–849 MHz für Teilnehmerstations-Aussendungen und 880–890 MHz und 891,5–894 MHz für Basisstations-Aussendungen. Zusätzlich sind die A- und B-Bänder geografisch von der FCC zugeteilt. Die A- und B-Bänder wurden von der FCC zugeteilt, um es einem Diensteanbieter zu ermöglichen, das A-Band zu belegen, während ein anderer Diensteanbieter das B-Band belegen kann, so daß eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Wettbewerb auf dem Markt für mobile Zellularkommunikations-Anbieter in einem vorgegebenen geografischen Bereich ermöglicht wird. Innerhalb jedes Diensteanbieter-Bandes und geografischen Bereiches kann der Diensteanbieter irgendeine Art von Technologie unter Einschluß von Frequenzvielfachzugriff (FDMA), Zeitvielfachzugriff (TDMA), Codemultiplex-Vielfachzugriff (CDMA) oder einer Kombination hiervon verwenden.

[0004] In dem PCS-Band in den Vereinigten Staaten von Amerika ist das Frequenzband in sechs getrennte Bänder unterteilt: A-, B-, C-, D-, E- und F-Bänder, mit Bandbreiten von insgesamt 30 MHz, 30 MHz, 30 MHz, 10 MHz, 10 MHz bzw. 10 MHz. Das A-Band belegt 1850–1865 MHz für Teilnehmerstations-Aussendungen und 1930–1945 MHz für Basisstations-Aussendungen. Das B-Band belegt 1870–1885 MHz für Teilnehmerstations-Aussendungen und 1950–1965 MHz für Basisstations-Aussendungen. Das C-Band belegt 1895–1910 MHz für Teilnehmerstations-Aussendungen und 1975–1990 MHz für Basisstations-Aussendungen. Das D-Band belegt 1865–1870 MHz für Teilnehmerstations-Aussendungen und 1945–1950 MHz für Basisstations-Aussendungen. Das E-Band belegt 1885–1890 MHz für Teilnehmerstations-Aussendungen und 1965–1970 MHz für Basisstations-Aussendungen. Das F-Band belegt 1890–1895 MHz für Teilnehmerstations-Aussendungen und 1970–1975 MHz für Basisstations-Aussendungen. Die A-, B- und C-Bänder (MTA) sind derzeit für die Verwendung in städtischen Bereichen vorgesehen, während die D-, E- und F-Bänder (BTA) für die Verwendung in weniger bevölkerten Gebieten vorgesehen sind. Zusätzlich ist jeder dieser Sätze von Bändern geografisch von der FCC zugeteilt. Die A-, B- und C-Bänder wurden von der FCC zugeteilt, um es einem Diensteanbieter zu ermöglichen, eines der Bänder zu verwenden, während andere Diensteanbieter die verbleibenden Bänder verwenden. Gleichermaßen gilt für die D-, E- und F-Bänder. Dies ermöglicht wiederum einen Wettbewerb auf dem Markt für PCS-Kommunikationsanbieter in einem vorgegebenen geografischen Bereich. Innerhalb jedes Diensteanbieter-Bandes und geografischen Bereiches kann der Diensteanbieter irgendeine Art von Technologie unter Einfluß von FDMA, TDMA, CDMA oder einer Kombination hiervon verwenden.

[0005] Die Frequenzvielfachzugriffs- (FDMA-) Technologie verwendet schmale und diskrete Kanäle innerhalb des Frequenzbandes. Unterschiedliche Signale sind unterschiedlichen Frequenzkanälen zugeordnet. Die Störung zu und von benachbarten Kanälen wird durch die Verwendung von Bandpaßfiltern begrenzt, die die Signalenergie in den schmalen Kanälen weiterleiten, während sie Signale unterdrücken, die andere Frequenzen haben. Das Zellsystem (AMPS) in den Vereinigten Staaten von Amerika unterteilt das zugeteilte Spektrum in Kanäle mit 30 kHz Bandbreite und verwendet eine Frequenzmodulation.

[0006] Die Zeitvielfachzugriffs- (TDMA-) Technologie verwendet ebenfalls schmale und diskrete Kanäle innerhalb des Frequenzbandes. Jeder Kanal ist jedoch weiter in Zeitschlüsse im Zeitbereich unterteilt. Dies führt zu mehreren Benutzern auf dem gleichen Frequenzkanal und vergrößert die Anzahl von Benutzern pro vorgegebenem Kanal.

[0007] Im Gegensatz zu FDMA oder TDMA bedingt der Codemultiplex-Vielfachzugriff (CDMA), daß mehrere Benutzer gleichzeitig einen Kanal mit einer relativ großen Bandbreite benutzen. CDMA-Normen (IS-95) legen derzeit einen CDMA-Kanal mit einer Bandbreite von 1,25 MHz fest. In CDMA nutzen eine große Anzahl von Signalen das gleiche Frequenzspektrum gemeinsam. Jedes Signal besteht aus einer anderen pseudo-zufälligen Binärsequenz, die ein Trägersignal (bei der Mittenfrequenz des Kanalspektrums) moduliert. Hierdurch wird das Spektrum der Schwingungsform über die gesamte Kanalbandbreite aufgespreizt. Die Verwendung der CDMA-Technologie ermöglicht eine größere Anzahl von Signalen als die, die bei FDMA oder TDMA in dem gleichen Umfang an Frequenzspektrum verwendet wird.

[0008] Typischerweise unterteilen Diensteanbieter in PCS-, Zellular- und anderen Mobil-Anwendungen den bestimmten geografischen Bereich, in dem sie arbeiten, in „Zellen“. Dieses Konzept ist in der Industrie gut bekannt. Jede Zelle enthält eine Basisstation (unter Einschluß eines Senders und eines Empfängers), und Dienste-Teilnehmer-Nutzer innerhalb der Begrenzungen der Zelle. Jeder Diensteanbieter ist frei, sein eigenes Überdeckungssystem unter Einschluß der Positionen und Größen seiner Zellen festzulegen, und dies erfolgt auf übliche Weise. Als Ergebnis kann sich eine Zelle eines ersten Diensteanbieters vollständig oder teilweise mit einer Zelle eines anderen Diensteanbieters überlappen. In FDMA und TDMA müssen benachbarte Zellen Kanäle mit unterschiedlichen Frequenzen verwenden, um Störungen zu vermeiden. In der CDMA-Technologie kann jede Zelle das gesamte Frequenzspektrum oder irgendeinen Teil des Frequenzspektrums verwenden, das dem Diensteanbieter zugeteilt wurde.

[0009] Alle zellularen Systeme wurden anfänglich mit der FDMA- oder TDMA-Technologie ausgelegt und eingesetzt. Weil kein zusätzliches Frequenzspektrum von der FCC zugeteilt wurde, müssen Diensteanbieter, die die CDMA-Technologie verwenden möchten, die gleichen Frequenzen verwenden, wie sie derzeit zugeteilt sind. Die Verwendung der CDMA-Technologie zusammen mit FDMA oder TDMA in heutigen Systemen oder die Verwendung von CDMA in vollständig mit CDMA betriebenen Systemen ruft einige Störprobleme hervor. Diese Störung wird durch außerhalb des Bandes liegende Emissionen oder Intermodulationsprodukte von Hochfrequenzsendern (sowohl von Teilnehmerstationen als auch von Basisstationen) eines Diensteanbieters hervorgerufen, die sich in oder in der Nähe des Zellenüberdeckungsbereiches eines anderen Diensteanbieters befinden.

[0010] Wie dies weiter oben beschrieben wurde, kann jeder Diensteanbieter an einer bestimmten geografischen Position entweder die FDMA-, TDMA- (unter Einschluß von GSM) oder CDMA-Technologie in seinem System verwenden, und er kann irgendeine Anzahl von Zellen und Positionen für seine Basisstation in seinem System verwenden. Diese Überlappung vergrößert die Möglichkeit von Störungen. Basisstationen und Teilnehmerstationen einer unterschiedlichen Technologie oder der gleichen Technologie, die in einem anderen Frequenzband arbeiten, erzeugen außerhalb des Bandes liegende Emissions- oder Intermodulationsprodukte. Diese außerhalb des Bandes liegenden Emissions- oder Intermodulationsprodukte können stark genug sein, um das Betriebsverhalten eines nahegelegenen Kanals zu beeinträchtigen, der zu einem anderen Diensteanbieter gehört. Dieses Problem ist um so stärker, wenn sich die beiden Frequenzbänder nahe beieinander befinden, wie z. B. benachbarte oder abwechselnde Bänder. Ein Beispiel kann eine GSM/TDMA-/CDMA-Band-A-Störung im CDMA-Band D (beispielsweise PCS) oder in dem CDMA-Band B (beispielsweise zellular) oder eine AMPS-TDMA-/CDMA-Zellularband-Störung in einem CDMA-Zellularband sein.

[0011] Ein Verfahren zur Verringerung der Störungen in der Zelle eines ersten Diensteanbieters, die durch Signale von Teilnehmerstationen und Basisstationen eines anderen Diensteanbieters in dem Zellenüberdeckungsbereich des ersten Diensteanbieters oder in der Nähe hiervon hervorgerufen werden, besteht darin, die zwei Basisstationen an der gleichen Stelle anzurichten. Eine Anordnung an der gleichen Stelle tritt ein, wenn jeder der Diensteanbieter seine Basisstation für einen bestimmten Überdeckungsbereich an der gleichen Stelle anordnet (d. h. daß sie ihre Antennen an der gleichen Stelle haben, wie z. B. auf dem Dach des gleichen Gebäudes oder Turmes). Eine derartige Anordnung an der gleichen Stelle verringert die Störungen zwischen auf nahe gelegenen Kanälen arbeitenden Basisstationen und kann sicherstellen, daß die Teilnehmerstationen ein starkes Signal im Vergleich zu der Störung empfangen. Die Störung wird wesentlich schwächer als das Nutzsignal sein, was zu einer vernachlässigbaren oder keiner Beeinträchtigung der Betriebsleistung des Kommunikationskanals führt.

[0012] Das oben erwähnte Verfahren hat jedoch mehrere Nachteile. Erstens kann nicht jeder Diensteanbieter bereit sein, eine Anordnung an der gleichen Stelle wie der andere Benutzer vorzusehen, insbesondere dann, wenn ein Diensteanbieter weniger Störungen erleidet, als der andere Diensteanbieter. Zweitens kann die Anordnung an der gleichen Stelle unmöglich sein. Der Platz an einer bestimmten Stelle kann begrenzt sein, oder der Eigentümer des Raumes kann es nicht wünschen, Raum an den anderen Diensteanbieter zu vermieten. Noch wichtiger ist, daß weil das derzeitige System für jeden Diensteanbieter bereits ausgelegt und eingesetzt

wurde, es ziemlich aufwendig für den einen oder den anderen Diensteanbieter sein kann, die Positionen und Größen seiner Zellen und des gesamten Systems neu auszulegen. Dies kann eine aufwendige Lösung sein, weil es Beschränkungen hinsichtlich der Frage festlegt, wo die Basisstationen installiert werden können.

