



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 23 700 T2** 2008.10.30

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 433 339 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H04Q 7/20** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 23 700.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE02/01774**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 763 175.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/028388**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.09.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **03.04.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.06.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **21.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.10.2008**

(30) Unionspriorität:

324947 P	27.09.2001	US
231239	30.08.2002	US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR

(73) Patentinhaber:

**Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ),
Stockholm, SE**

(72) Erfinder:

**FURUSKÄR, Anders, S-112 69 Stockholm, SE;
CRAIG, Stephen G., S-118 47 Stockholm, SE; DE
BRUIN, Peter, S-954 31 Gammelstad, SE**

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **Kanalzuweisungen an eine Basisstation abhängig von der Dienstqualität**

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**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Funkkommunikationsnetzwerke und insbesondere die Bereitstellung von Funkkommunikationsnetzwerken mit hoher Kapazität.

[0002] Da die Zahl der Teilnehmer an Funkkommunikationsnetzwerken zunimmt und die Nutzung dieser Netzwerke durch diese ebenfalls zunimmt, besteht Bedarf an einer Erhöhung der Kapazität dieser Funkkommunikationsnetzwerke. Die Kapazität eines Funkkommunikationsnetzwerks ist durch den Umfang von Funkressourcen begrenzt, die individuellen Versorgungsbereichen im Netzwerk, bekannt als Zellen, zugeteilt sind. Die Menge von Funkressourcen wird durch zwei Faktoren bestimmt, nämlich die Anzahl der durch das Funkkommunikationsnetzwerk bereitgestellten Kanäle und den Störungsbetrag in demselben.

[0003] Wenn die Kapazität einer Zelle in einem Funkkommunikationsnetzwerk durch die Anzahl der Kanäle begrenzt wird, wird die Zelle als „kanalbegrenzt“ bezeichnet. Man wird anerkennen, daß die Anzahl der durch irgendein bestimmtes Funkkommunikationsnetzwerk verwendeten Frequenzen auf diejenigen begrenzt ist, die durch Regierungsstellen zugeteilt sind. Die Verwendung dieser begrenzten Anzahl von Frequenzen zur Erzeugung von Kanälen ist durch die jeweilige Zugangsmethode bestimmt, die durch das Funkkommunikationsnetzwerk verwendet wird. Eine beliebte Zugangsmethode, die durch Netzwerke verwendet wird, die gemäß dem Globalen System für Mobilfunkkommunikation (GSM) arbeiten, ist eine Kombination aus Frequenzmultiplex-Mehrfachzugriff (FDMA) und Zeitmultiplex-Mehrfachzugriff (TDMA). Die FDMA/TDMA-Zugangsmethode weist Kanäle durch Unterteilung jeder Frequenz in eine Anzahl von Zeitschlitz zu. In GSM ist ein Sprachkanal normalerweise durch einen Zeitschlitz pro Rahmen definiert, wobei ein Rahmen acht Zeitschlitze umfaßt. Eine notwendige Bedingung für die Verwendung von Kanälen in einer Zelle besteht darin, daß Ausrüstung, zum Beispiel Sendeempfänger, installiert ist, um die Übertragung und den Empfang der in Betracht kommenden Kanäle zu ermöglichen. Daher ist zu sehen, daß in einem FDMA/TDMA-System die Anzahl der einer bestimmten Zelle zugeteilten Kanäle durch die Anzahl der Frequenzen begrenzt ist, die der bestimmten Zelle zugeteilt sind. Wenn alle Kanäle in einer bestimmten Zelle schon zugeteilt worden sind oder wenn alle installierten Sendeempfänger voll belegt sind, werden zusätzliche Teilnehmer am Zugang zum Funkkommunikationsnetzwerk von dieser Zelle gehindert.

[0004] Um kanalbegrenzte Situationen zu vermei-

den, wäre es erwünscht, zuzulassen, daß alle Zellen auf allen Frequenzen arbeiten. Jedoch begrenzt Störung von nächstgelegenen Zellen die Fähigkeit, jeder Zelle alle Frequenzen zuzuteilen. Abhängig vom Betrag der verwendeten Leistung verursacht zum Beispiel Kommunikation auf einer bestimmten Frequenz in einer bestimmten Zelle Störung bei der Kommunikation auf der bestimmten Frequenz in einer nächstgelegenen Zelle und auf Frequenzen, die an die bestimmte Frequenz angrenzen, sowohl in der bestimmten Zelle als auch in den nächstgelegenen Zellen. Man wird anerkennen, daß Zellen als nächstgelegenen angesehen werden können, wenn Kommunikation von einer Zelle Störung bei der Kommunikation in einer anderen Zelle verursacht. Wenn die durch Kommunikation auf einer Frequenz in einer bestimmten Zelle verursachte Störung stark genug ist, kann es geschehen, daß die Kommunikation auf der einen Frequenz oder auf angrenzenden Frequenzen in nächstgelegenen Zellen vom Netzwerk abgebaut wird. Auch wenn die bei der Kommunikation auf der einen Frequenz oder auf angrenzenden Frequenzen in nächstgelegenen Zellen verursachte Störung nicht stark genug ist, um zu bewirken, daß diese Kommunikation vom Netzwerk abgebaut wird, kann es sein, daß die Störung stark genug ist, um eine beträchtliche Verschlechterung der Dienstgüte (QoS) der Kommunikation in den nächstgelegenen Zellen zu bewirken. Wenn eine Zelle zusätzliche Zellen zuteilen soll, aber die Kanäle selbst zuviel Störung von anderen Kanälen enthalten, oder wenn die Zuteilung dieser zusätzlichen Kanäle zuviel Störung bei Kanälen verursacht, die bereits zur Kommunikation zugeteilt worden sind, wird die Unfähigkeit zur Zuteilung der zusätzlichen Kanäle als eine störungsbegrenzte Situation bezeichnet.

[0005] Um zwecks Bereitstellung hinreichender Dienstgüte die Störung zu begrenzen, teilen Funkkommunikationsnetzwerke den nächstgelegenen Zellen normalerweise unterschiedliche Abschnitte der dem Funkkommunikationsnetzwerk zugeteilten Frequenzen zu. Dies ist als Frequenzwiederverwendung bekannt. [Fig. 1](#) stellt ein Muster mit 1/3-Frequenzwiederverwendung dar. In [Fig. 1](#) sind alle dem Funkkommunikationsnetzwerk zugeteilten Frequenzen unter den Zellen **110**, **120** und **130** aufgeteilt. Ebenso sind alle dem Funkkommunikationsnetzwerk zugeteilten Frequenzen unter den Zellen **140**, **150** und **160** aufgeteilt. Dementsprechend werden die Zellen **110**, **120** und **130** gemeinsam als Frequenzwiederverwendungsgruppe A bezeichnet. Ebenso werden die Zellen **140**, **150** und **160** gemeinsam als Frequenzwiederverwendungsgruppe B bezeichnet. Um den Betrag der Störung zwischen Frequenzwiederverwendungsgruppen zu begrenzen, wird der bestimmte Satz an Frequenzen, die einer bestimmten Zelle in einer Frequenzwiederverwendungsgruppe zugeteilt werden, so ausgewählt, daß er am weitesten von dem bestimmten Satz an Frequenzen in einer

anderen Frequenzwiederverwendungsgruppe entfernt ist. Zum Beispiel würde in [Fig. 1](#) den Zellen **110** und **140**, den Zellen **120** und **150** und den Zellen **130** und **160** jeweils der gleiche Satz an Frequenzen zugeteilt. Jedoch wird durch die Aufteilung der Anzahl der Frequenzen unter den Zellen in einer Wiederverwendungsgruppe die Anzahl der Kanäle in jeder Zelle auf weniger als die Gesamtzahl der Kanäle begrenzt, die zugeteilt werden könnte, wenn in jeder Zelle alle Frequenzen verwendet werden würden. Ein anderer Mechanismus zur Begrenzung der Störung besteht darin, die Leistung der Übertragungen zwischen Teilnehmern und dem Netzwerk zu regeln. Dementsprechend sollte anerkannt werden, daß die Übertragungsleistung als eine Komponente des Umfangs von Funkressourcen, der durch das Netzwerk zugeteilt werden kann, angesehen werden kann.

[0006] Herkömmliche Methoden zur Behandlung der kanal- und störungsbegrenzten Situationen konzentrierten sich auf Netzwerke, in denen nur eine Dienstart bereitgestellt wird, zum Beispiel Sprachdienst. Jedoch werden auch andere Dienstarten in Funkkommunikationsnetzwerke einbezogen, zum Beispiel Daten. Ein Standard zur Einbeziehung von Datenkommunikation in ein GSM-Netzwerk ist als „verbesserte Datenraten für die GSM-Entwicklung“ (EDGE) bekannt. Ein Netzwerk der dritten Generation (3G), das EDGE mit GSM einbezieht, wird als GSM/EDGE-Funkzugangnetzwerk (GERAN) bezeichnet. Datendienste können durch die besonderen Charakteristika des beförderten Datentyps definiert werden, darunter Audio- und Videostromdienste, reine Daten, zum Beispiel Dateitransfers, und dergleichen. All diese Dienste haben unterschiedliche Anforderungen an die Kommunikation. Sprachdienste werden normalerweise auf eine leitungsvermittelte Art und Weise implementiert, wobei ein ganzer Kanal für den Sprachdienst reserviert ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß Sprachdienste die Anforderung niedriger Verzögerungstoleranz und niedriger Fehlertoleranz stellen. Jedoch sind Datendienste normalerweise toleranter gegenüber Verzögerungen und toleranter gegenüber Fehlern und werden folglich auf eine paketvermittelte Art und Weise implementiert. Die höhere Fehlertoleranz von Datendiensten ist auf die Fähigkeit dieser Dienste zurückzuführen, fehlerhaft empfangene Daten erneut zu übertragen. Die Anforderungen für irgendeinen bestimmten Dienst sind in der Fachwelt als QoS-Anforderung bekannt.