[0013] Es wurden zellulare Kommunikationssysteme unter Verwendung von Funkfrequenz-Repeatern entwickelt, die versuchen, den Wirkungen von Störungen durch verschiedene Maßnahmen entgegenzuwirken oder die Störungen zu verringern, beispielsweise durch Befehle an eine Teilnehmerstation zur Vergrößerung der Sendeleistung dieser Teilnehmerstation in dem Bestreben, das Signal-/Störverhältnis des von der Teilnehmerstation empfangenen Signals zu verbessern, oder durch Installieren von Repeatern in dem Bemühen, ein stärkeres Signal zu erzielen, das von der Teilnehmerstation empfangen wird. Derartige Systeme sind beispielsweise in dem US-Patent 5 204 970 mit dem Titel „Communication System Capable of Adjusting Transmit Power of a Subscriber Unit“ von Stengel und in der internationalen Patentanmeldung WO 9711537A mit dem Titel „Cellular Communications System“ auf den Namen von Overbury beschrieben. Derartige Systeme dienen jedoch nicht zur Verringerung der Wirkungen von Störungen oder zum Entgegenwirken gegen Störungen, die von einer Teilnehmerstation ausgesandt werden, im Gegensatz zu Störungen, die auf eine Teilnehmerstation einwirken.

[0014] Entsprechend besteht ein Bedarf an einem System, das Störungen mit Teilnehmerstationen und einer Basisstation eines Diensteanbieters vermeidet, die durch außerhalb des Bandes liegende Emissionen und Intermodulationsprodukte von Teilnehmerstationen und einer Basisstation eines anderen Diensteanbieters hervorgerufen werden, der eine andere Technologie oder die gleiche Technologie hat und in einem unterschiedlichen Frequenzband arbeitet. Weiterhin besteht ein Bedarf an einem System, das keine Anordnung der Basisstationen der Diensteanbieter an der gleichen Stelle erfordert.

#### Zusammenfassung der Erfindung

[0015] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Kommunikationszelle geschaffen, die folgendes umfaßt: eine erste Basisstation, die ein Basisstationssignal zur Kommunikation mit einer oder mehreren Teilnehmerstationen in einem vorgegebenen geografischen Bereich aussendet, wobei die erste Basisstation mit der einen oder mehreren Teilnehmerstationen über einen Kommunikationskanal kommuniziert; und einen Funkfrequenz-Repeater, der mit der ersten Basisstation betreibbar ist und sich im wesentlichen in der Nähe einer Störquelle befindet, wobei der Repeater die Auswirkungen von von der Störquelle emittierten und von einer Teilnehmerstation empfangenen Störungen dadurch reduziert, daß er das ausgesandte Basisstationssignal empfängt und es erneut an die Teilnehmerstation aussendet, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Repeater im wesentlichen in der Nähe einer zweiten Basisstation befindet, die zu einem anderen Kommunikationssystem als die erste Basisstation gehört, daß die zweite Basisstation die Störquelle bildet, wobei der Repeater die Wirkungen von von der sich in der Nähe der zweiten Basisstation befindenden Teilnehmerstation ausgesandten und von der zweiten Basisstation empfangenen Störungen dadurch verringert, daß er es der sich in der Nähe der zweiten Basisstation befindenden Teilnehmerstation ermöglicht, mit einer geringeren Leistung zu senden.

[0016] In einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Verringerung der Wirkungen von Störungen auf Kommunikationen innerhalb einer Zelle, die durch eine Störquelle erzeugt werden, die sich innerhalb oder in der Nähe des Überdeckungsbereiches der Zelle befindet, geschaffen, das die folgenden Schritte umfaßt:

Aussenden eines Basisstationssignals von einer ersten Basisstation, die sich innerhalb der Zelle befindet; Empfangen des Basisstationssignals an einem Funkfrequenz-Repeater, der sich im wesentlichen in der Nähe der Störquelle befindet; und erneutes Aussenden des von einer Teilnehmerstation, die sich in der Nähe der Störquelle befindet, zu empfangenden Basisstationssignals von dem Funkfrequenz-Repeater, wobei das von dem Funkfrequenz-Repeater ausgesandte Basisstationssignal eine Signalfeldstärke an der Position der Teilnehmerstation in der Nähe der Störquelle aufweist, die ausreicht, um Kommunikationen zwischen der Teilnehmerstation und der ersten Basisstation über den Funkfrequenz-Repeater zu ermöglichen, dadurch gekennzeichnet, daß der Funkfrequenz-Repeater das Basisstationssignal von einer Position im wesentlichen in der Nähe einer zweiten Basisstation aus erneut aussendet, die zu einem anderen Kommunikationssystem als die erste Basisstation gehört, wobei die zweite Basisstation die Störquelle bildet, und daß der Repeater die Wirkungen von von der sich in der Nähe der zweiten Basisstation befindenden Teilnehmerstation ausgesandten und von der zweiten Basisstation empfangenen Störungen dadurch verringert, daß es der sich in der Nähe der zweiten Basisstation befindenden Teilnehmerstation ermöglicht wird, mit einer niedrigeren Leistung zu senden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Für ein vollständigeres Verständnis der vorliegenden Erfindung und deren Vorteile wird auf die folgen-

de Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, in denen:

- [0018] **Fig.** 1 eine Darstellung ist, die ein Beispiel der Zellenauslegung von zwei Kommunikations-Diensteanbietern in einem geografischen Bereich zeigt,
- [0019] **Fig.** 2 eine erste Zelle eines ersten Diensteanbieters zeigt, die sich mit einer zweiten Zelle eines zweiten Diensteanbieters überlappt,
- [0020] **Fig.** 3 die Verwendung eines Funkfrequenz-Repeaters gemäß der vorliegenden Erfindung erläutert,
- [0021] **Fig.** 4 eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,
- [0022] **Fig.** 5 ein Blockschaltbild einer Basisstation und eines Funkfrequenz-Repeaters innerhalb einer Zelle ist,
- [0023] **Fig.** 6 in grafischer Form die Dienstequalität einer Zelle mit und ohne die Verwendung eines Funkfrequenz-Repeaters zeigt, und
- [0024] **Fig.** 7 in grafischer Form das Verhältnis von einem Fehlschlag erleidenden Benutzern zur Kapazität einer Zelle mit und ohne die Verwendung eines Funkfrequenz-Repeaters zeigt.

#### Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0025] In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugsziffern gleiche oder ähnliche Teile in allen Zeichnungen.

[0026] In **Fig.** 1 ist ein geografischer Bereich **100** gezeigt, der eine Vielzahl von Zellen von zumindest zwei Diensteanbietern einschließt – Diensteanbieter A und Diensteanbieter B. Der Diensteanbieter A hat eine Vielzahl von Zellen installiert, die durch die Bezugsziffer **102** bezeichnet sind, und der Diensteanbieter B hat seine eigene Vielzahl von Zellen installiert, die durch die Bezugsziffer **104** bezeichnet sind. Wie dies zu erkennen ist, kann jeder Diensteanbieter frei sein eigenes System auslegen und installieren, unter Einschluß der Anzahl, Position und Größen der Zellen, die jeweils eine Basisstation einschließen. **Fig.** 1 wird lediglich zur Erläuterung einer der vielfältigen möglichen Konfigurationen verwendet, in denen die Zellen (und Basisstationen) **102** eines Diensteanbieters (A) sich mit den Zellen eines anderen Diensteanbieters (B) innerhalb eines vorgegebenen geografischen Bereiches **100** überlappen können.

[0027] Es wird nunmehr auf **Fig.** 2 Bezug genommen, in der eine erste Zelle **102** gezeigt ist, die eine Zellenbegrenzung **202** einschließt, die einen Überdeckungsbereich **204** eines ersten Diensteanbieters begrenzt. Die Zelle **102** schließt eine Basisstation **206** und zumindest eine Teilnehmerstation **208** ein, die in dem Überdeckungsbereich **204** arbeitet und mit der Basisstation **206** in Kommunikation steht. Eine Basisstation wird in manchen Fällen als eine "BTS" bezeichnet. Es ist verständlich, daß sich die Zellenbegrenzung **202** (die durch die durchgezogene Linie bezeichnet ist) verschieben oder ändern kann (sie ist nicht statisch), was zu einem Überdeckungsbereich **204** führt, der schrumpfen oder wachsen kann, und zwar in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen. Lediglich zu Erläuterungszwecken soll der Überdeckungsbereich **204** durch die Begrenzung **202** umgrenzt sein, wie dies durch die durchgezogene Linie gezeigt ist.

[0028] Weiterhin ist eine zweite Zelle **104** gezeigt, die eine Zellenbegrenzung **212** einschließt, die den Überdeckungsbereich **214** eines zweiten Diensteanbieters umgrenzt. Die Zelle **104** schließt eine Basisstation **216** und zumindest eine Teilnehmerstation **218** ein, die innerhalb des Überdeckungsbereiches **214** arbeitet und mit der Basisstation **216** in Kommunikation steht. Es ist verständlich, daß die Zellenbegrenzung **212** (die durch die durchgezogene Linie identifiziert ist) sich verschieben oder ändern kann (sie ist nicht statisch), was zu einem Überdeckungsbereich **214** führt, der schrumpfen oder wachsen kann, und zwar in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen. Ausschließlich zu Erläuterungszwecken soll jedoch der Überdeckungsbereich **214** durch die Zellenbegrenzung **212** begrenzt sein, wie dies durch die durchgezogene Linie gezeigt ist.

[0029] Ein Störproblem entsteht, wenn eine nicht an der gleichen Stelle angeordnete Basisstation (die üblicherweise einem anderen Diensteanbieter gehört oder von diesem betrieben wird) **216** in oder in der Nähe des Zellenüberdeckungsbereiches **204** der CDMA-Zelle **102** vorhanden ist und in der Nähe des Frequenzbandes der CDMA-Zelle **102** arbeitet. Störungen, die durch den Betrieb von derartigen nahegelegenen und überlappenden Zellen hervorgerufen werden, sind zweifach. Es gibt nicht nur eine Störung mit der Kommunikation innerhalb der CDMA-Zelle, sondern es ergibt sich auch eine Störung mit den Kommunikationen innerhalb der anderen nahegelegenen und überlappenden Zellen.

[0030] Zunächst ergibt sich eine Störung bei der Kommunikation zwischen der CDMA-Basisstation **206** und ihrer Teilnehmerstation **208**. Diese Störung wird hauptsächlich durch außerhalb des Bandes liegende Emissionen oder Intermodulationsprodukte der Basisstation **216** (einer Störquelle) in Verbindung mit ihrer engen Nähe zu der Teilnehmerstation **208** und durch die außerhalb des Bandes liegenden Emissionen oder Intermodulationsprodukte der Teilnehmerstation **218** (einer Störquelle) verbunden mit deren enger Nähe zu der CDMA-Basisstation **206** hervorgerufen. Die außerhalb des Bandes liegenden oder Intermodulationsprodukte der Basisstation **216** und der Teilnehmerstation **218** liegen tatsächlich innerhalb des Frequenzbandes der Kommunikation, das für die CDMA-Basisstation **206** und die Teilnehmerstation **208** verwendet wird.

[0031] Zweitens ergibt sich eine Störung bei den Kommunikationen zwischen der Basisstation **216** und deren

Teilnehmerstation **218**. Diese Störung wird hauptsächlich durch die außerhalb des Bandes liegenden Emissionen oder Intermodulationsprodukte der CDMA-Basisstation **206** (einer Störquelle) in Verbindung mit deren enger Nähe zu der Teilnehmerstation **218** und durch die außerhalb des Bandes liegenden Emissionen oder Intermodulationsprodukte der Teilnehmerstation **208** (einer Störquelle) in Verbindung mit deren enger Nähe zu der Basisstation **216** hervorgerufen. Die außerhalb des Bandes liegenden Emissionen oder Intermodulationsprodukte der CDMA-Basisstation **206** und der Teilnehmerstation **208** liegen tatsächlich innerhalb des Frequenzbandes der Kommunikation, das für die Basisstation **216** und die Teilnehmerstation **218** verwendet wird. [0032] Wie dies verständlich ist, wurde festgestellt, daß eine derartige Störung in dem Mobil-Zellular-Band, PCS-Band oder einem anderen Mobil-Band auftritt, wenn eine der Zellen die CDMA-Technologie verwendet und eine benachbarte und/oder überlappende Zelle die gleiche Technologie (CDMA) oder eine andere Technologie (FDMA, TDMA, GSM, AMPS, usw.) verwendet. Das Störproblem ist schwerwiegender, wenn die von der ersten Zelle und der zweiten Zelle verwendeten Frequenzbänder näher aneinander liegen. Zusätzlich können weitere Basisstationen und Teilnehmerstation anderer Zellen als eine Störquelle wirken.