[0007] Eine Methode zum Erreichen der unterschiedlichen QoS-Anforderungen für die unterschiedlichen Dienstarten besteht darin, bestimmte Frequenzen für jede unterschiedliche Dienstart vorzusehen. Dies kann jedoch eine sehr ineffiziente Verwendung von Funkressourcen sein. Wenn zum Beispiel die für Datendienste zugeteilten Kanäle nicht voll ausgenutzt werden, während die für Sprachdienste zugeteilten Kanäle an der Kapazitätsgrenze

sind, führen die für Datendienste zugeteilten Kanäle zu einer Verschwendung von Funkressourcen, die für die Sprachdienste verwendet werden könnten.

[0008] Ein Versuch in GERAN, die Kapazität zu erhöhen und trotzdem die verschiedenen QoS-Anforderungen zu erfüllen, wird als dynamische Frequenz- und Kanalzuteilung (DFCA) bezeichnet. Bei der dynamischen Frequenz- und Kanalzuteilung (DFCA) wird in einem Versuch, die verschiedenen QoS-Anforderungen für jeden Dienst beizubehalten, eine dynamische Kanalzuteilung durchgeführt. Die dynamische Kanalzuteilung beruht auf dynamischen Messungen, Statistik und Vorhersage. Jedoch führt die dynamische Frequenz- und Kanalzuteilung (DFCA) aufgrund der Anforderung, daß die Kanal-Neuzuteilung häufig erfolgen muß, zu einem hohen Grad an Komplexität, um den Gewinn an Netzwerkkapazität zu erlangen. Außerdem beruht die dynamische Frequenz- und Kanalzuteilung (DFCA) auf Frequenzmessungen der vorhandenen Funkqualität, die im Funkkommunikationsnetzwerk verarbeitet werden müssen. Diese häufigen Messungen müssen mit Langzeitstatistik kombiniert werden, um Vorhersagen des geeignetsten Kanals für jeden anfordernden Teilnehmer zu treffen. Um eine Überlastung des Systems zu vermeiden, wird eine Methode der „weichen Zulassungssteuerung“ genutzt, wo keine Teilnehmer im System zugelassen werden, wenn der angeforderte Funkkanal nicht bereitgestellt werden kann. Außerdem schließt die dynamische Frequenz- und Kanalzuteilung (DFCA) die Möglichkeit aus, daß unterschiedliche Dienste mit unterschiedlichen QoS-Anforderungen den gleichen Kanal gemeinsam nutzen, das heißt, paketvermittelten Zugang für unterschiedliche QoS-Anforderungen.

[0009] Dementsprechend wäre es erwünscht, die Kapazität eines Funkkommunikationsnetzwerks hinsichtlich der Kanal- und Störungsbegrenzungen zu erhöhen, die auftreten, wenn versucht wird, die Kapazität zu erhöhen. Es wäre außerdem erwünscht, diese Erhöhung der Kapazität in Funkkommunikationsnetzwerken mit Unterstützung einer Vielfalt von Diensten zu erzielen. Ferner wäre es erwünscht, die Netzwerkkapazität zu erhöhen, ohne die Komplexität der Netzwerkplanung zu erhöhen. Außerdem wäre es erwünscht, die Netzwerkkapazität zu erhöhen, während gewährleistet wird, daß die verwendeten Methoden nicht die Einführung und Nutzung zukünftiger Verbesserungen verhindern.

[0010] Ein Verfahren zur Optimierung der Kapazität eines CDMA-Systems ist bereits durch US 6128500 bekannt. Die Aufgabe dieses bekannten Verfahrens besteht darin, die Probleme mit der kontinuierlichen Versorgung in einem CDMA-System zu lösen, wo der Versorgungsbereich der verschiedenen Zellen feststeht und die Last gleichförmig verteilt wird. Das Verfahren schätzt die effektiven Grenzen für jede aus der

Vielzahl von Zellen, was die effektive Summe der in ausgewählten Basisstationen empfangenen Leistung minimiert.

[0011] Die vorliegende Erfindung zielt auf die Maximierung der Kapazität in einem Funkkommunikationsnetzwerk, ohne die Zellengrenzen zu schätzen.

ZUSAMMENFASSUNG

[0012] Die vorliegende Erfindung stellt Verfahren und Vorrichtungen zur Bereitstellung eines Funkkommunikationsnetzwerks mit hoher Kapazität bereit. Das Netzwerk verwendet eine Methode mit niedriger Frequenzwiederverwendung zwischen den Zellen. Die Wiederverwendungsmethode wird so ausgewählt, daß die Zuteilung von Kanälen in jeder Zelle dazu führt, daß die Netzwerkstörung begrenzt wird. Die verwendete Wiederverwendungsmethode ist die Lastanteilplanung (FLP), die durch Kanalzuteilungsabstufung (CHAT) zu extremen Kapazitäten erweitert werden kann. Die Funkressourcen in jeder Zelle werden unter Verwendung einer Methode zur dienstbezogenen Leistungsfestlegung (SBPS) zugeteilt, so daß die Netzwerkkapazität maximiert wird, während ermöglicht wird, daß jede Dienstgruppe ihre erforderliche Dienstgüte-(QoS-)Anforderung erreicht. Um die Störung im Netzwerk zu begrenzen und somit den erforderlichen QoS-Grad für bereits zugelassene Teilnehmer beizubehalten bzw. zu steuern, wird eine Methode zur leistungsbezogenen Zulassungssteuerung (PBAC) verwendet, um die Zulassung neuer Teilnehmer in das Netzwerk zu steuern.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0013] Die Aufgaben und Vorteile der Erfindung werden durch Lesen der folgenden ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen verständlich, wobei diese folgendes zeigen:

[0014] [Fig. 1](#) stellt ein herkömmliches Funkkommunikationsnetzwerk dar;

[0015] [Fig. 2](#) stellt den Prozentsatz an zufriedenen Teilnehmern als Funktion des Prozentsatzes der Frequenzlast für ein GSM-Netzwerk dar, das eine Vielfalt von Verbesserungen auf Übertragungstreckenebene verwendet;

[0016] [Fig. 3](#) stellt die Sprachkapazität als Funktion der interaktiven Datenkapazität für isolierte Ressourcen, keine festgelegte Leistungsabweichung und eine Vielfalt von festgelegten Leistungsabweichungen zwischen den Sprach- und Datendiensten dar;

[0017] [Fig. 4A](#) stellt die Kapazität einer Art von Dienstgruppe als Funktion einer zweiten Art von Dienstgruppe ohne Planungspriorität dar;

[0018] [Fig. 4B](#) stellt die Kapazität einer Art von Dienstgruppe als Funktion einer zweiten Art von Dienstgruppe mit Planungspriorität dar;

[0019] [Fig. 5](#) stellt die maximale Last als Funktion des Anteils der Sprachteilnehmer für leistungsbezogene Zulassungssteuerung (PBAC) und für teilnehmerbezogene Zulassungssteuerung dar;

[0020] [Fig. 6A](#) stellt den Anteil der zufriedenen zugelassenen Teilnehmer als Funktion der normierten angebotenen Gesamtlast für Netzwerke dar, die keine Zulassungssteuerung, leistungsbezogene Zulassungssteuerung (PBAC) und teilnehmerbezogene Zulassungssteuerung verwenden;

[0021] [Fig. 6B](#) stellt die Sperrrate als Funktion der normierten angebotenen Gesamtlast für Netzwerke dar, die keine Zulassungssteuerung, leistungsbezogene Zulassungssteuerung (PBAC) und teilnehmerbezogene Zulassungssteuerung verwenden; und

[0022] [Fig. 7](#) stellt ein Verfahren zur Bereitstellung eines Netzwerks mit hoher Kapazität gemäß beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

[0023] In der folgenden Beschreibung werden zu Erklärungs- und nicht zu Begrenzungszwecken spezifische Einzelheiten ausgeführt, um ein umfassendes Verständnis der vorliegenden Erfindung zu ermöglichen. Jedoch wird für den Fachmann deutlich, daß die vorliegende Erfindung in anderen Ausführungsformen in die Praxis umgesetzt werden kann, die von diesen spezifischen Einzelheiten abweichen. In anderen Fällen werden ausführliche Beschreibungen von bekannten Verfahren, Vorrichtungen und Schaltungen weggelassen, um nicht dadurch die Beschreibung der vorliegenden Erfindung unverständlich zu machen.

[0024] Um ein Netzwerk mit hoher Kapazität zu erreichen, verwendet die vorliegende Erfindung eine Kombination von Methoden. Insbesondere verwendet die vorliegende Erfindung eine Kombination aus enger Frequenzwiederverwendung mit Lastanteilplanung/Kanalzuteilungsabstufung (FLP/CHAT), dienstbezogener Leistungsfestlegung (SBPS) und leistungsbezogener Zulassungssteuerung (PBAC). Obwohl es viele individuelle Methoden zur Erhöhung der Netzwerkkapazität gibt, haben die Anmelder erkannt, daß diese Kombination an enger Frequenzwiederverwendung mit FLP/CHAT, SBPS und PBAC synergistische Eigenschaften zeigt. Insbesondere ist es mit FLP, wahlweise mit CHAT erweitert, möglich, stets einen störungsbegrenzten Betrieb zu garantieren, bei dem SBPS und PBAC in ihrer vorteilhaftesten Umgebung arbeiten.

[0025] Um eine maximierte spektrale Gesamteffizi-

enz bei der Nutzung des zugeteilten Frequenzspektrums zu erreichen, ist es erwünscht, eine sehr enge Frequenzwiederverwendung zu verwenden, das heißt, viele oder alle der Frequenzen, die einem Funkkommunikationsnetzwerk zugeteilt sind, werden in allen Zellen verwendet. Die vorliegende Erfindung verwendet die Lastanteilplanung (FLP), die wahlweise durch Kanalzuteilungsabstufung (CHAT) zu extremen Kapazitäten erweitert werden kann, wobei diese Kombination hierin als FLP/CHAT bezeichnet wird. Bei Lastanteilplanung (FLP) wird ein enges Wiederverwendungsmuster, zum Beispiel 1-Wiederverwendung, für die Verkehrskanäle in einem gesamten Funkkommunikationsnetzwerk verwendet. Um eine akzeptable Funkqualität über die Verkehrskanäle bereitzustellen, werden in jeder Zelle weniger als 100% der zugeteilten Frequenzen verwendet, daher rührt die Bezeichnung der Lastplanung als „Anteilplanung“. Ein maximaler Lastanteil von weniger als 100% wird normalerweise dadurch garantiert, daß in jeder Zelle weniger Sendeempfänger installiert werden als es zugeteilte Frequenzen gibt. Durch Erhöhung der Anzahl der Sendeempfänger und/oder der pro Zelle zugeteilten Frequenzen können mehr Ressourcen verfügbar gemacht werden. Wenn das Verhältnis der Sendeempfänger zu den Frequenzen zunimmt, kann jedoch mehr Störung im Netzwerk verbreitet werden.

[0026] Um die Störungsdiversity zu maximieren und folglich das Leistungsvermögen zu erhöhen, wird ein zufallsgestütztes Frequenzsprungverfahren verwendet, vorzugsweise über eine große Zahl von Frequenzen. Das Frequenzsprungverfahren kann wahlweise durch die Verwendung eines Sprungverfahrens mit Mobilfunkgeräte-Zuteilungsindexversatz (MAIO) verbessert werden, um eine volle Nachbarkanal-Störungsdiversity innerhalb der und zwischen den Zellen sicherzustellen. Das zufallsgestützte Frequenzsprungverfahren verteilt die Störung statistisch gleich über alle Teilnehmer, und folglich kann gesagt werden, daß alle Teilnehmer den gleichen Störpegel erfahren. Wenn ein 1-Wiederverwendungsmuster im Netzwerk verwendet wird, werden in nächstgelegenen Zellen andere Frequenzsprungmuster verwendet. Wenn durch CHAT ein niedrigeres als das 1-Wiederverwendungsmuster im Netzwerk verwendet wird, werden auf den unterschiedlichen Kanalstufen jeder Zelle unterschiedliche Frequenzsprungmuster verwendet.

[0027] Es wird anerkannt, daß Verbesserungen auf Übertragungsstreckenebene dazu führen können, daß selbst 1-Wiederverwendungsnetzwerke, wie etwa Netzwerke mit Lastanteilplanung (FLP), in naher Zukunft sperrungsbegrenzt werden. [Fig. 2](#) stellt dieses Phänomen dar. Insbesondere ist [Fig. 2](#) ein Diagramm des Prozentsatzes an zufriedenen Teilnehmern in der Abwärtsstrecke als Funktion des Prozentsatzes der Frequenzlast mit verschiedenen Ver-

besserungen auf Übertragungsstreckenebene. Die durchgezogene Linie mit „+“-Zeichen stellt das Abwärtsstrecken-Leistungsvermögen mit dem Sprachcodec für verbesserte volle Rate (EFR) dar; die gestrichelte Linie mit „x“-Zeichen stellt das Abwärtsstrecken-Leistungsvermögen mit dem Sprachcodec „Mehrfachraten 59 volle Rate“ (MR59) dar; die Strichpunktlinie mit Rauten stellt das Abwärtsstrecken-Leistungsvermögen dar, wenn in den Abwärtsstreckenempfängern MR59 und Einzelantennen-Störunterdrückung (SAIR) verwendet werden; und die durchgezogene Linie mit Kreisen stellt das Abwärtsstrecken-Leistungsvermögen dar, wenn MR59, SAIR und adaptive Antennen (AA) verwendet werden. Die senkrechte Linie in [Fig. 2](#) stellt die Frequenzlast dar, bei der die maximal zulässige Sperrungswahrscheinlichkeit erreicht wird, in diesem Fall 2%.

[0028] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, nimmt, wenn nur EFR verwendet wird, der Prozentsatz der zufriedenen Teilnehmer in der Abwärtsstrecke schnell ab, wenn die Frequenzlast zunimmt. Mit jeder zusätzlichen Verbesserung auf Übertragungsstreckenebene bleibt die Anzahl der zufriedenen Teilnehmer länger hoch, wenn die Frequenzlast zunimmt. Mit der Kombination von MR59, SAIR und adaptiven Antennen (AA) bleibt der Prozentsatz der zufriedenen Teilnehmer in der Abwärtsstrecke bei hohen Frequenzlasten relativ hoch, und zwar bis zu dem Punkt, daß bei etwa 98% zufriedenen Teilnehmern die Sperrungsgrenze erreicht wird. Da eine typische Anforderung an das Leistungsvermögen in einem zellularen Netzwerk sein kann, daß 95% der Teilnehmer zufriedenstellende Qualität empfangen sollten, wird deutlich, daß hinsichtlich der Störung mehr Teilnehmer zugelassen werden könnten, wenn Kanäle verfügbar wären. Wenn keine Kanäle verfügbar sind, werden Netzwerke, die diese Kombination von Verbesserungen auf Übertragungsstreckenebene verwenden, kanalbegrenzt statt störungsbegrenzt. Um diese kanalbegrenzte Situation zu überwinden, verwendet die vorliegende Erfindung Kanalzuteilungsabstufung (CHAT).

[0029] Kanalzuteilungsabstufung (CHAT) erweitert die Lastanteilplanung (FLP) zu einer noch engeren Frequenzwiederverwendung als 1-Wiederverwendung, das heißt eine Wiederverwendung kleiner als 1, wenn Frequenzen in einer Zelle wiederverwendet werden. Um eine Frequenzwiederverwendung kleiner als 1 zu erzielen, unterteilt die Kanalzuteilungsabstufung (CHAT) die Sendeempfängerressourcen in einer Zelle in Gruppen, so genannte Kanalstufen, welche die gleichen Funkressourcen, das heißt Frequenzen, die der Zelle zugeteilt wurden, teilweise oder gänzlich gemeinsam nutzen. Um die Störung zwischen den Kanalstufen zu minimieren, werden in der vorliegenden Erfindung Frequenzsprungverfahren, adaptive Antennen, Empfänger mit Störunterdrückung und/oder erzwungenes Schweigen verwendet.

Für weitere Information bezüglich der Kanalzuteilungsabstufung (CHAT) sollte der interessierte Leser im US-Patent 6882847B2 mit dem Titel „Fractional Reuse Through Channel Tiering“ nachschlagen, das am 19.04.2005 veröffentlicht wurde.

[0030] Durch die Verwendung der FLP/CHAT-Kombination ist die durch jeden Teilnehmer erfahrene Störung statistisch gleich, und folglich ist der Pegel des Träger-Störverhältnisses (C/I) durch die empfangene Signalstärke C gegeben. Dies ist ideal für Funkressourcen-Verwaltungsalgorithmen wie etwa die dienstbezogene Leistungsfestlegung (SBPS) und die leistungsbezogene Zulassungssteuerung (PBAC), die nachstehend beschrieben werden. Da außerdem die Qualität für einen bestimmten Teilnehmer durch das C/I gegeben ist, kann jede Verbesserung des Leistungsvermögens oder des Gewinns auf der Übertragungsstreckenebene, zum Beispiel durch die Verwendung von Mehrfachraten-Sprachmodulatoren (AMR), Störungsunterdrückungskombinieren (IRC) oder SAIR, direkt in einen Kapazitätsgewinn für das Kommunikationsnetzwerk übersetzt werden. Der C/I-Übertragungstreckengewinn bedeutet, daß in den Empfängern mehr Störung toleriert werden kann, was wiederum ermöglicht, daß bei beibehaltener QoS mehr Teilnehmer im Netzwerk zugelassen werden können. Da das Netzwerk nicht kanalbegrenzt ist, ist ein Gewinn an Systemkapazität die direkte Folge.

[0031] Da die durch jeden Teilnehmer erfahrene Störung statistisch gleich ist, folgt, daß die durch jede Dienstgruppe erfahrene Störung gleich ist. Da die Verteilung des C/I für jede Dienstgruppe durch die empfangene Signalstärke C bestimmt wird, die wiederum durch die Ausgangsleistung und die Funkumgebung bestimmt wird, wäre es erwünscht, dienstbezogene Leistungsfestlegung (SBPS) zu verwenden, um die Kapazität zu maximieren (zumindest wenn die Teilnehmer unterschiedlicher Dienste auf eine ähnliche Art und Weise verteilt sind). Dienstbezogene Leistungsfestlegung (SBPS) ist dafür ausgelegt, die höchste Verkehrslast bereitzustellen, die unterstützt werden kann, während eine hinreichende QoS für alle Dienstgruppen beibehalten wird. Dies wird erreicht, indem die verfügbaren Leistungsressourcen zwischen den Dienstgruppen ausbalanciert werden, so daß die unterschiedlichen QoS-Anforderungen der unterschiedlichen Dienstgruppen gleichzeitig erfüllt werden. Man beachte, daß die dienstbezogene Leistungsfestlegung (SBPS) nicht die empfangene Signalstärke auf einen gegebenen Sollwert reguliert, sondern stattdessen ein statistisch sicheres C (oder C/I) für die ganze Dienstgruppe bereitstellt, indem eine Leistungsabweichung fix die gesamte Dienstgruppe verwendet wird. Diese durch die dienstbezogene Leistungsfestlegung (SBPS) verwendete Leistungsabweichung kann sowohl bei Diensten mit feststehender Leistung als auch bei dynamisch leis-

tungsregulierten Diensten angewendet werden. Im dynamisch leistungsregulierten Fall wird die Abweichung auf die maximale Leistung angewendet. Zum Beispiel kann die dienstbezogene Leistungsfestlegung (SBPS) eine Leistungsabweichung von 4 dB zwischen einer leistungsregulierten Sprachdienstgruppe und einer Datendienstgruppe mit feststehender Leistung bereitstellen. Dementsprechend wird die maximale Leistung der individuellen Mobilstationen in der Sprachdienstgruppe auf diese Abweichung von 4 dB bezogen.