[0033] Es ist verständlich, daß ein Fachmann die Normen und die Betriebsweise der CDMA-Technologie versteht und mit dieser vertraut ist, wie sie in den Normen IS-95 (für Zellularfunk) und ANSI J-STD-008 (für PCS) beschrieben sind. Es ist gut bekannt, daß ein CDMA-Kanal einen Vorwärtskanal und einen Rückwärtskanal einschließt.

[0034] Die folgenden Beispiele erläutern unter fortgesetzter Bezugnahme auf **Fig. 2** die Beeinträchtigung oder die Störung im Betriebsverhalten der CDMA-Kommunikationen in einer ersten Zelle, die durch eine zweite Zelle (eines anderen Diensteanbieters) hervorgerufen werden, die mit der gleichen oder einer anderen Technologie mit einer Frequenz (oder Frequenzen) in der Nähe der Betriebsfrequenz der CDMA-Zelle arbeiten, wobei sich die zweite Zelle benachbart zu der CDMA-Zelle befindet und/oder diese überlappt (d. h. die Position der Basisstation der zweiten Zelle ist benachbart zu oder innerhalb der Zellenbegrenzung der ersten Zelle). Das nachfolgende Beispiel 1 erläutert die Störungen beim Empfang eines Nutzsignals, das von der Basisstation **206** ausgesandt wird, an der Teilnehmerstation **208**.

[0035] In einem ersten Beispiel sei angenommen, daß die äquivalente Strahlungsleistung (ERP) die von der Basisstation **216** abgegeben wird, die sich in der Nähe oder innerhalb der Zelle **102** befindet, gleich 60 dBm ist (44 dBm Basisstations-Ausgangsleistung bei 25 Watt plus 16 dB an Antennengewinn), und daß sich die Teilnehmerstation **208** an einer vorgegebenen Position derart befindet, daß sich ein Pfadverlust von 50 dB zwischen der Basisstation **216** und der Teilnehmerstation **208** ergibt. Es sei angenommen, daß die Ausgangsleistung der Basisstation **206** gleich 44 dBm (25 Watt) ist und daß der Antennengewinn 16 dB ist. In der CDMA-Technologie ist nicht die gesamte Leistung von der Basisstation für eine einzelne Teilnehmerstation verfügbar, wobei die maximale Größe der pro Teilnehmerstation verfügbaren Leistung bei ungefähr 35 dBm (3 Watt) liegt. Daher ist die äquivalente Ausgangsstrahlungsleistung von der Basisstation **206** an die Teilnehmerstation **208** ungefähr 51 dBm (35 dBm plus 16 dB). Weiterhin sei angenommen, daß die vorgegebene Position der Teilnehmerstation **208** einen Pfadverlust von 150 dB zwischen der Teilnehmerstation **208** und deren Basisstation **206** ergibt. Weiterhin sei angenommen, daß die Basisstation **216** Störungen in dem Betriebsfrequenzband der Zelle **102** (d. h. der Basisstation **206** und der Teilnehmerstation **208**) bei 60 dB unterhalb der ERP von 60 dBm der Basisstation **216** abgibt. Somit gibt die Basisstation **216** eine Störleistung von 0 dBm bei der Betriebsfrequenz der Zelle **102** ab. Die Teilnehmerstation **208** empfängt entsprechend –50 dBm an Störung von der Basisstation **216** (0 dBm –50 dB).

[0036] Es ist verständlich, daß die CDMA-Technologie allgemein einen Empfangssignalpegel von ungefähr –120 dBm oder mehr erfordert, um das empfangene Signal von thermischem Rauschen zu unterscheiden (unter der Annahme keiner weiteren wesentlichen Störungen). Dies ergibt sich aufgrund des bekannten Grundrauschens von ungefähr –113 dBm für die 1,25 Mhz-Betriebsbandbreite eines CDMA-Kanals. Wenn die Anzahl von Benutzern in einer CDMA-Zelle ansteigt, steigt auch das Grundrauschen exponentiell an, was es erforderlich macht, daß die Stärke der empfangenen Signale vergrößert wird, um sie von dem Rauschen zu unterscheiden. Sie stellt eine Einschränkung der CDMA-Technologie dar. Entsprechend gibt es eine Faustregel, daß es zur Aufrechterhaltung einer Verbindungsstrecke zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmerstation unter Verwendung der CDMA-Technologie in einer Schwund aufweisenden Umgebung erforderlich ist, daß die Signalstärke (Leistung) des Nutzsignals, das von der Basisstation (oder der Teilnehmerstation) empfangen wird, ungefähr gleich oder größer als die Stärke (Leistung) der empfangenen Störung (die Störung plus den Signalen von anderen Benutzern, die den CDMA-Kanal verwenden) bei der Betriebsfrequenz ist. In dem Beispiel muß zur Aufrechterhaltung einer Verbindungsstrecke zwischen der Basisstation **206** und der Teilnehmerstation **208** das Nutzsignal eine Signalstärke von zumindest ungefähr –100 dBm (in einer relativ störungsfreien Zelle) haben.

[0037] Wenn die Basisstation **216** 0 dBm an Störung abgibt und die Teilnehmerstation **208** sich an einer Stelle mit einem Pfadverlust von 50 dB von der Basisstation **216** befindet, so empfängt die Teilnehmerstation **208** ungefähr –50 dBm an Störung in ihrer Betriebsbandbreite. Es ist verständlich, daß das interessierende Nutzsignal (von der Basisstation **206**), das von der Teilnehmerstation **208** empfangen wird, eine Stärke von lediglich

–100 dBm hat (+51 dBm ERP –150 dB Pfadverlust). Der Empfang eines Nutzsignals mit –99 dBm an der Teilnehmerstation **208** zusätzlich zum Empfang von –50 dBm an Störungen ist unzureichend, um eine Kommunikation zwischen der Teilnehmerstation **208** und ihrer Basisstation **206** zu ermöglichen. Entsprechend ergibt die Basisstation **216** innerhalb des Überdeckungsbereiches **204** der Zelle **102** oder außerhalb des Überdeckungsbereiches **104**, jedoch in der Nähe der Zellenbegrenzung **202**, eine Störung der Kommunikation zwischen der Teilnehmerstation **208** und der Basisstation **206** in der CDMA-Zelle **102**. Um in diesem Fall eine Kommunikation zu erzielen, müßte die Sendeleistung der Basisstation **206** an die Teilnehmerstation **208** um 49 dB für eine Gesamt-Sendeleistung von 99 dBm (ERP) vergrößert werden. Eine derartige Vergrößerung der Sendeleistung ist mit größter Wahrscheinlichkeit technisch nicht möglich und/oder nicht wünschenswert.

[0038] Zusätzlich zu der Störung innerhalb der Zelle **102**, die durch die nicht an der gleichen Stelle angeordnete Basisstation **216** innerhalb der Zelle **104** hervorgerufen wird, kann auch eine Teilnehmerstation **218**, die der Basisstation **216** zugeordnet ist, eine Störung in der Zelle **102** hervorrufen, wenn sich die Teilnehmerstation **218** in der Nähe der Basisstation **206** der Zelle **102** befindet. Das nachfolgende Beispiel **2** erläutert die Störung des Empfanges eines von der Teilnehmerstation **208** ausgesandten Nutzsignals an der Basisstation **206**.

[0039] In einem zweiten Beispiel sei angenommen, daß die äquivalente Strahlungsleistung (ERP), die von der Basisstation **206** abgegeben wird, 60 dBm ist (44 dBm Basisstations-Ausgangsleistung plus 16 dB Antennengewinn), und daß sich die Teilnehmerstation **218** (des anderen Diensteanbieters) sich an einer vorgegebenen Position derart befindet, daß sich ein Pfadverlust von 50 dB zwischen der Basisstation **206** und der Teilnehmerstation **218** ergibt. Zusätzlich befindet sich die Teilnehmerstation **208** an einer vorgegebenen Position mit einem Pfadverlust von 103 dB zwischen der Teilnehmerstation **208** und ihrer Basisstation **206**.

[0040] Heutige Teilnehmerstationen (für Zellulärarwendungen) senden bei einer typischen maximalen Ausgangsleistung von +23 dBm bei der Betriebsfrequenz (oder Bandbreite). Weil weiterhin Teilnehmerstationen so ausgelegt sind, daß sie über den gesamten Frequenzbereich der Zellulärarwendungen (oder PCS-Frequenzblöcke) arbeiten, geben sie im allgemeinen ungefähr –20 dBm an Rauschen/Störungen bei allen anderen Frequenzen in dem 1,25 MHz-Band beim Betrieb mit maximaler Leistung ab. Entsprechend empfängt während des Betriebs der Teilnehmer **218** (unter der Annahme des Betriebs bei maximaler Leistung) die Basisstation **206** Störungen von der Teilnehmerstation **218** von ungefähr –70 dBm (–20 dBm Störung abzüglich 50 dB Pfadverlust) bei der Betriebsfrequenz (oder Betriebsbandbreite) der Basisstation **206**.

[0041] Bei einem normalen, relativ störungsfreien Betrieb (ohne daß die Teilnehmerstation **218** in der Nähe der Basisstation **206** vorhanden ist) würde die Teilnehmerstation **208** mit einem Leistungspegel von ungefähr +14 dBm senden, um sicherzustellen, daß die Basisstation **206** ein Nutzsignal mit einer Signalstärke von –100 dBm empfängt (+14 dBm Ausgangsleistung plus 16 dB Antennengewinn abzüglich 130 dB Pfadverlust). Weil die Basisstation **206** jedoch Störungen von ungefähr –70 dBm von der Teilnehmerstation **218** empfängt, kann keine Kommunikation zwischen der Basisstation **206** und der Teilnehmer **208** aufrechterhalten oder aufgebaut werden. Entsprechend ruft die Teilnehmerstation **218**, die sich in dem Überdeckungsbereich **204** der Zelle **102** und in der Nähe der Basisstation **206** befindet, eine Störung der Kommunikation zwischen der Teilnehmerstation **208** und der Basisstation **206** in der CDMA-Zelle **102** hervor. Um eine Kommunikation in diesem Fall zu erzielen, würde die Basisstation **206** normalerweise die Teilnehmerstation **208** anweisen, ihre Ausgangsleistung auf einen Pegel (+44 dBm) zu erhöhen, der die Störung überwindet. Dies ist mit größter Wahrscheinlichkeit jedoch nicht möglich, weil eine Teilnehmerstation allgemein auf eine Ausgangsleistung von ungefähr +23 dBm beschränkt ist.

[0042] Bei einer ähnlichen Analyse ergibt sich auch eine Störung der Kommunikation innerhalb der Zelle **104**, die durch sowohl die nicht an der gleichen Stelle angeordnete Basisstation **206** (Störung mit der Teilnehmerstation **218**) und durch die Teilnehmerstation **208** (Störung mit der Basisstation **216**) hervorgerufen wird, die der Basisstation **206** zugeordnet ist, wenn sich die Teilnehmerstation **208** in der Nähe der Basisstation **216** der Zelle **104** befindet.