[0032] [Fig. 3](#) stellt die Anwendung von dienstbezogener Leistungsfestlegung (SBPS) in einem Netzwerk dar, das eine Sprachdienstgruppe und eine Datendienstgruppe unterstützt. Insbesondere stellt [Fig. 3](#) die interaktive Datenkapazität als Funktion der Sprachkapazität mit verschiedenen Funkressourcenzuteilungen zwischen Sprach- und Datendienstgruppen dar. In [Fig. 3](#) stellt eine durchgezogene Linie mit offenen Kreisen dar, daß keine Leistungsabweichung zwischen den Sprach- und Datendienstgruppen verwendet wird; eine durchgezogene Linie mit schraffierten Kreisen stellt eine Leistungsabweichung von 3 dB zwischen den Sprach- und Datendienstgruppen dar; eine gestrichelte Linie mit offenen Kreisen stellt eine Leistungsabweichung von 6 dB zwischen den Sprach- und Datendienstgruppen dar; eine gestrichelte Linie mit schraffierten Kreisen stellt eine Leistungsabweichung von 9 dB zwischen den Sprach- und Datendienstgruppen dar; und eine durchgezogene Linie mit Rauten entlang der Kurve stellt dar, daß Sprach- und Datendienstgruppen getrennte, das heißt isolierte Ressourcen verwenden.

[0033] In einem Netzwerk, das leitungsvermittelte Sprache gemischt mit paketvermittelten interaktiven Teilnehmern mit einer Anforderung von 10 kbps/Zeitschlitz unterstützt, maximiert eine Leistungsabweichung von 6 dB zwischen den Sprach- und Datendienstgruppen die Netzwerkkapazität. Wie durch die Kurve dargestellt wird, welche die Zuteilung von getrennten Ressourcen zwischen den Sprach- und Datendienstgruppen darstellt, ist die Netzwerkkapazität geringer als diejenige, die mit der Leistungsabweichung von 6 dB bereitgestellt wird, die durch die Verwendung von dienstbezogener Leistungsfestlegung (SBPS) erreicht wird.

[0034] Man beachte, daß es vielleicht nicht möglich ist, durch eine feste Leistungsabweichung zwischen den Dienstgruppen gemäß dienstbezogener Leistungsfestlegung (SBPS) einen störungsbegrenzten Betrieb für alle möglichen Dienstmischungen zu erreichen. [Fig. 4A](#) ist ein Diagramm, das die Kapazität einer Dienstgruppe mit einer Prioritätsstufe, Priorität 1, als Funktion der Kapazität einer Dienstgruppe mit einer anderen Prioritätsstufe, Priorität 2, darstellt. Insbesondere ist die Dienstgruppe Priorität 1 eine paketvermittelte Dienstgruppe mit einer Anforderung

von 20 kbps/Zeitschlitz, während die Dienstgruppe Priorität 2 eine paketvermittelte Dienstgruppe mit einer Anforderung von 10 kbps/Zeitschlitz ist. In [Fig. 4A](#) stellt die durchgezogene Linie mit Kreisen eine Leistungsabweichung von 0 dB zwischen den Dienstgruppen Priorität 1 und Priorität 2 dar; die durchgezogene Linie mit Dreiecken stellt eine Leistungsabweichung von 2 dB zwischen den Dienstgruppen Priorität 1 und Priorität 2 dar; die durchgezogene Linie mit Quadraten stellt eine Leistungsabweichung von 4 dB zwischen den Dienstgruppen Priorität 1 und Priorität 2 dar; und die durchgezogene Linie mit diagonalen Kreuzen stellt eine Leistungsabweichung von 6 dB zwischen den Dienstgruppen Priorität 1 und Priorität 2 dar.

[0035] Wie in [Fig. 4A](#) dargestellt ist, wird die größte Kapazität für das Netzwerk erreicht, wenn entweder eine Leistungsabweichung von 4 dB oder von 6 dB zwischen den Dienstgruppen Priorität 1 und Priorität 2 verwendet wird. Wenn eine Leistungsabweichung von 4 dB zwischen den Dienstgruppen verwendet wird, gibt es jedoch Situationen, wie in [Fig. 4A](#) angegeben, in denen die Dienstgruppe Priorität 1 kanalbegrenzt ist. Außerdem gibt es, wenn eine Leistungsabweichung von 6 dB zwischen den Dienstgruppen verwendet wird, Situationen, in denen die Dienstgruppe Priorität 2 störungsbegrenzt ist. Dementsprechend ist es notwendig, in Abhängigkeit von der Kapazität der beiden Dienstgruppen unterschiedliche Leistungsabweichungen zwischen den Dienstgruppen zu verwenden, um für das Netzwerk die höchste Kapazität für diese beiden Dienstgruppen zu erzielen. Jedoch würde das Vorsehen unterschiedlicher Abweichungen zwischen Dienstgruppen in Abhängigkeit von der Kapazität der Dienstgruppen das Netzwerk unnötig kompliziert machen.

[0036] Um eine feststehende Abweichung zwischen zwei Dienstgruppen unabhängig von der Kapazität jeder Dienstgruppe zu erzielen, kann die vorliegende Erfindung Zeitplanungs- und/oder Kanalreservierungsprinzipien verwenden, um spezifischen Teilnehmergruppen Priorität zu geben. [Fig. 4B](#) ist ein Diagramm, das die Kapazität der Dienstgruppe Priorität 1 als Funktion der Kapazität der Dienstgruppe Priorität 2 in einem Netzwerk darstellt, das Zeitplanungspriorität verwendet. Es wird anerkannt, daß Zeitplanungspriorität die gemeinsame Nutzung des gleichen Kanals, zum Beispiel eines Zeitschlitzes, durch mehrere Teilnehmer bezeichnet, wobei ein oder mehrere Teilnehmer eine höhere Priorität als andere Teilnehmer haben und den gleichen Kanal öfter nutzen können. Es wird auch anerkannt, daß Kanalreservierung verwendet wird, um unterschiedliche Teilnehmer über die Kanäle zu verteilen, das heißt, die Entscheidung darüber, welche Kanäle genutzt und möglicherweise gemeinsam genutzt werden können. Die Leistungsabweichungen werden durch die gleiche Bezeichnung dargestellt, wie oben in Verbindung mit

[Fig. 4A](#) beschrieben wurde. Wie in [Fig. 4B](#) dargestellt, führt mit Zeitplanungspriorität eine Leistungsabweichung von 4 dB zwischen der Dienstgruppe Priorität 1 und der Dienstgruppe Priorität 2 zur effizientesten Verwendung der Netzwerkkapazität, unabhängig von der Dienstmischung zwischen den Dienstgruppen Priorität 1 und Priorität 2. Für mehr Information bezüglich dienstbezogener Leistungsfestlegung (SBPS) sollte der interessierte Leser in der US-Patentanmeldung „Method and Apparatus for Controlling Quality of Service for Multiple Services Through Power Setting“ nachschlagen, die am 01.08.2002 mit der Nummer US 2002/0102984A1 veröffentlicht wurde.

[0037] Man sollte anerkennen, daß sich die Teilnehmerqualität in störungsbegrenzten Netzwerken auf inakzeptable Werte verschlechtert, wenn die Verkehrslasten die Netzwerkkapazität überschreiten. Es wird anerkannt, da die vorliegende Erfindung störungsbegrenzte Szenarien und keine kanalbegrenzten Szenarien behandelt, daß normalerweise zusätzliche Kanäle verfügbar sind, wenn die Netzwerkkapazität für Störungen überschritten wird. Um diese überlasteten Situationen zu vermeiden, verwendet die vorliegende Erfindung ein Zulassungssteuerungsprinzip, das die zugelassene Verkehrslast auf Pegel begrenzt, die eine akzeptable Qualität für die zugelassenen Teilnehmer ergeben. Herkömmliche Zulassungssteuerungsprinzipien beruhen oft auf einer maximalen Anzahl von zugelassenen Teilnehmern. Wenngleich diese Zulassungssteuerung für ein Netzwerk akzeptabel sein kann, das nur eine Dienstart unterstützt, zum Beispiel leitungsvermittelten Sprachdienst, maximieren diese Zulassungssteuerungsprinzipien nicht die Netzwerkkapazität in Netzwerken, die mehrere Dienste unterstützen. Insbesondere erzeugen Teilnehmer unterschiedlicher Dienste in einem Netzwerk, das mehrere Dienste unterstützt, unterschiedliche Beträge der Störung, und die Anzahl der Teilnehmer, die unterstützt werden können, variiert mit der Dienstmischung. Dementsprechend kann ein auf einer Anzahl von zugelassenen Teilnehmern beruhendes Zulassungssteuerungsprinzip aufgrund des veränderlichen Betrags der Störung, die durch die unterschiedlichen Dienstgruppen verursacht wird, zu viele oder zu wenige Teilnehmer zulassen.

[0038] Um die Defizite von Zulassungssteuerungsprinzipien zu überwinden, die auf einer Anzahl von zugelassenen Teilnehmern beruhen, verwendet die vorliegende Erfindung ein Prinzip der leistungsbezogenen Zulassungssteuerung (PBAC). Das Prinzip der leistungsbezogenen Zulassungssteuerung (PBAC) gemäß der vorliegenden Erfindung läßt neue Teilnehmer nur dann in die Zelle oder eine Kanalstufe der Zelle ein, wenn eine Funktion der gegenwärtig in der Zelle oder in der Kanalstufe verwendeten Gesamtleistung plus eine Funktion der Leistung, die

durch den neuen Teilnehmer verwendet werden würde, einen vorbestimmten Schwellwert nicht überschreitet. Der vorbestimmte Schwellwert stellt eine Funktion der gegenwärtig in der Zelle oder in der Kanalstufe verwendeten Gesamtleistung dar, oberhalb derer von der Zelle oder Kanalstufe zuviel Störung erzeugt werden würde, so daß die Kommunikations-QoS innerhalb der Zelle oder Kanalstufe oder in anderen Zellen oder Kanalstufen unter einen akzeptablen Pegel absinkt.

[0039] [Fig. 5](#) ist ein Diagramm, das den Anteil der Sprachteilnehmer als Funktion der maximalen Last eines Netzwerks darstellt, das Zulassungssteuerung auf der Grundlage der Anzahl der zugelassenen Teilnehmer verwendet, wobei die Teilnehmer von Sprachdiensten und die Teilnehmer von Datendiensten gleich gezählt werden, und eines Netzwerks, das zulassungsbezogene Steuerung auf der Grundlage der durch die Dienstgruppen verwendeten Leistung verwendet, wobei die durch die Dienstgruppen verwendete Leistung auf der Grundlage der tatsächlichen den Dienstgruppen zugeteilten Leistungsmenge gewichtet wird. Wie in [Fig. 5](#) dargestellt, variiert bei gleichen Teilnehmer-Wichtungsfaktoren die maximale Last des Netzwerks mit der Dienstmischung. In diesem Fall ist diese Varianz auf die Fähigkeit des Netzwerks zurückzuführen, höhere Nur-Daten-Lasten als eine Nur-Sprache-Last zu tragen. Jedoch ist, wenn die Teilnehmer auf der Grundlage ihrer Ausgangsleistung gewichtet werden, wenn die Netzwerklast bestimmt wird, der resultierende Last-Meßwert weitgehend unabhängig von der Dienstmischung.

[0040] Eine weitere Veranschaulichung der Vorteile der leistungsbezogenen Zulassungssteuerung (PBAC) wird nunmehr in Verbindung mit [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) beschrieben. [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) stellen den Anteil der zufriedenen zugelassenen Teilnehmer bzw. den Betrag der Sperrung als Funktion der normierten angebotenen Gesamtlast dar. Die normierte angebotene Last (NOL) ist definiert als:

$$\text{NOL} = v/V + d/D$$

wobei v und d die angebotene Sprach- bzw. Datenlast sind und V und D die maximale dauerhafte Sprach- bzw. Datenlast für akzeptable Qualität in Einzeldienstnetzwerken sind. Ein Netzwerk, das relative Kapazitäten in Netzwerken mit gemischtem Dienst aufrechterhält, hat eine Kapazitätsgrenze von $\text{NOL} = 1$, und folglich wird anerkannt, daß, wenn $\text{NOL} = 2$, eine Sperrung von mindestens 50% erforderlich ist, um eine akzeptable Qualität für zugelassene Teilnehmer aufrechtzuerhalten.

[0041] In [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) stellen die dünnen Linien mit Pluszeichen Sprachdienste dar, während die dicken Linien mit Kreisen Datendienste darstellen. Insbesondere stellen die dünne durchgezogene Linie

mit Pluszeichen und die dicke durchgezogene Linie mit offenen Kreisen Sprachdienste bzw. Datendienste in einem Netzwerk ohne Zulassungssteuerung (No AC) dar; die dünne durchgezogene Linie mit Doppelpluszeichen und die dicke durchgezogene Linie mit schraffierten Kreisen stellen Sprachdienste bzw. Datendienste in einem Netzwerk mit leistungsbezogener Zulassungssteuerung (leistungsbezogene AC) dar; und die dünne gestrichelte Linie mit Pluszeichen und die dicke gestrichelte Linie mit schraffierten Kreisen stellen Sprachdienste bzw. Datendienste in einem Netzwerk mit teilnehmerbezogener Zulassungssteuerung (teilnehmerbezogene AC), das heißt auf der Anzahl der Teilnehmer beruhender Zulassungssteuerung, dar. Wie in [Fig. 6A](#) dargestellt, sorgt leistungsbezogene Zulassungssteuerung (leistungsbezogene AC) für einen größeren Anteil zufriedener Teilnehmer, da die normierte angebotene Gesamtlast im Vergleich zu einem Netzwerk, das keine Zulassungssteuerung (No AC) verwendet, zunimmt. Jedoch sorgt ein Netzwerk mit teilnehmerbezogener Zulassungssteuerung für einen größeren Anteil zufriedener Teilnehmer, verglichen mit einem Netzwerk mit leistungsbezogener Zulassungssteuerung (leistungsbezogene AC).

[0042] Nunmehr mit Bezug auf [Fig. 6B](#) hat die teilnehmerbezogene Zulassung eine höhere Sperrrate, verglichen mit einem Netzwerk mit leistungsbezogener Zulassungssteuerung (PBAC), da die normierte angebotene Gesamtlast zunimmt. Beim Vergleich von [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) ist zu sehen, daß der größere Anteil zufriedener Teilnehmer, der durch ein Netzwerk mit teilnehmerbezogener Zulassungssteuerung (teilnehmerbezogene AC) erzielt wird, um den Preis einer höheren Sperrrate erzielt wird, verglichen mit einem Netzwerk mit leistungsbezogener Zulassungssteuerung (leistungsbezogene AC). Diese höhere Sperrrate der teilnehmerbezogenen Zulassungssteuerung (teilnehmerbezogene AC) ist darauf zurückzuführen, daß dieses Netzwerk so dimensioniert ist, daß die ungünstigste Ausgangsleistung jeder Dienstgruppe berücksichtigt wird, wodurch die tatsächliche durch einen bestimmten Teilnehmer verursachte Störung überschätzt wird. Außerdem kann die niedrigere Sperrrate eines Netzwerks mit leistungsbezogener Zulassungssteuerung (PBAC) bei einer normierten angebotenen Gesamtlast, die um ein Mehrfaches größer als 1 ist, immer noch die erforderlichen 95% von zufriedenen Sprachteilnehmern und 90% von zufriedenen Datenteilnehmern erlangen. Man beachte, daß PBAC durch die Verwendung von unterschiedlichen Leistungsschwellwerten für jeden anvisierten Anteil von zufriedenen Teilnehmern parametrisiert werden kann. Für mehr Information bezüglich dienstbezogener Leistungsfestlegung (SBPS) und leistungsbezogener Zulassungssteuerung (PBAC) sollte der interessierte Leser in der US-Patentanmeldung mit dem Titel „Method and Apparatus for Controlling Quality of Service for Multiple Services Through Po-

wer Setting" nachschlagen, die am 01.08.2002 mit der Nummer US 2002/0102984A1 veröffentlicht wurde.

[0043] Nachdem nunmehr eine Übersicht der beispielhaften Komponenten der vorliegenden Erfindung vorgelegt worden ist, wird eine Beschreibung der Implementierung dieser Komponenten in einem Funkkommunikationsnetzwerk in Verbindung mit [Fig. 7](#) beschrieben. Zuerst weist das Netzwerk die Kanäle allen Zellen im Netzwerk zu (Schritt **710**). Diese Zuteilung schließt die FLP/CHAT-Methoden zur niedrigen Frequenzwiederverwendung ein, und gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung führt diese Zuteilung dazu, daß alle Frequenzen, die nach Zuteilung der Rundsende-Steuerkanal(BCCH-)Frequenzen für eine Zuteilung durch das Netzwerk als Verkehrskanäle verfügbar sind, in jeder Zelle oder Kanalstufe zugeteilt werden. Da die vorliegende Erfindung dafür ausgelegt ist, ein störungsbegrenztes Netzwerk statt eines kanalbegrenzten Netzwerks zu erzeugen, wird die Kanalzuteilung so durchgeführt, daß jeder Basisstation mehr Kanäle zugeteilt werden, als wegen der Netzwerkstörung verwendet werden können. Der Fachmann wird erkennen, wie Kanäle zuzuteilen sind, um ein System störungsbegrenzt zu machen, zum Beispiel durch Verwendung eines computergestützten Modellierungsprogramms. Nachdem die Kanäle zugeteilt worden sind, wird in jeder Zelle eine QoS für jede Dienstgruppe ausgewählt (Schritt **720**). Eine Menge von Funkressourcen, die für jede Dienstgruppe in jeder Zelle erforderlich sind, um die ausgewählte QoS zu erreichen, wird bestimmt, so daß alle Dienstgruppen die jeweilige QoS erreichen (Schritt **730**). Die Funkressourcen werden dann auf der Grundlage der Differenz zwischen den bestimmten Mengen von Funkressourcen zugeteilt (Schritt **740**). Die Zuteilung von Funkressourcen wird durchgeführt, indem eine feststehende Leistungsabweichung zwischen den Dienstgruppen vorgesehen wird, wie oben beschrieben. Die Schritte **720–740** stellen die oben beschriebene Methode zur dienstbezogenen Leistungsfestlegung (SBPS) dar. Als nächstes wird ein Schwellwert einer Funktion der Gesamtleistung bestimmt (Schritt **750**). Der Schwellwert wird so festgelegt, daß, wenn der Schwellwert überschritten werden würde, die zugelassenen Teilnehmer eine inakzeptable Verschlechterung der QoS erleiden würden. Eine Funktion der gegenwärtig durch zugelassene Teilnehmer verwendeten Leistung wird bestimmt (Schritt **760**). Neue Teilnehmer werden dann auf der Grundlage der bestimmten Funktion der durch zugelassene Teilnehmer verwendeten Leistung und des bestimmten Leistungsschwellwerts zugelassen (Schritt **770**). Die Schritte **750–770** stellen die oben beschriebene Methode zur leistungsbezogenen Zulassungssteuerung (PBAC) dar.