[0043] Ein Problem mit Störungen ergibt sich auch dann, wenn eine Basisstation einer ersten CDMA-Makrozelle an der gleichen Stelle wie eine andere Basisstation einer zweiten Makrozelle (eines anderen Diensteanbieters) angeordnet ist und eine dritte Basisstation einer Mikrozelle, die sich innerhalb des ersten CDMA-Makrozellen-Überdeckungsbereiches befindet (nicht gezeigt). Typischerweise werden derartige Mikrozellen dazu verwendet, ein Gebiet mit hohem Verkehrsaufkommen durch den im Wettbewerb stehenden Diensteanbieter abzudecken. In diesem Fall besteht eine Möglichkeit, daß die Mikrozellen-Basisstationen Störungen mit Teilnehmerstationen hervorrufen, die der ersten CDMA-Makrozelle zugeordnet sind und nahe an dieser liegen. Dies hängt von dem Schutzband zwischen der Frequenz der gestörten CDMA-Makrozelle und der störenden Mikrozelle, dem Pfadverlust (oder der Entfernung) zwischen der CDMA-Makrozellen-Basisstation und der Mikrozellen-Basisstation und dem Pfadverlust (oder der Entfernung) zwischen der gestörten Teilnehmerstation und der Mikrozellen-Basisstation ab. Die Störung von der Mikrozellen-Basisstation zwingt typischerweise die CDMA-Makrozelle, ihren Teilnehmerstationen mehr Verkehrsleistung zuzuteilen, wodurch die CDMA-Vorwärts-Verbindungsstrecken-Kapazität und der Überdeckungsbereich der CDMA-Makrozelle verringert wird.

[0044] Es wird nunmehr auf **Fig. 3** Bezug genommen, in der zwei Kommunikationszellen **102**, **104** wie in

**Fig. 1** gezeigt sind, wobei zusätzlich ein Funkfrequenz-Repeater **300** gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist. Der Funkfrequenz-Repeater **300** befindet sich an oder in der Nähe der Basisstation **216** der Zelle **104**. Der Funkfrequenz-Repeater **300** befindet sich an der gleichen Stelle wie die Basisstation **216** oder er ist sehr nahe an der Basisstation **216** angeordnet. Der Einsatz des Funkfrequenz-Repeaters **300** an oder in der Nähe der Basisstation **216** verringert die Wirkungen von Rauschen/Störungen, die durch die nicht an der gleichen Stelle angeordnete Basisstation **216** (d. h., die nicht an der gleichen Stelle wie die Basisstation **206** angeordnet ist) an Teilnehmerstationen hervorruft, die der Zelle **102** zugeordnet sind und die von Positionen aus arbeiten, die in der Nähe der Basisstation **216** liegen.

[0045] In allgemeiner Hinsicht wirkt ein Funkfrequenz-Repeater als ein Zwischenglied zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmerstation. Für die Vorwärts-Verbindungsstrecke empfängt der Funkfrequenz-Repeater das ausgesandte Basisstationssignal über eine drahtlose oder drahtgebundene (wie z. B. eine Koaxial- oder Lichtleitfaser-Kabel-) Schnittstelle und sendet das Basisstationssignal erneut über eine Antenne des Funkfrequenz-Repeaters aus. Für die Rückwärts-Verbindungsstrecke empfängt der Funkfrequenz-Repeater das Signal der Teilnehmerstation und sendet das Signal der Teilnehmerstation an die Basisstation erneut aus.

[0046] Der Funkfrequenz-Repeater **300** erzeugt eine Repeater-Zelle **301** mit einer Repeater-Begrenzung **302**, die einen Repeater-Überdeckungsbereich **304** definiert. Es ist verständlich, daß die Repeater-Begrenzung **302** (die durch die durchgezogene Linie identifiziert ist) sich verschieben oder ändern kann (sie ist nicht statisch), was dazu führen kann, daß ein Repeater-Überdeckungsbereich **304** schrumpfen oder wachsen kann, und zwar in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen. Lediglich zu Erläuterungszwecken soll der Repeater-Überdeckungsbereich **304** durch die Repeater-Begrenzung **302** definiert sein, wie dies durch die durchgezogene Linie gezeigt ist. Der Funkfrequenz-Repeater **300** ist ein Zweiweg-Verstärker, und seine Konstruktion ist in der Industrie gut bekannt. Derartige Funkfrequenz-Repeaters können von Herstellern, wie z. B. Andrews, Ortel, Allgon, Repeater Technologies, Allen Telecom und möglicherweise anderen beschafft werden.

[0047] Die folgende Beschreibung erläutert, wie die Verwendung des Funkfrequenz-Repeaters **300** die Wirkungen von Störungen in einer CDMA-Zelle bekämpft oder verringert, die durch eine nicht an der gleichen Stelle angeordnete Basisstation hergerufen werden, die sich in dem Überdeckungsbereich oder in der Nähe der Zellenbegrenzung einer CDMA-Zelle befindet. Unter Verwendung des weiter oben erläuterten ersten Beispiels und der den Basisstationen und Teilnehmerstationen dort zugeordneten Rauschzahlen wird gezeigt, daß der Funkfrequenz-Repeater **300** die Auswirkungen der Störungen bekämpft oder verringert. Es sei angenommen, daß die Ausgangsleistung des Funkfrequenz-Repeaters **300** gleich 44 dB (25 Watt) ist, und daß der Antennengewinn 16 dB beträgt. Es ist nicht die gesamte Leistung für eine einzelne Teilnehmerstation verfügbar, wobei die maximale Größe der pro Teilnehmerstation verfügbaren Leistung bei ungefähr 35 dBm (3 Watt) liegt. Daher beträgt der ERP-Ausgang von dem Funkfrequenz-Repeater **300** zu der Teilnehmerstation ungefähr 51 dBm (35 dBm plus 16 dB). Weil sich der Funkfrequenz-Repeater **300** an oder in der Nähe der störenden Basisstation **216** befindet, beträgt der Pfadverlust zwischen der Teilnehmerstation **208** und der Basisstation **216** ungefähr 50 dB. Daher beträgt die Stärke des Nutzsignals, das an der Teilnehmerstation **208** von dem Funkfrequenz-Repeater **300** empfangen wird, ungefähr +1 dBm (51 dBm Ausgangsleistung abzüglich 50 dB Pfadverlust). Es sei bemerkt, daß die Teilnehmerstation **208** immer noch Störungen von der Basisstation **216** mit ungefähr -50 dBm (0 dBm Störausgangsleistung abzüglich 50 dB Pfadverlust) empfängt, wie in Beispiel 1. Das Nutzsignal von +1 dBm ist jedoch wesentlich größer als die Störung mit -50 dBm, so daß sich eine geeignete Kommunikation zwischen der Teilnehmerstation **208** und der Basisstation ergibt – nur jetzt über den Funkfrequenz-Repeater **300**. Entsprechend bekämpft oder verringert der Funkfrequenz-Repeater **300** die Auswirkungen der Störungen, die an der Teilnehmerstation **208** empfangen wird, die an einer vorgegebenen Stelle in der Nähe der Basisstation **216** (einer Störquelle) arbeitet. Der Funkfrequenz-Repeater **300** ergibt eine gute Verbindungsstrecke zwischen der Teilnehmerstation **208** und der Basisstation **206** der CDMA-Zelle **102**.

[0048] Zusätzlich zu der Verringerung oder Verkleinerung der Wirkungen der Störung auf Kommunikationen innerhalb der CDMA-Zelle **102** verringert der Funkfrequenz-Repeater **300** auch Störungen mit der Basisstation **216** innerhalb der Zelle **104** (einer CDMA-, FDMA-, TDMA-, AMPS-, GMS- usw.-Technologiezelle). Eine derartige Störung (wie sie in ähnlicher Weise vorstehend hinsichtlich der Teilnehmerstation **218** und der Basisstation **206** beschrieben wurde) wird dadurch hervorgerufen, daß die Teilnehmerstation **208** in der Nähe der Basisstation **216** arbeitet. Die Verwendung des Funkfrequenz-Repeaters **300** verringert die Sendeleistung der Teilnehmerstation **208** (und anderer möglicher Teilnehmerstationen in der Nähe), wodurch die Leistung der Störung verringert wird, die von der Teilnehmerstation **208** erzeugt und von der Basisstation **216** empfangen wird.

[0049] Es wird nunmehr auf **Fig. 4** Bezug genommen, in der eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert ist. Die zwei Kommunikationszellen **102**, **104** gemäß **Fig. 3** schließen weiterhin einen Funkfrequenz-Repeater **400** gemäß der vorliegenden Erfindung ein. Der Funkfrequenz-Repeater **400** befindet sich an oder in der Nähe der Basisstation **206** der Zelle **102**. Der Funkfrequenz-Repeater **400** ist an der gleichen Stelle wie die Basisstation **206** angeordnet oder er befindet sich sehr nahe an der Basisstation **206**. Der Einsatz des Funkfrequenz-Repeaters **400** an oder in der Nähe der Basisstation **206** verringert die Wirkungen

des Rauschens/der Störungen (die von der Basisstation **206** empfangen werden), die von der Teilnehmerstation **218** hervorgerufen werden, die der Zelle **104** zugeordnet sind und die an einer Stelle arbeitet, die nahe an der Basisstation **206** liegt.

[0050] Der Funkfrequenz-Repeater **400** erzeugt eine Repeater-Zelle **401** mit einer Repeater-Begrenzung **402**, die einen Repeater-Überdeckungsbereich **404** begrenzt. Es ist verständlich, daß die Repeater-Begrenzung **402** (die durch eine durchgezogene Linie dargestellt ist) sich verschieben oder ändern kann (sie ist nicht statisch), was zu einem Repeater-Überdeckungsbereich **404** führt, der schrumpfen oder wachsen kann, und zwar in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen. Lediglich zu Erläuterungszwecken wird angenommen, daß der Repeater-Überdeckungsbereich **404** durch die Repeater-Begrenzung **402** begrenzt sein soll, wie dies durch die durchgezogene Linie gezeigt ist.

[0051] Die folgende Beschreibung erläutert, wie die Benutzung des Funkfrequenz-Repeaters **400** die Wirkungen der Störung in einer CDMA-Zelle bekämpft oder verringert, die durch eine zweiten Basisstation eines anderen Diensteanbieters zugeordneten Teilnehmerstation, die sich in der Nähe der Basisstation **206** der CDMA-Zelle befindet, hervorgerufen wird. Unter Verwendung des vorstehenden zweiten Beispiels und der dort den Basisstationen und Teilnehmerstationen zugeordneten Rauschzahlen wird gezeigt, daß der Funkfrequenz-Repeater **400** diese Störung bekämpft oder verringert. Es sei angenommen, daß der ERP-Ausgang von dem Funkfrequenz-Repeater **400** an seine Teilnehmerstation 51 dBm (34 dBm plus 16 dB) ist. Weil der Funkfrequenz-Repeater **400** sich an oder in der Nähe der Basisstation **206** befindet, beträgt der Pfadverlust zwischen der Teilnehmer **218** und der Basisstation **206** ungefähr 50 dB. Es sei bemerkt, daß ohne den Funkfrequenz-Repeater **400** die Teilnehmerstation **218** ungefähr bei der maximalen Leistung arbeiten würde und Störungen bei ungefähr -20 dBm erzeugen würde, wobei die Basisstation **206** Störungen von der Teilnehmerstation **218** von ungefähr -70 dBm (-20 dBm abzüglich 50 dB Pfadverlust) bei der Betriebsfrequenz (oder Betriebsbandbreite) der Basisstation **206** empfangen würde.