[0044] Man sollte anerkennen, daß die Kombination aus enger Frequenzwiederverwendung, SBPS und

PBAC aufgrund der Erkenntnis der Anmelder ausgewählt wird, daß diese Methoden synergistische Eigenschaften aufweisen. Insbesondere ist es mit FLP, wahlweise mit CHAT erweitert, möglich, stets einen störungsbegrenzten Betrieb zu garantieren, bei dem SBPS und PBAC in ihrer vorteilhaftesten Umgebung arbeiten. Jedoch sind viele Methoden zur Erhöhung der Netzwerkkapazität normalerweise nicht additiv. Zum Beispiel erreicht eine Kombination aus FLP/CHAT, SBPS und teilnehmerbezogener Zulassungssteuerung nicht die spektrale Effizienz, die erforderlich ist, um die hohe Netzwerkkapazität der vorliegenden Erfindung zu erreichen, weil die teilnehmerbezogene Zulassungssteuerung abhängig von der Dienstmischung ist und Netzwerke konservativ dimensioniert werden müssen, um eine ungünstigste Dienstmischung zu berücksichtigen.

[0045] Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit GSM/EDGE-Netzwerken beschrieben worden ist, die unter Verwendung einer FDMA/TDMA-Zugangsmethode kommunizieren, kann die vorliegende Erfindung auf andere Arten von Funkkommunikationsnetzwerken und andere Arten von Zugangsmethoden anwendbar sein.

[0046] Die Erfindung ist hierin mit Bezug auf bestimmte Ausführungsformen beschrieben worden. Jedoch ist für den Fachmann ohne weiteres erkennbar, daß es möglich sein kann, die Erfindung in anderen spezifischen Formen als den oben beschriebenen zu verwirklichen. Oben beschriebene Ausführungsformen dienen nur der Veranschaulichung und sollten in keiner Weise als Einschränkung verstanden werden. Der Schutzbereich der Erfindung ist durch die beigefügten Ansprüche und nicht durch die vorangegangene Beschreibung gegeben, und es ist beabsichtigt, daß alle Varianten und Äquivalente, die in den Grenzen der Ansprüche liegen, darin eingeschlossen sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Maximierung der Kapazität in einem Funk-Kommunikationsnetzwerk, mit den folgenden Schritten:

Zuweisen (**710**) einer Menge von Kanälen an jede Basisstation im Funk-Kommunikationsnetzwerk, wobei jede Basisstation einen zugeordneten Versorgungsbereich hat;

Auswählen (**720**) einer Dienstgüteanforderung (QoS) für eine erste Dienstgruppe und eine zweite Dienstgruppe für jede Basisstation im Funk-Kommunikationsnetzwerk;

Bestimmen (**730**) eines Betrags an Funkressourcen für die erste und die zweite Dienstgruppe, um die jeweilige Dienstgüteanforderung zu erreichen;

Zuweisen (**740**) der Funkressourcen zwischen der ersten und der zweiten Dienstgruppe;

Berechnen (**760**) einer Funktion der Leistung für alle

Teilnehmer in jedem Versorgungsbereich, der jeder Basisstation zugeordnet ist;

dadurch gekennzeichnet,

daß das Zuweisen (710) einer Menge von Kanälen an jede Basisstation mehr Kanäle unterstellt, als aufgrund von Netzwerkstörung zur Übertragung verwendet werden können,

daß das Zuweisen (740) der Funkressourcen zwischen der ersten und der zweiten Dienstgruppe auf einer Differenz zwischen dem bestimmten Betrag an Funkressourcen für die erste bzw. zweite Dienstgruppe beruht, wobei die Funkressourcen innerhalb der ersten und der zweiten Dienstgruppe pro Träger zugewiesen werden und wobei die Funkressourcen mindestens aus der Menge von Kanälen zugewiesen werden;

daß das Berechnen (760) einer Funktion der Leistung für alle Teilnehmer in jedem Versorgungsbereich auf der Dienstgüteanforderung (QoS) für die erste Dienstgruppe und die zweite Dienstgruppe beruht; und

Einlassen (770) neuer Teilnehmer in den einer der Basisstationen zugeordneten Versorgungsbereich, wenn die berechnete Funktion kleiner als ein vorbestimmter Schwellwert ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Kanäle eine Kombination aus mindestens einer Frequenz und mindestens einem Zeitschlitz umfassen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, ferner mit dem folgenden Schritt:

Kommunizieren zwischen den Basisstationen in jeder Gruppe und den Teilnehmern darin unter Verwendung von Frequenzsprungsequenzen über die gleiche Menge von Frequenzen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Frequenzsprungsequenzen für nächstgelegene Basisstationen in jeder Gruppe unterschiedlich sind.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Basisstationen in jeder Gruppe nächstgelegen sind, wenn ihre Übertragungen zu mehr als einem vorbestimmten Betrag an gegenseitiger Störung führen.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei jede Basisstation einen ersten Sendeempfänger und eine erste Antenne, die einer ersten Kanalebene zugeordnet sind, und einen zweiten Sendeempfänger und eine zweite Antenne, die einer zweiten Kanalebene zugeordnet sind, aufweist, wobei der erste und der zweite Sendeempfänger teilweise oder gänzlich die gleiche Menge von Kanälen gemeinsam nutzen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei jeder Kanal mindestens eine Frequenz und mindestens einen Zeitschlitz aufweist und wobei der erste und der zweite Sendeempfänger unter Verwendung unterschiedlicher Frequenzsprungsequenzen kommunizieren.

8. Verfahren nach Anspruch 1, ferner mit dem folgenden Schritt:

Unterteilen der Sendeempfängerressourcen jeder Basisstation in Kanalebenen, wobei jede Kanalebene teilweise oder gänzlich die gleichen Funkressourcen gemeinsam nutzt, wodurch der Betrag an Funkressourcen, die zwischen der ersten und der zweiten Dienstgruppe zugewiesen werden, durch die Unterteilung von Sendeempfängerressourcen erhöht wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Netzwerk Planungspriorität verwendet, um Teilnehmern jeder Dienstgruppe, die bereits in den Versorgungsbereich eingelassen sind, Zugang zu den Kanälen zu gewähren.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die zugewiesenen Funkressourcen ferner Sendeleistung aufweisen.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die in dem Zuweisungsschritt zugewiesenen Kanäle Verkehrskanäle sind und so zugewiesen werden, daß die Netzwerkstörung begrenzt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Funkressourcen in einer Leistungsmenge mindestens aus der Menge von Kanälen zugewiesen werden, ferner mit den folgenden Schritten:

Berechnen des Gesamtbetrags an durch die erste und die zweite Dienstgruppe verwendeten Funkressourcen; und

Zuweisen von Funkressourcen an einen neuen Funk-Kommunikationsnetzwerkteilnehmer, wenn der Gesamtbetrag an Funkressourcen kleiner als ein vorbestimmter Schwellwert ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei jeder Kanal mindestens eine Frequenz und mindestens einen Zeitschlitz aufweist.

14. Verfahren nach Anspruch 12, ferner mit dem folgenden Schritt:

Kommunizieren zwischen den Basisstationen und Teilnehmern im Funk-Kommunikationsnetzwerk unter Verwendung von Frequenzsprungsequenzen über die gleiche Menge von Frequenzen.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Frequenzsprungsequenz für nächstgelegene Basisstationen unterschiedlich ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Basisstationen nächstgelegen sind, wenn ihre Übertragungen zu mehr als einem vorbestimmten Betrag an gegenseitiger Störung führen.

17. Verfahren nach Anspruch 12, ferner mit dem folgenden Schritt:

Unterteilen der Sendeempfängerressourcen jeder

Basisstation in Kanalebenen, wobei jede Kanalebene teilweise oder gänzlich die gleichen Funkressourcen gemeinsam nutzt, wodurch der Betrag an Funkressourcen, die zwischen der ersten und der zweiten Dienstgruppe zugewiesen werden, durch die Unterteilung von Sendeempfängerressourcen erhöht wird.

18. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Versorgungsbereich eine Kanalebene ist, ferner mit den folgenden Schritten:

Berechnen einer Funktion der Leistung für alle Teilnehmer in jeder Kanalebene; und

Einlassen neuer Teilnehmer in jede Kanalebene, wenn die berechnete Funktion kleiner als ein vorbestimmter Schwellwert ist.