[0052] Wenn sich die Teilnehmerstation **218** jedoch in der Nähe des Funkfrequenz-Repeaters **400** befindet und über diesen arbeitet, so gibt die Teilnehmerstation lediglich ausreichend Leistung ab, die für eine Kommunikationsverbindungsstrecke mit dem Funkfrequenz-Repeater **400** erforderlich ist, wahrscheinlich ungefähr -20 dBm oder weniger, und nicht die maximale Ausgangsleistung von +23 dBm. Entsprechend wird die Rauschstörung, die ungefähr -20 dBm bei der maximalen Leistung war, nunmehr angenähert proportional auf ungefähr -63 dBm verringert (-20 dBm abzüglich 43 dB). Daher empfängt die Basisstation **208** Störungen von ungefähr -113 dBm (-63 dBm -50 dB Pfadverlust). Weil es wünschenswert ist, daß die Basisstation **206** ungefähr -100 dBm von der Teilnehmerstation **208** eine geeignete Kommunikation empfängt und die Störung, die von der Basisstation **208** empfangen wird, ungefähr -113 dBm beträgt, hat der Funkfrequenz-Repeater **400** die Störungen innerhalb der CDMA-Zelle **102**, die durch die Teilnehmerstation **218** (eines anderen Diensteanbieters) hervorgerufen wird, verringert.

[0053] Entsprechend sendet der Funkfrequenz-Repeater **400** das Signal der störenden, nicht an der gleichen Stelle angeordneten Basisstation **216** in der Nähe der gestörten Basisstation **206**, was alle Teilnehmerstationen, die der störenden Basisstation **216** zugeordnet sind und die sich in der Nähe der gestörten Basisstation **206** befinden, zwingt, mit einer niedrigeren Leistung senden. Dies führt zu einem niedrigeren Störpegel von den störenden Teilnehmerstationen **218**, der von der gestörten Basisstation **206** empfangen wird.

[0054] Zusätzlich zu der Verringerung der Störung bei den Kommunikationen innerhalb der CDMA-Zelle **102** verringert oder verkleinert der Funkfrequenz-Repeater **400** außerdem die Wirkungen von Störungen an der Teilnehmerstation **218** innerhalb der Zelle **104** (CDMA-, FDMA-, TDMA-, AMPS-, GMS- usw.-Technologiezelle). Eine derartige Störung (wie es in ähnlicher Weise vorstehend hinsichtlich der Basisstation **216** und der Teilnehmerstation **208** beschrieben wurde, wird durch die Basisstation **216** hervorgerufen, die in der Nähe der Teilnehmerstation **218** arbeitet. Die Verwendung des Funkfrequenz-Repeaters **400** vergrößert die Leistung des Basisstationssignals, das von der Teilnehmerstation **218** empfangen wird, so daß die Wirkungen der Störungen verringert oder verkleinert werden, die von der Basisstation **206** erzeugt und von der Teilnehmerstation **218** empfangen werden.

[0055] Wie dies verständlich ist, werden der Funkfrequenz-Repeater **300** und der Funkfrequenz-Repeater **400** (gemäß den Fig. 3 und 4) beide dazu verwendet, zur Verringerung oder Verkleinerung der Störungen beizutragen, die von Basisstationen und Teilnehmerstationen von sich jeweils überlappenden Zellen unterschiedlicher Diensteanbieter hervorgerufen werden. Obwohl die Verwendung beider Funkfrequenz-Repeatere **300** und **400** bevorzugt wird, kann dies nicht immer wünschenswert oder möglich sein, weil beispielsweise ein Diensteanbieter es nicht wünschen kann, einen Funkfrequenz-Repeater zu verwenden. In einem derartigen Fall trägt der Einsatz eines Funkfrequenz-Repeaters an oder in der Nähe der Position einer störenden Basisstation immer noch dazu bei, die Störungen zu verringern oder zu verkleinern, die durch eine nicht an der gleichen Stelle angeordnete störende Basisstation hervorgerufen werden.

[0056] Wenn sich eine Mikrozellen-Basisstation im Inneren des Überdeckungsbereiches einer CDMA-Makrozelle befindet (nicht gezeigt), so kann ein Funkfrequenz-Repeater an oder in der Nähe der Position der störenden Mikrozellen-Basisstation angeordnet werden. Ähnlich wie im vorhergehenden Fall sendet der Funkfrequenz-

quenz-Repeater das Signal der CDMA-Makrozellen-Basisstation erneut aus. Selbst wenn die Teilnehmerstationen immer noch starke Störungen von der Mikrozellen-Basisstation empfangen, liegt der Störpegel unter dem empfangenen CDMA-Signal von dem Funkfrequenz-Repeater, was dazu führt, daß die Vorwärts-Verbindungsstrecken-Kapazität aufrechterhalten wird. Es sei bemerkt, daß kein Funkfrequenz-Repeater in der Nähe der gestörten Basisstation erforderlich ist, weil jede störende Teilnehmerstation, die sich in der Nähe der gestörten Basisstation befindet, sich in Kommunikation mit der Basisstation befindet, die nahe an der gestörten Basisstation liegt. Dies führt zu einer niedrigen Sendeleistung für diese Teilnehmerstationen und zu einem niedrigen Störpegel an der gestörten Basisstation.

[0057] Die Verwendung eines Funkfrequenz-Repeaters in einer CDMA-Zelle, wie dies vorstehend beschrieben wurde, kann sowohl die Rückwärts-Verbindungsstrecke als auch die Vorwärts-Verbindungsstrecke einer Basisstation beeinflussen. Es ist verständlich, daß durch Einstellen der Funkfrequenz-Repeater-Vorwärtspfad- und Rückwärtspfad-Verstärkungen (d. h. der Verstärker-Verstärkung sowie des Antennengewinns) sowie dessen Rauschzahl irgendeine Auswirkung zu einem Minimum gemacht werden kann. Im folgenden wird beschrieben, wie die Verwendung eines Funkfrequenz-Repeaters sowohl die Rückwärts-Verbindungsstrecken als auch die Vorwärts-Verbindungsstrecken des CDMA-Kommunikationskanals beeinflussen kann.

[0058] Der Rauschbeitrag eines hinzugefügten Funkfrequenz-Repeaters aufgrund seiner Rauschzahl kann die Rückwärts-Verbindungsstrecken-Bilanz der Basisstation beeinträchtigen. Die Rauschleistung des Funkfrequenz-Repeaters wird durch den Rückwärtspfad-Verstärker und die Antennengewinne des Funkfrequenz-Repeaters und den Antennengewinn der Basisstation verstärkt. Der Freiraum-Pfadverlust zwischen dem Funkfrequenz-Repeater und der Basisstation trägt jedoch dazu bei, daß die zusätzliche Rauscheingangsleistung des Funkfrequenz-Repeaters gedämpft wird.

[0059] Es wird nunmehr auf **Fig. 5** Bezug genommen, in der ein Blockschaltbild einer Basisstation **500** und eines Funkfrequenz-Repeaters **502** dargestellt ist. In **Fig. 5** sind typische Gewinne (G) und Verluste (L) in einem derartigen System gezeigt. Es sei angenommen, daß der Funkfrequenz-Repeater **502** eine Rückwärtspfad-Rauschzahl von  $N_r$ , einen Rückwärtspfad-Verstärkergewinn von  $G_R$  und einen Rückwärtspfad-Antennenrichtgewinn von  $G_{AR}$  hat. Es sei weiterhin angenommen, daß der Antennengewinn der Basisstation **500** gleich  $G_{AB}$  ist und daß der Pfadverlust zwischen der Basisstation **500** und dem Funkfrequenz-Repeater **502** gleich  $L_R$  ist. Unter der Annahme, daß die thermische Eingangs-Rauschleistung des Funkfrequenz-Repeaters **502** gleich  $N_0$  ist (in einer Bandbreite von 1,25 MHz), so ist die Rauschleistung  $N_{ib}$  an dem Eingang der Basisstation **500** durch die folgende Gleichung gegeben:

$$N_{ib} = (N_0 + N_r) + G_R + G_{AR} - L_r + G_{AB} \quad (1)$$

[0060] Die Faktoren, die die Rauschleistung  $N_{ib}$  vergrößern, sind die Funkfrequenz-Repeater-Rauschzahl  $N_r$ , der Gewinn  $G_R$  und die Antennen-Richtgewinne  $G_{AR}$  und  $G_{AB}$ . Der Faktor, der die Rauschleistung verringert, ist der Pfadverlust  $L_R$ . Aus der vorstehenden Gleichung wird es verständlich, daß zur Milderung der Auswirkung des Rückwärts-Rauschpfad-Beitrages des Funkfrequenz-Repeaters die folgende Beziehung gelten muß:

$$N_r + G_R + G_{AR} + L_R + G_{AB} < < 0 \quad (2)$$

[0061] Als Beispiel sei angenommen, daß der Funkfrequenz-Repeater **502** eine Rauschzahl  $N_r$  von 10 dB, einen kombinierten Gewinn von 70 dB ( $G_R + G_{AR}$ ) einen Pfadverlust  $L_R$  von 100 dB und einen Antennengewinn  $G_{AB}$  der Basisstation **500** von 15 dB hat. Daher steigt die Gesamt-Rauschleistung  $N_{ib}$  am Eingang der Basisstation **500** um 1,2 dB an.

[0062] Es sei bemerkt, daß die Bedingung der Gleichung (2) dazu führt, daß der Funkfrequenz-Repeater **502** mehr als eine Dämpfungseinrichtung als eine Verstärkungseinrichtung wirkt (sein Gewinn + der Pfadverlust). Dies zwingt alle Teilnehmerstationen ( $U_{r1}$ , bis  $U_{rm}$ ), die in Kommunikation mit der Basisstation **500** über den Funkfrequenz-Repeater **502** stehen, ihre Sendeleistung zu erhöhen, um den kombinierten Verlust des Verstärkergewinns und des Pfadverlustes zu bekämpfen. Die Sendeleistung der Teilnehmerstationen ( $U_{r1}$  bis  $U_{rm}$ ) über den Funkfrequenz-Repeater **502** ist jedoch wesentlich kleiner als ihre Sendeleistung in dem Fall, in dem sie versuchen müßten, ihre Verbindungsstrecke direkt mit der Basisstation **500** aufrecht zu halten.

[0063] Es ist verständlich, daß in den die CDMA-Technologie verwendenden Zellen das Grundrauschen und die Störung der Basisstation **500** von der Größe der Störung abhängt, die sie empfängt (die von der Zellenlast und der Störung von außerhalb der Zelle liegenden Teilnehmerstationen abhängt. Entsprechend sollte, wenn der Netzkonstrukteur die Verbindungsstreckenbilanz für eine Zelle analysiert und bestimmt, die einen Funkfrequenz-Repeater gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet, dieser Faktor berücksichtigt werden.

[0064] Für die Auswirkung auf die Vorwärts-Verbindungsstrecken-Kapazität sei angenommen, daß der Funkfrequenz-Repeater **502** eine Vorwärtspfad-Rauschzahl von  $N_f$ , einen Vorwärts-Pfadgewinn von  $G_F$  und einen von  $G_{AF}$  (Vorwärtspfad) und eine thermische Eingangs-Rauschleistung von  $N_0$  (in der Bandbreite von 1,25 MHz) hat, wobei in diesem Fall die Vorwärtspfad-Ausgangsrauschleistung  $N_{of}$  (an dem Antennenausgang des

Funkfrequenz-Repeater **502**) durch die folgende Gleichung gegeben ist:

$$N_{\text{of}} = (N_0 + N_f) + G_F + G_{AF} \quad (3)$$

[0065] Die Rauschleistung  $N_{\text{of}}$  wirkt als eine Störung für die Teilnehmerstationen, die mit der Basisstation **500** über den Funkfrequenz-Repeater **502** in Kommunikation stehen. Unter der Annahme, daß der Vorwärts-Pfadverlust zwischen einer Teilnehmerstation und dem Funkfrequenz-Repeater **502** gleich  $L_{MF}$  ist, ergibt sich die Rauschleistung  $N_{\text{im}}$  am Eingang der Teilnehmerstation durch die Gleichung:

$$N_{\text{im}} = (N_0 + N_f) + G_F + G_{AF} - L_{MF} + N_0 \quad (4)$$

[0066] Der zweite Ausdruck  $N_0$  in der vorstehenden Gleichung ist die thermische Rauschleistung der Teilnehmerstation. Die Faktoren, die die Rauschleistung  $N_{\text{im}}$  vergrößern, sind die Rauschzahl  $N_f$  des Funkfrequenz-Repeater **502**, der Gewinn  $G_F$  und der Antennen-Richtgewinn  $G_{AF}$ . Der Faktor, der die Rauschleistung  $N_{\text{im}}$  verkleinert, ist der Pfadverlust  $L_{MF}$ . Aus der vorstehenden Gleichung ist es verständlich, daß zur Verringerung der Auswirkung des Funkfrequenz-Repeater-Vorwärts-Rauschpfad-Beitrages die folgende Gleichung gelten muß:

$$N_f + G_F + G_{AF} - L_{MF} << 0 \quad (5)$$

[0067] Der Pfadverlust  $L_{MF}$  ist keine feste Zahl. Er nimmt ab, wenn die Teilnehmerstation näher an dem Funkfrequenz-Repeater **502** gelangt. Bei relativ geringen Abständen gilt die Gleichung (5) nicht mehr, was zu einem Funkfrequenz-Repeater-Rauschbeitrag führt, der oberhalb des thermischen Grundrauschen an der Teilnehmerstation liegt. Zwei Faktoren verbessern jedoch diese Situation. Der erste Faktor besteht darin, daß sich die Teilnehmerstation relativ nahe an dem Funkfrequenz-Repeater **502** befindet, was somit zu einer niedrigen Sendeleistung zur Aufrechterhaltung der Verbindungsstrecke zur Basisstation **500** führt. Der zweite Faktor besteht darin, daß in einem eingebetteten System der Rausch- + Stör-Pegel der Teilnehmerstation oberhalb deren thermischen Grundrauschen liegt, was zu einem geringeren Beitrag von dem Funkfrequenz-Repeater **502** zum Gesamtrauschen + Störung der Teilnehmerstation führt.

[0068] Als ein Beispiel sei angenommen, daß der Funkfrequenz-Repeater **502** eine Rauschzahl Nr von 10 dB, einen kombinierten Gewinn von 40 dB ( $G_F + G_{AF}$ , weil die Antenne wahrscheinlich ein Rundstrahldiagramm aufweist) und einen Pfadverlust  $L_{MF}$  von 60 dB hat. Dann steigt die Gesamt-Rauschleistung  $N_{\text{im}}$  am Eingang der Teilnehmerstation um 0,4 dB an. Wenn jedoch der Pfadverlust  $L_{MF}$  auf 40 dB absinkt, so steigt die Gesamt-Rauschleistung  $N_{\text{im}}$  am Eingang an die Teilnehmerstation um 10,4 dB an. Für PCS-Frequenzen ist 40 dB gerade mehr als ein Meter von der Antenne des Funkfrequenz-Repeater, und Teilnehmerstationen werden nicht so nahe an dem Funkfrequenz-Repeater verwendet.

[0069] Entsprechend kann es erforderlich sein, daß die vorstehenden Tatsachen berücksichtigt werden, wenn ein Netzkonstrukteur die Verbindungsstreckenbilanz für eine Zelle analysiert und bestimmt, die einen Funkfrequenz-Repeater gemäß der vorliegenden Erfahrung verwendet.

[0070] Es wurde eine Simulation durchgeführt, um die Auswirkung der Hinzufügung eines Funkfrequenz-Repeater zu der Vorwärts-Verbindungsstrecken-Kapazität und der Dienstqualität (QOS) einer CDMA-Zelle zu analysieren. Für die Simulation gilt:

CDMA-Zellen-Sendeleistung:	12 W
CDMA-Zellenantenne:	Rundstrahlantenne mit einem Gewinn von 9 dB
Störposition:	119,4 dB zur CDMA-Zelle
Stör-ERP:	-5 dBm in dem CDMA-Kanal
Funkfrequenz-Repeater-Sendeleistung:	+10 dBm
Funkfrequenz-Repeater-Gebiet:	1% der CDMA-Zellengröße (einige Mobilstationen wurden absichtlich in diesem Bereich angeordnet, siehe unten)
Funkfrequenz-Repeater-Position:	Gleich der Störquelle
Funkfrequenz-Repeater-Antennengewinn:	Rundstrahlantenne mit 9 dB (Repeater zur Teilnehmerstation)
Funkfrequenz-Repeater-Antennengewinn:	Gerichtet bei 20 dB (Repeater zur Basisstation)
Funkfrequenz-Repeater-Rauschzahl:	8 dB.

[0071] Die Simulation wurde in einem eingebetteten System durchgeführt, bei dem die getestete CDMA-Zelle von siebenundvierzig (47) anderen CDMA-Zellen (Omnizellen) umgeben war.

[0072] Es wird nunmehr auf **Fig. 6** Bezug genommen, in der eine grafische Darstellung gezeigt ist, die die

Dienstequalität (QOS) gegenüber dem prozentualen Anteil der Zellenkapazität zeigt, die sich in der Nähe der Störquelle befindet (in diesem Fall eine Basisstation eines anderen Diensteanbieters, die sich innerhalb des Überdeckungsbereiches der CDMA-Zelle befindet). Die QOS wird für drei Fälle verglichen: (1) für eine CDMA-Zelle allein (ohne irgendeine Störung oder einen Funkfrequenz-Repeater), (2) für die CDMA-Zelle mit einem Störer, der eine Leistung von –5 dBm in dem CDMA-Kanal hat, jedoch ohne Funkfrequenz-Repeater, und (3) für die CDMA-Zelle mit einem Störer (gleicher Leistungspegel) und einem Funkfrequenz-Repeater, der an der Stelle des Störers oder nahe zu diesem angeordnet ist.

[0073] Die Dienstequalität (QOS) ist wie folgt definiert:

$$QOS = \frac{N}{NxX}$$

worin N die Anzahl von Teilnehmerstationen ist, die mit der CDMA-Zellen-Basisstation in Kommunikation stehen, und X die Anzahl der Teilnehmerstationen innerhalb des CDMA-Zellenüberdeckungsbereiches ist, deren Kommunikation mit der CDMA-Zellen-Basisstation nicht aufrechterhalten werden kann. In jedem Fall wurde ein prozentualer Anteil der Teilnehmerstationen absichtlich in der Nähe der störenden Quelle angeordnet. Für die Fälle 1 und 2 sinkt die QOS ab, während der prozentuale Anteil der Teilnehmerstationen in der Nähe der Störquelle ansteigt, wie dies in **Fig. 6** gezeigt ist. Wie dies klar zu erkennen ist, ist die QOS schlechter, wenn sich eine Störquelle in der CDMA-Zelle befindet. Die Hinzufügung des Funkfrequenz-Repeaters an oder in der Nähe der Störquelle gemäß der vorliegenden Erfindung verbessert jedoch beträchtlich die QOS der CDMA-Zelle, wie dies in **Fig. 6** gezeigt ist.

[0074] Es wird nunmehr auf **Fig. 7** Bezug genommen, in der eine grafische Darstellung gezeigt ist, die das Verhältnis von verhinderten Benutzern (deren Versuch zur Herstellung einer Verbindung mit der CDMA-Zellen-Basisstation fehlschlug) gegenüber dem prozentualen Anteil der Zellenkapazität gezeigt ist, die sich in der Nähe der Störquelle für die vorstehend genannten drei Fälle in der Simulation befinden. Wie dies in **Fig. 7** gezeigt ist, ist die Wahrscheinlichkeit eines Fehlschlages bei der Ausbildung einer Verbindungsstrecke zwischen der Teilnehmerstation und der CDMA-Zellen-Basisstation umso höher, wenn sich eine Störquelle innerhalb oder in der Nähe der Zellenbegrenzung des CDMA-Zellen-Überdeckungsbereiches befindet. Die Verwendung eines Funkfrequenz-Repeaters entsprechend der vorliegenden Erfindung verringert jedoch erheblich diese Wahrscheinlichkeit, wodurch die Zuverlässigkeit von Kommunikationen in der CDMA-Zelle durch Verringern oder Verkleinern der Auswirkung der Störung in der Zelle verbessert wird.

[0075] Die Auswirkungen von Störungen, die durch andere Diensteanbieter hervorgerufen werden, kann bei der CDMA-Technologie schwerwiegend sein, weil dies Auswirkungen auf die Verbindungsstrecken-Bilanz haben kann und die Überdeckung einer CDMA-Zelle verkleinern kann. Um die Auswirkungen einer derartigen Störung zu verkleinern oder zu verringern, wird ein Funkfrequenz-Repeater an oder in der Nähe der Basisstation (eines anderen Diensteanbieters) installiert, die die Störung hervorruft. Der Funkfrequenz-Repeater trägt dazu bei, eine gute Verbindungsstrecke zu den Teilnehmerstationen durch Vergrößern der Stärke des Signals aufrechtzuerhalten, das von den Teilnehmerstationen empfangen wird. Er zwingt weiterhin die Teilnehmerstationen, mit einer niedrigen Sendeleistung zu arbeiten, wodurch deren außerhalb des Bandes liegenden Emissionen oder Intermodulationsprodukte verringert werden und die von der störenden Basisstation empfangene Störung verringert wird. Ein zweiter Funkfrequenz-Repeater, der von dem anderen Diensteanbieter installiert und an oder in der Nähe der Basisstation angeordnet wird, führt dazu, daß die störenden Teilnehmerstationen mit einer niedrigen Sendeleistung betrieben werden, wodurch deren außerhalb des Bandes liegenden Emissionen oder Intermodulationsprodukte verringert und Störungen an der Basisstation verringert werden.

[0076] Die Hinzufügung eines Funkfrequenz-Repeaters ergibt zwei Hauptfunktionen. Erstens sendet der Funkfrequenz-Repeater ein starkes Basisstationssignal an die Teilnehmerstationen, die sich in der Nähe der störenden Basisstation befinden. Hierdurch werden die Wirkungen der von der störenden Basisstation erzeugten (oder emittierten) Störungen, die von den Teilnehmerstationen empfangen werden, verringert. Hierdurch wird auch effektiv der Überdeckungsbereich der Zelle vergrößert. Zweitens wirkt der Funkfrequenz-Repeater als ein Ersatzempfänger für die Basisstation. Weil sich der Funkfrequenz-Repeater näher an den Teilnehmerstationen als die Basisstation befindet, kann ein schwächeres Sendesignal von den Teilnehmerstationen verwendet werden, was eine Verringerung ihrer Sendeleistung ermöglicht, wodurch die Störungen verringert werden, die von den Teilnehmerstationen erzeugt und an der störenden Basisstation empfangen werden.