19. Verfahren nach Anspruch 18, ferner mit dem folgenden Schritt:

Kommunizieren zwischen den Basisstationen und den Teilnehmern im Funk-Kommunikationsnetzwerk unter Verwendung von Frequenzsprungsequenzen über die gleiche Menge von Frequenzen.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei die Frequenzsprungsequenz für jede Kanalebene der Basisstation unterschiedlich ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

Stand der Technik

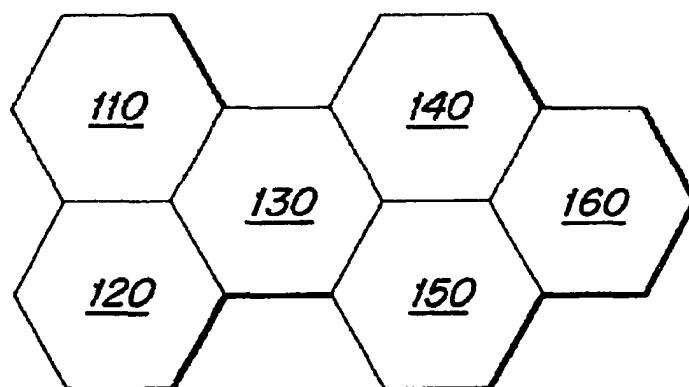


FIG. 2

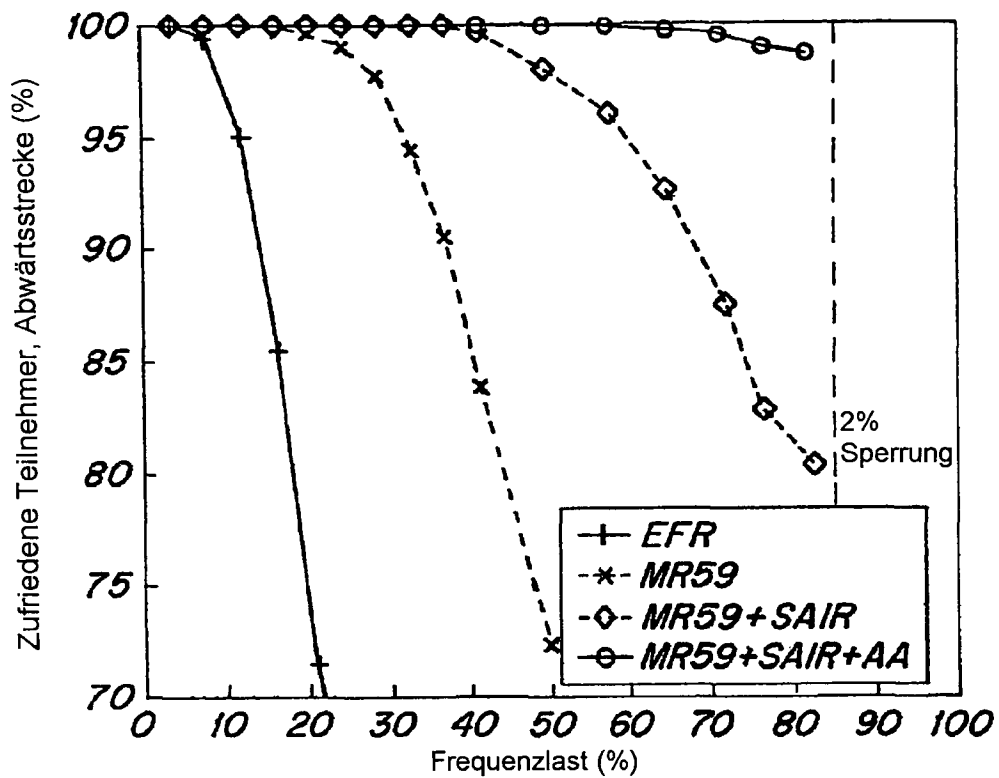


FIG. 3

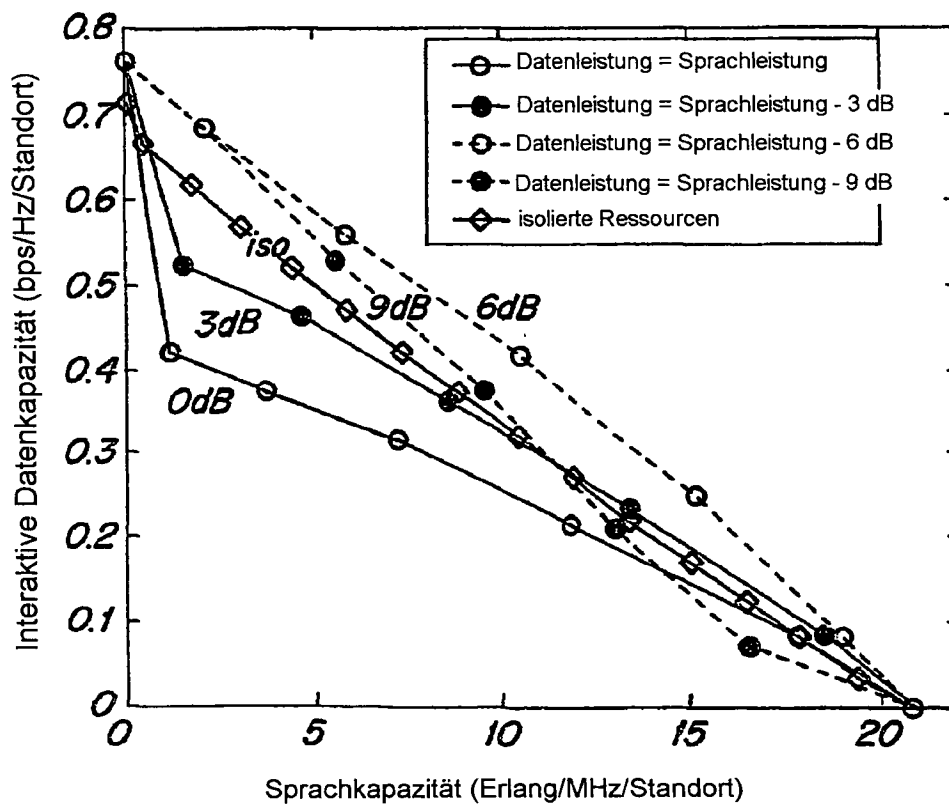


FIG. 4A

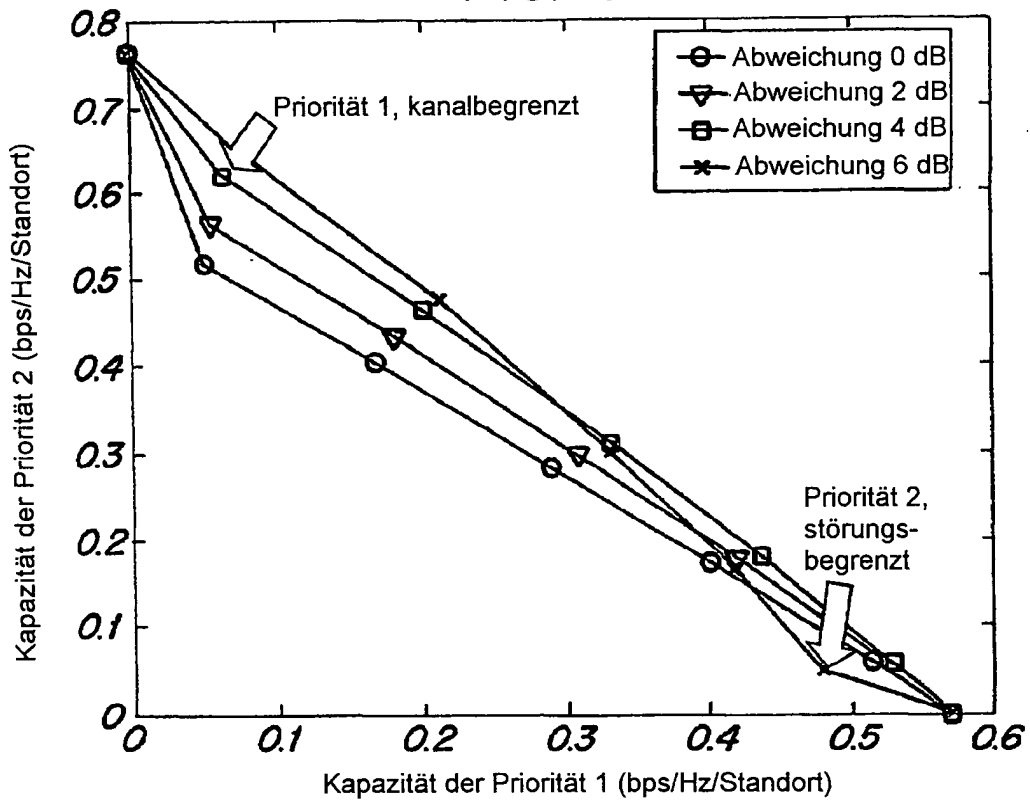


FIG. 4B

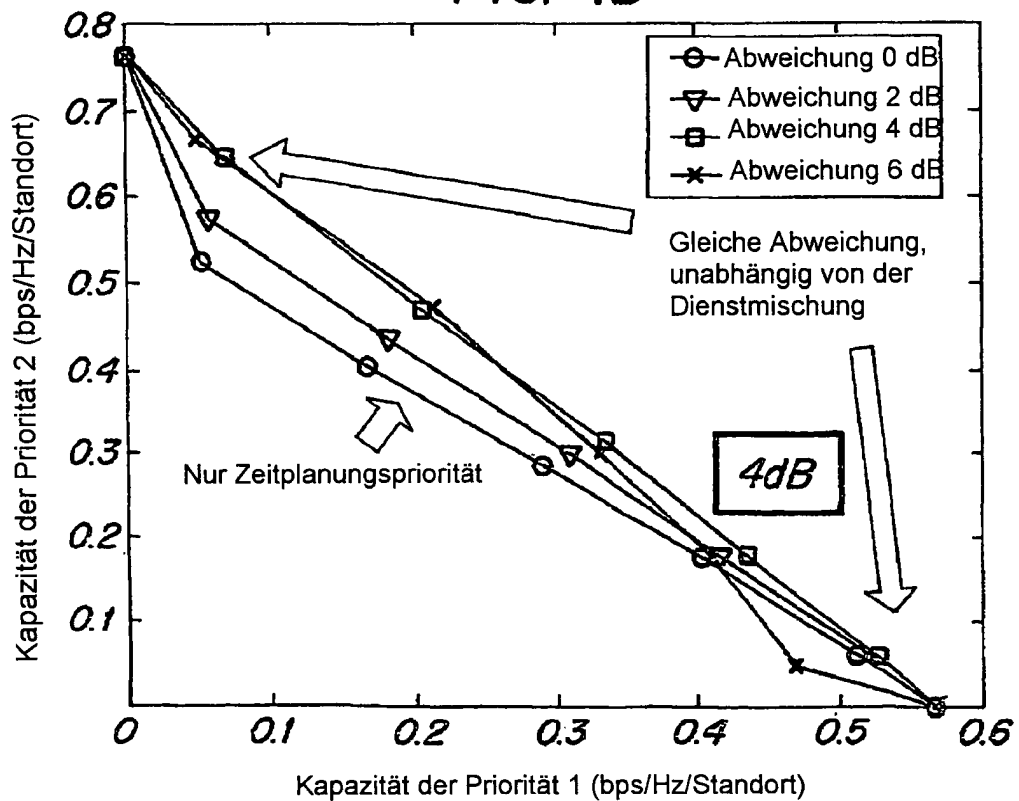


FIG. 5

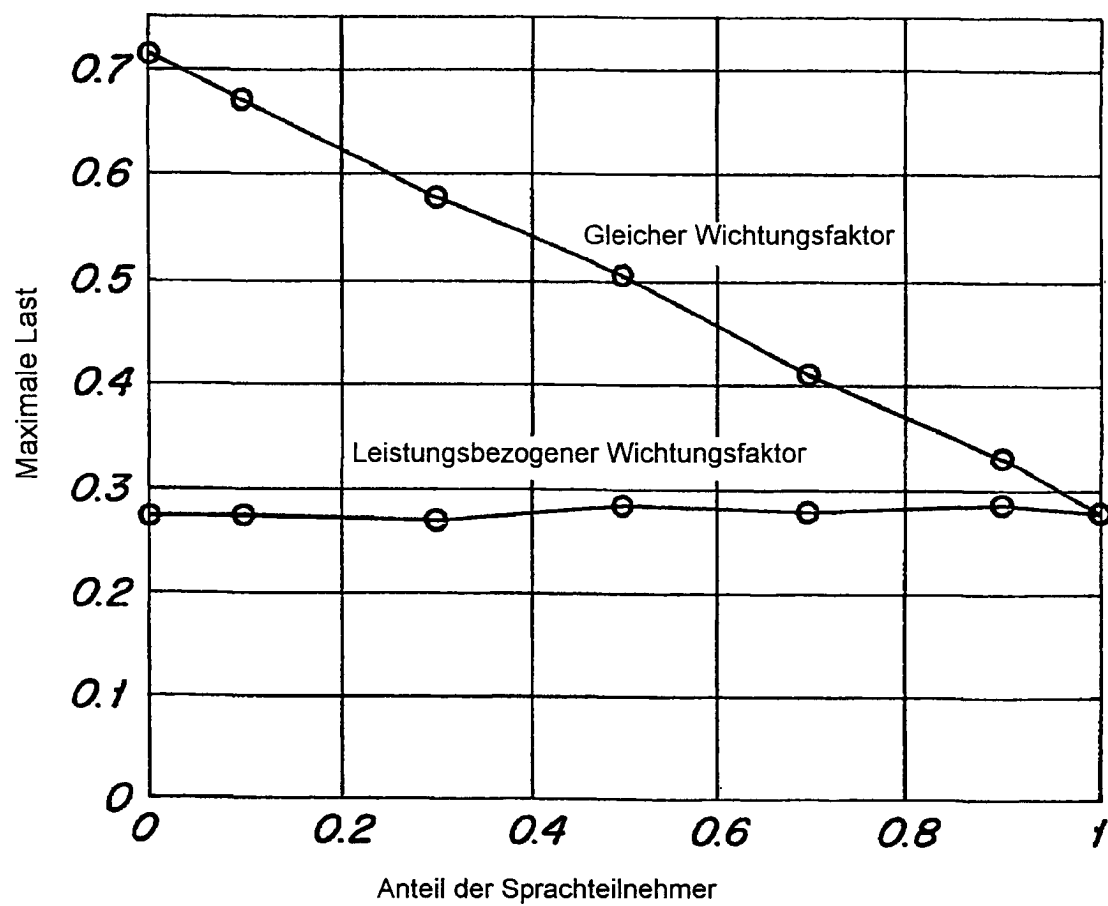


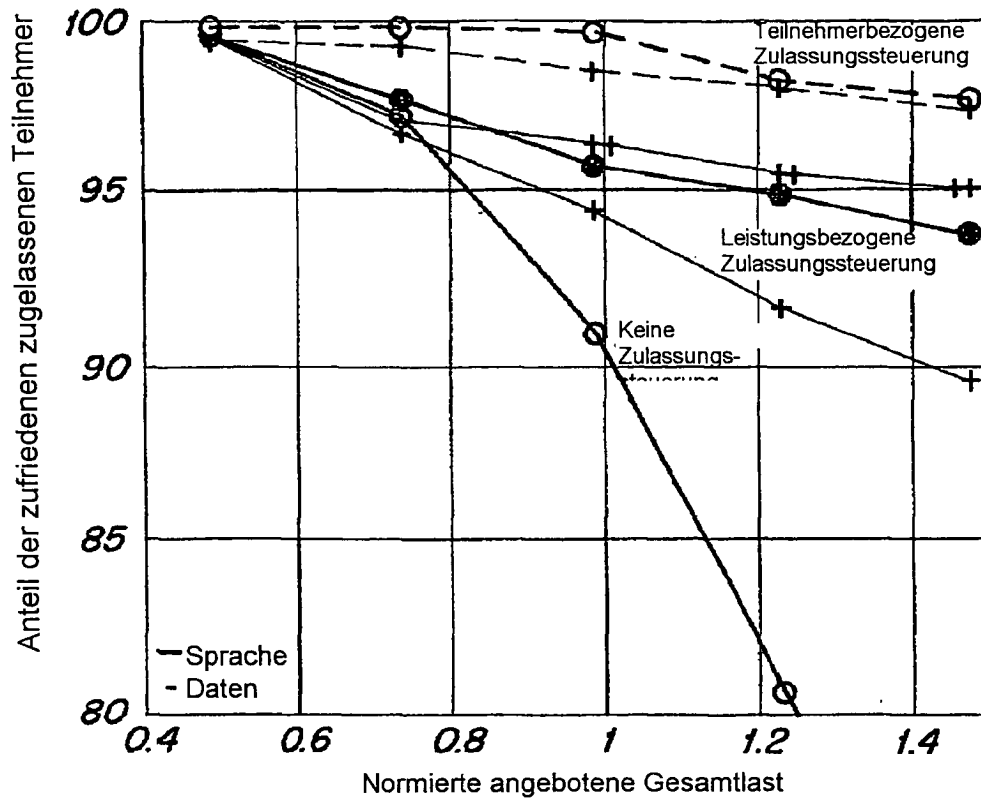
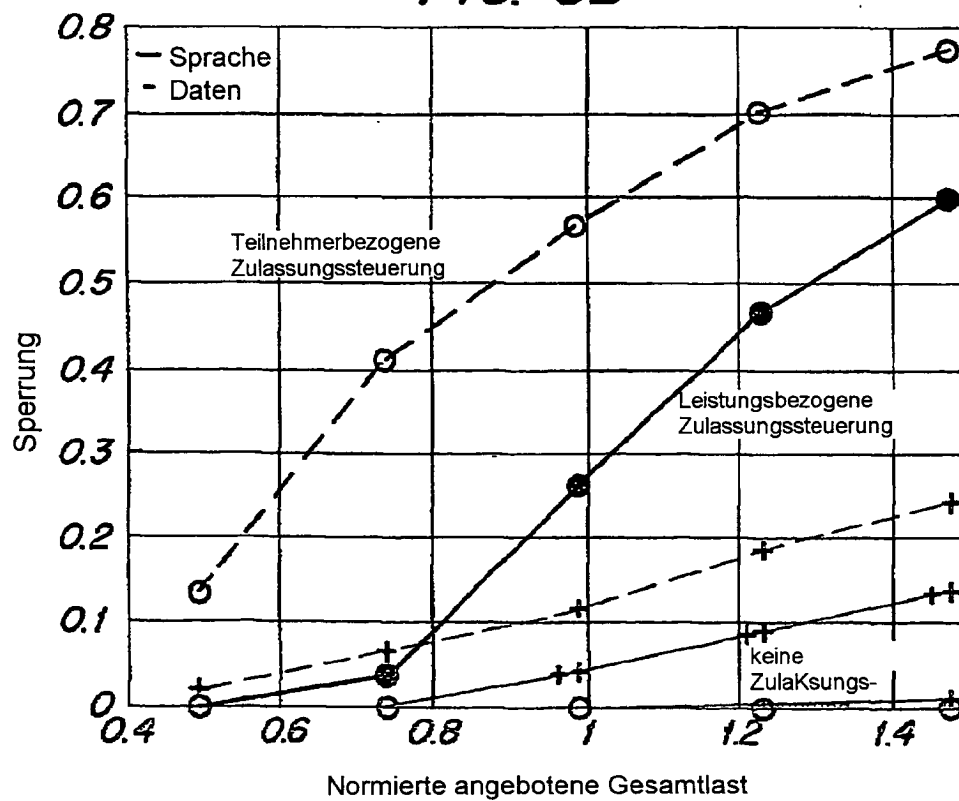
FIG. 6A**FIG. 6B**

FIG. 7