[0077] Obwohl die vorliegende Erfindung und deren Vorteile in der vorstehenden ausführlichen Beschreibung beschrieben und in den beigefügten Zeichnungen erläutert wurden, ist es für den Fachmann verständlich, daß die Erfindung nicht auf die beschriebene(n) Ausführungsformen) beschränkt ist, sondern in vielfältiger Weise anders angeordnet, ersetzt und modifiziert werden kann, ohne vom Schutzmfang der Erfindung abzuweichen, wie er in den beigefügten Ansprüchen definiert ist.

## Patentansprüche

1. Kommunikationszelle mit:

einer ersten Basisstation (206), die ein Basisstationssignal zur Kommunikation mit einer oder mehreren Teilnehmerstationen in einem vorgegebenen geografischen Gebiet aussendet, wobei die erste Basisstation (206) mit der einen oder mehreren Teilnehmerstationen über einen Kommunikationskanal kommuniziert; und einem Funkfrequenz-Repeater (300), der mit der ersten Basisstation (206) betreibbar ist und sich im wesentlichen in der Nähe einer Störquelle befindet, wobei der Repeater (300) die Auswirkungen von von der Störquelle emittierten und von einer Teilnehmerstation empfangenen Störungen dadurch reduziert, daß er das ausgesandte Basisstationssignal empfängt und es erneut an die Teilnehmerstation aussendet, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich der Repeater (300) im wesentlichen in der Nähe einer zweiten Basisstation (216) befindet, die zu einem anderen Kommunikationssystem als die erste Basisstation (206) gehört, daß die zweite Basisstation (216) die Störquelle bildet, wobei der Repeater (300) die Wirkungen von von der sich in der Nähe der zweiten Basisstation (216) befindenden Teilnehmerstation ausgesandten und von der zweiten Basisstation (216) empfangenen Störungen dadurch verringert, daß er es der sich in der Nähe der zweiten Basisstation (216) befindenden Teilnehmerstation ermöglicht, mit einer niedrigeren Leistung zu senden.

2. Kommunikationszelle nach Anspruch 1, die weiterhin folgendes umfaßt:

einen zweiten Funkfrequenz-Repeater, der mit der zweiten Basisstation (216) betreibbar ist und sich im wesentlichen in der Nähe der ersten Basisstation (206) befindet, um eine Kommunikations-Verbindungsstrecke zwischen der zweiten Basisstation (216) und einer zweiten Teilnehmerstation bereitzustellen, die sich in der Nähe der ersten Basisstation (206) befindet, wobei der zweite Funkfrequenz-Repeater (400) von der zweiten Teilnehmerstation in den Kommunikationskanal ausgesandte und von der ersten Basisstation (206) empfangene Störungen dadurch verringert, daß er es der zweiten Teilnehmerstation ermöglicht, mit einer niedrigeren Leistung zu senden, wodurch die Störung mit dem Kommunikationskanal zwischen einer oder mehreren Teilnehmerstationen und der ersten Basisstation (206) verringert wird.

3. Kommunikationszelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Kommunikationskanal ein Codemultiplex-Vielfachzugriff-Kanal ist.

4. Kommunikationszelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Betrieb des Funkfrequenz-Repeaters (300) effektiv das geografische Betriebsgebiet der Zelle vergrößert.

5. Kommunikationszelle nach Anspruch 2, bei der der Betrieb des zweiten Funkfrequenz-Repeaters (400) als eine Kommunikations-Verbindungsstrecke zwischen der zweiten Basisstation (216) und der zweiten sich in der Nähe der ersten Basisstation (206) befindenden Teilnehmerstation die Wirkungen von Störungen verringert, die von der ersten Basisstation (206) ausgesandt und von der zweiten Teilnehmerstation empfangen werden.

6. Verfahren zur Verringerung der Wirkungen von Störungen auf Kommunikationen innerhalb einer Zelle, die durch eine Störquelle erzeugt werden, die sich innerhalb oder in der Nähe des Überdeckungsbereiches der Zelle befindet, mit den folgenden Schritten:

Aussenden eines Basisstationssignals von einer ersten Basisstation (206), die sich innerhalb der Zelle befindet;

Empfangen des Basisstationssignals an einem Funkfrequenz-Repeater (300), der sich im wesentlichen in der Nähe der Störquelle befindet; und  
erneutes Aussenden des von einer Teilnehmerstation, die sich in der Nähe der Störquelle befindet, zu empfangenden Basisstationssignals von dem Funkfrequenz-Repeater (300), wobei das von dem Funkfrequenz-Repeater (300) ausgesandte Basisstationssignal eine Signalfeldstärke an der Position der Teilnehmerstation in der Nähe der Störquelle aufweist, die ausreicht, um Kommunikationen zwischen der Teilnehmerstation und der ersten Basisstation (206) über den Funkfrequenz-Repeater (300) zu ermöglichen, dadurch gekennzeichnet, daß der Funkfrequenz-Repeater (300) das Basisstationssignal von einer Position im wesentlichen in der Nähe einer zweiten Basisstation (206) aus erneut aussendet, die zu einem anderen Kommunikationssystem als die erste Basisstation (206) gehört, wobei die zweite Basisstation (216) die Störquelle bildet, und daß der Repeater (300) die Wirkungen von von der sich in der Nähe der zweiten Basisstation (216) befindenden Teilnehmerstation ausgesandten und von der zweiten Basisstation (216) empfangenen Störungen dadurch verringert, daß es der sich in der Nähe der zweiten Basisstation (216) befindenden Teilnehmerstation ermöglicht wird, mit einer niedrigeren Leistung zu senden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Kommunikationen zwischen der Teilnehmerstation und der ers-

ten Basisstation (**206**) Codemultiplex-Vielfachzugriffe sind und einen Codemultiplex-Vielfachzugriff-Kanal verwenden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die zweite Basisstation (**216**) Funkfrequenz-Signale mit Frequenzen in dem Frequenzband des Codemultiplex-Vielfachzugriff-Kanals erzeugt.

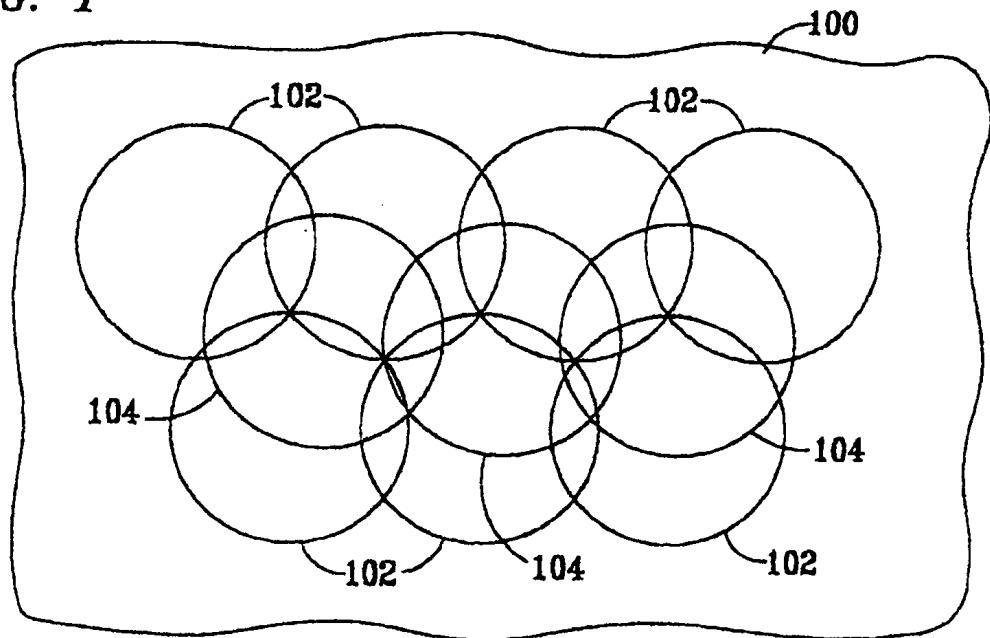
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, das weiterhin den folgenden Schritt umfaßt:  
Verwenden eines zweiten Funkfrequenz-Repeaters (**400**) zur Bereitstellung einer Kommunikations-Verbindungsstrecke zwischen einer zweiten, sich in der Nähe der ersten Basisstation (**206**) befindenden Teilnehmerstation und der zweiten Basisstation (**216**), wobei sich der zweite Funkfrequenz-Repeater (**400**) im wesentlichen in der Nähe der ersten Basisstation (**206**) befindet, und Verringern der Sendeleistung der zweiten Teilnehmerstation, wodurch die von der zweiten Teilnehmerstation erzeugte und von der ersten Basisstation (**206**) empfangene Störung verringert wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, bei dem die Signalfeldstärke des Basisstationssignals, das von dem Funkfrequenz-Repeater ausgesandt wird, die Wirkungen der Störung verringert, die die Teilnehmerstation von der zweiten Basisstation (**216**) empfängt.

11. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die zweite Teilnehmerstation Funkfrequenz-Signale mit Frequenzen in dem Frequenzband eines Codemultiplex-Vielfachzugriff-Rückwärtskanals der ersten Basisstation (**206**) erzeugt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

*FIG. 1*



*FIG. 2*

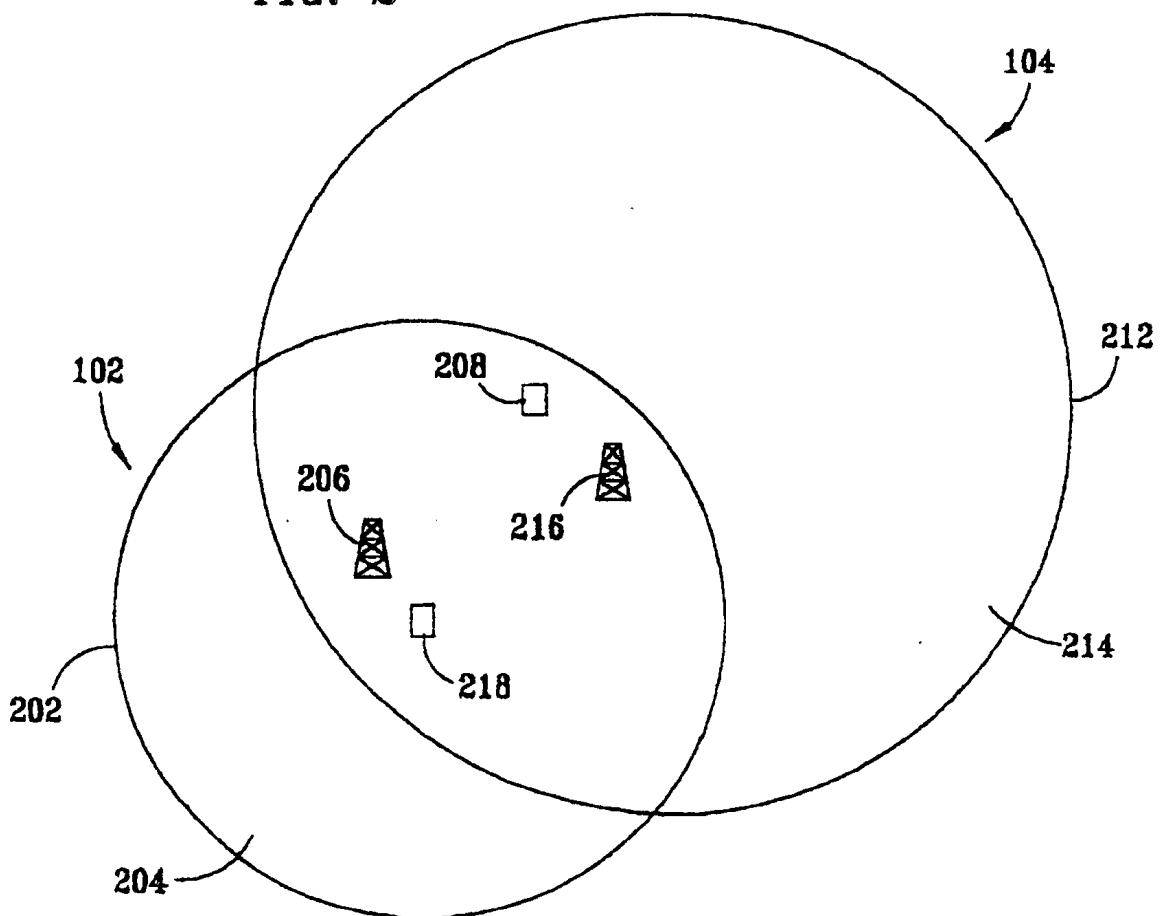


FIG. 3

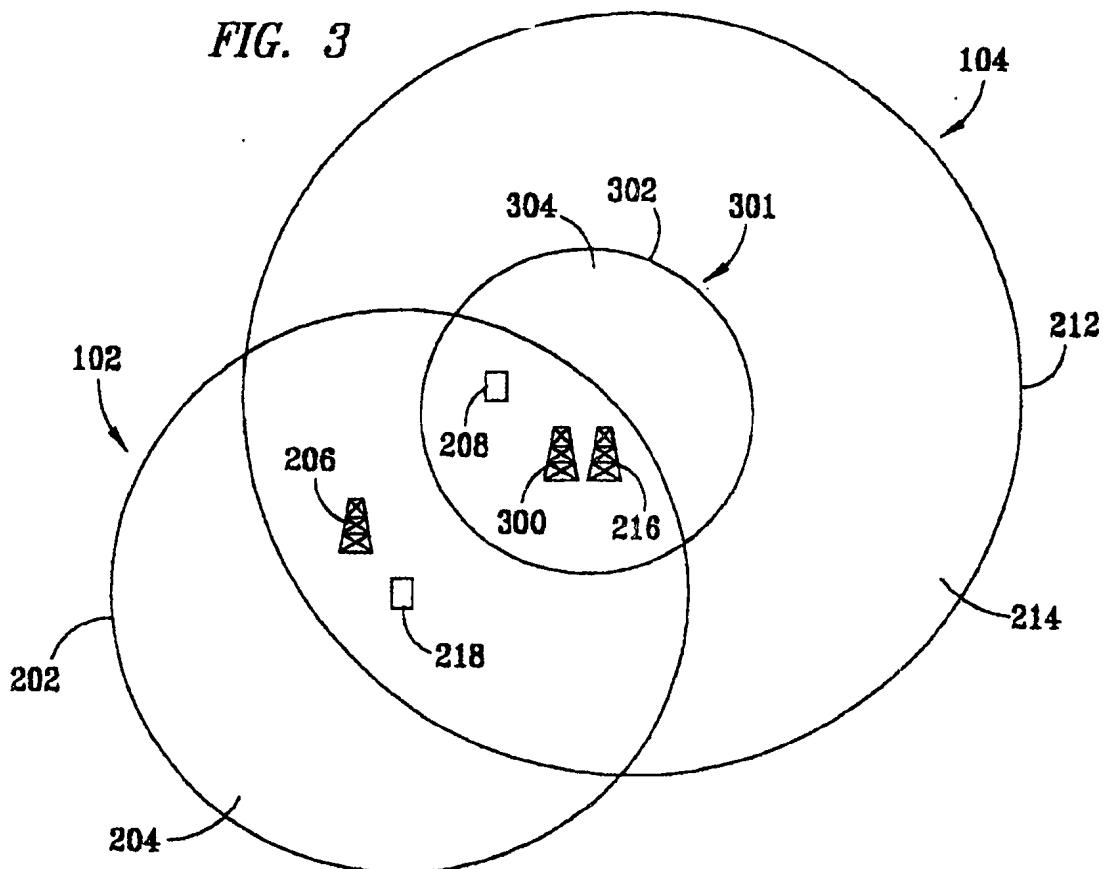
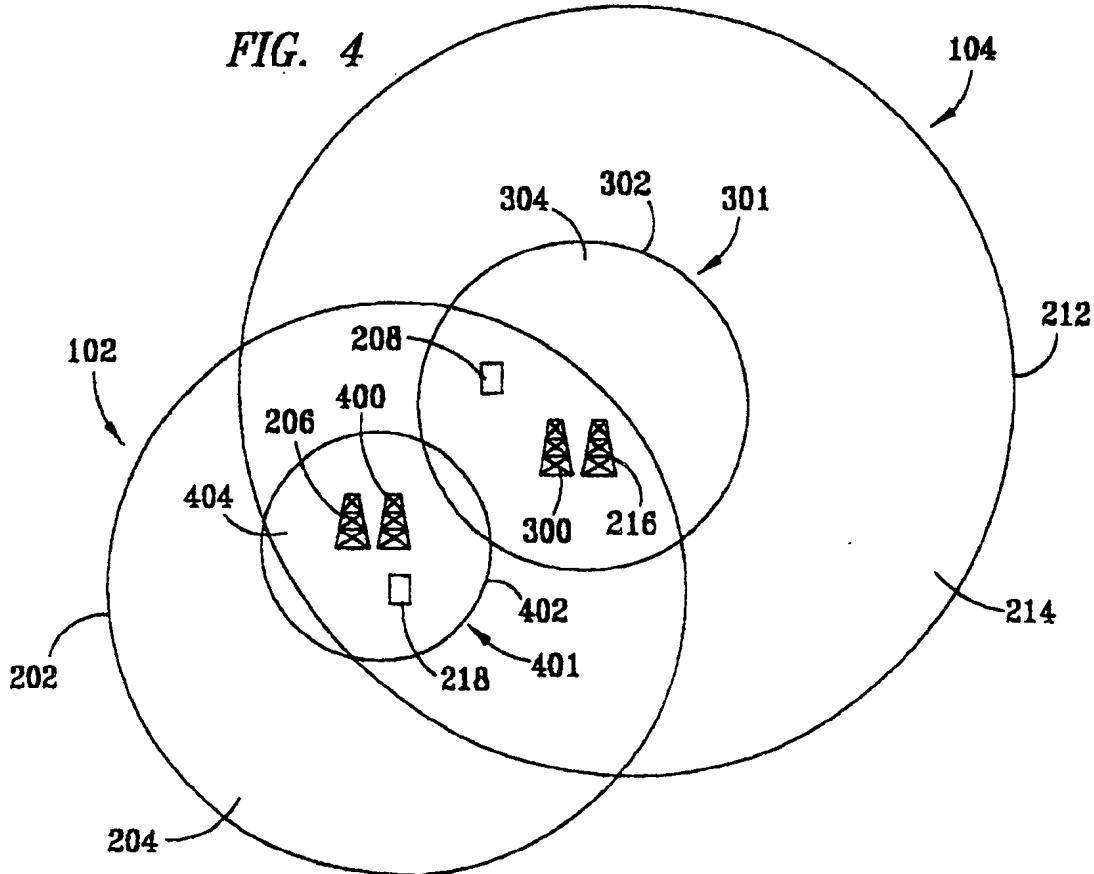
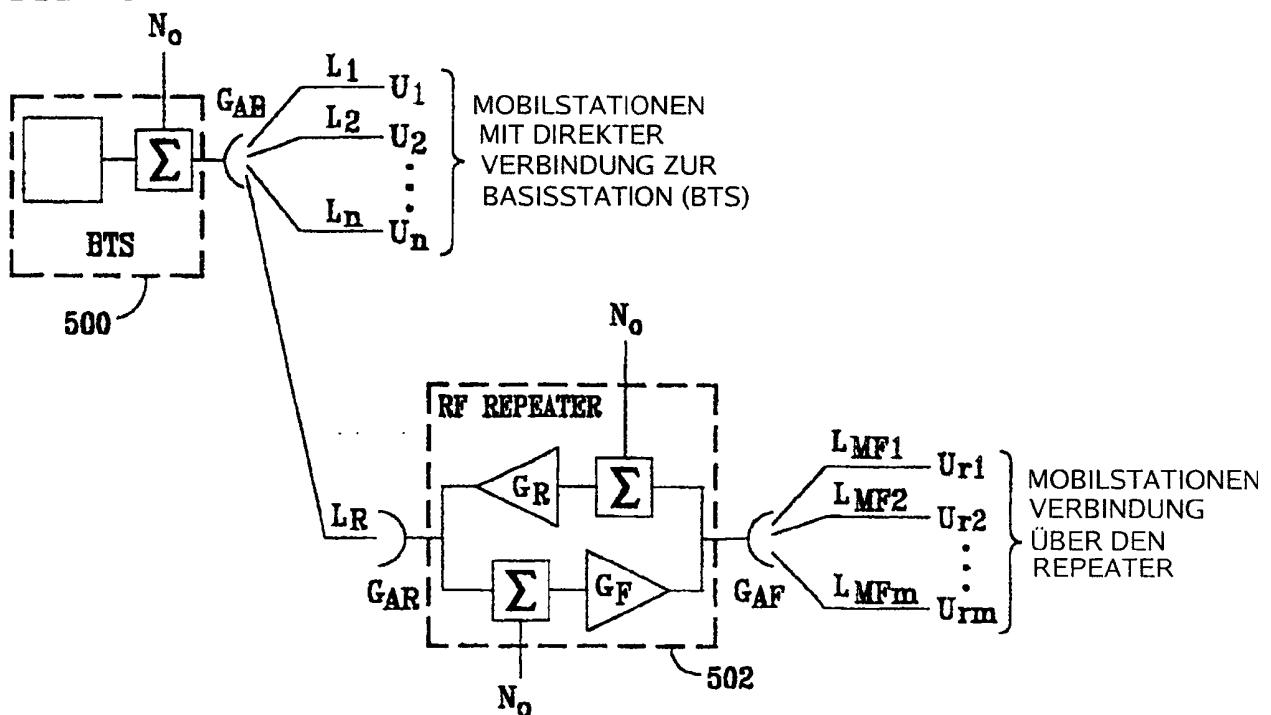
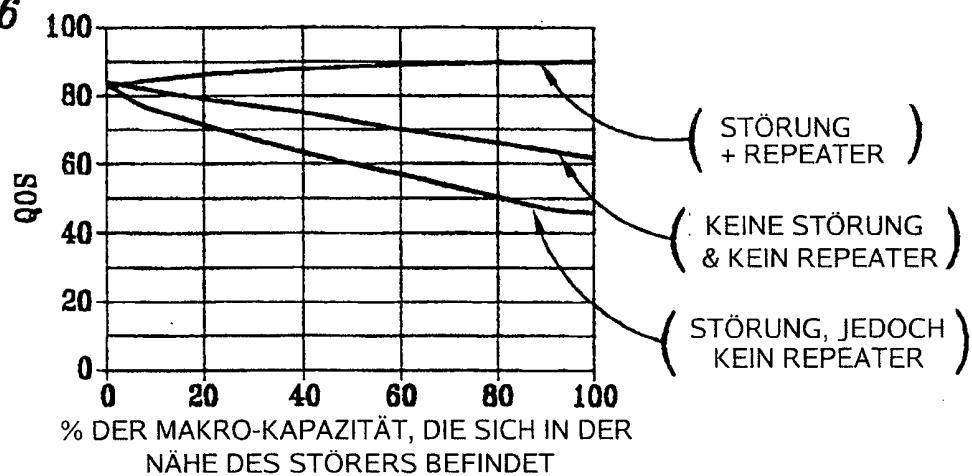


FIG. 4



**FIG. 5****FIG. 6****FIG. 7**