



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 004 084 T2** 2007.06.06

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 595 368 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 004 084.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB2004/000649**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 712 105.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/075569**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.02.2004**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **02.09.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.11.2005**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **03.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.06.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H04L 12/56** (2006.01)
H04L 12/28 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0303859	19.02.2003	GB
0308931	16.04.2003	GB

(73) Patentinhaber:

Fujitsu Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:

W. Seeger und Kollegen, 81369 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Abedi, Saied, Berkshire RG1 4LY, GB

(54) Bezeichnung: **ABLAUFSTEUERUNG FÜR PAKETE**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Paketplanungsverfahren und -vorrichtungen zur Verwendung beispielsweise in drahtlosen Kommunikationssystemen. [Fig. 1](#) zeigt Teile eines drahtlosen Kommunikationssystems **1**. Das System umfasst mehrere Basisstationen **2**, von denen nur eine in [Fig. 1](#) gezeigt ist. Die Basisstation **2** versorgt oder bedient eine Zelle, in der sich mehrere individuelle Nutzer befinden können. Jeder Nutzer hat ein individuelles Anwendergerät (UE). Nur die Anwendergeräte UE2, UE11 und UE50 sind in [Fig. 1](#) dargestellt. Jedes UE ist zum Beispiel ein tragbares Endgerät (Handgerät) oder ein tragbarer Computer.

[0002] Bekanntlich werden in einem System mit Codemultiplex-Vielfachzugriff (CDMA) die an die verschiedenen UEs von der Basisstationen (auch bekannt als "Node-B") gesendeten Signale unterschieden, indem verschiedene Kanalisierungs-codes verwendet werden. Bei sogenannten drahtlosen Kommunikationssystemen der dritten Generation wurde eine Technik für einen Hochgeschwindigkeits-Downlink-Paketzugriff (HSDPA) vorgeschlagen, um Daten in der Abwärtsstrecke- oder Downlink-Richtung (von der Basisstation zu den UEs) zu übertragen. Bei dieser Technik stehen mehrere Kanäle zum Übertragen der Daten zur Verfügung. Diese Kanäle haben verschiedene Kanalisierungs-codes. Zum Beispiel kann es zehn verschiedene Kanäle C1 bis C10 geben, die für HSDPA in einer gegebenen Zelle oder einem Sektor einer Zelle zur Verfügung stehen. Bei HSDPA werden Downlink-Übertragungen in eine Reihe von Übertragungszeitintervallen (TTI) aufgeteilt, und ein Datenpaket wird auf jedem verschiedenen, zur Verfügung stehenden Kanal an das ausgewählte UE gesendet. Eine neue Wahl, welches UE von welchem Kanal bedient wird, kann in jedem TTI vorgenommen werden.

[0003] [Fig. 2](#) zeigt ein Beispiel zum Betrieb der HSDPA-Technik über eine Reihe von Übertragungszeitintervallen TTI1 bis TTI9. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, wird in TTI1 bestimmt, dass zwei Pakete an UE50 gesendet werden, vier Pakete an UE11 gesendet werden und vier Pakete an UE2 gesendet werden. Demgemäß werden zwei Kanäle UE50 zugeordnet, und vier Kanäle werden jeweils UE11 und UE2 zugeordnet. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist somit UE50 Kanälen C1 und C2 zugeordnet, UE11 ist Kanälen C3 bis C6 zugeordnet, und UE2 ist Kanälen C7 bis C10 zugeordnet.

[0004] Im nächsten Übertragungszeitintervall TTI2 wird einem neuen Anwendergerät UE1 ein Paket gesendet, und die in TTI1 spezifizierten übrigen UEs empfangen weiterhin Pakete.

[0005] Folglich verwendet das HSDPA-System effektiv mehrere parallele gemeinsam genutzte Kanäle, um Daten in Paketform von der Basisstation zu den verschiedenen UEs zu übertragen. Man erwartet, dass dieses System zum Beispiel zur Unterstützung beim Durchsuchen des World Wide Web (WWW) oder Browsing darin verwendet wird.

[0006] Um zu entscheiden, welches UE auf welchem Kanal in jedem TTI bedient werden soll, wird eine Paketplanungstechnik genutzt. Herkömmlicherweise wurden zur Verwendung in HSDPA zwei grundlegende Arten einer Planungstechnik in Betracht gezogen: eine Planungstechnik mit zyklischem Warteschlangenbetrieb (RR) (engl. round-robin) und eine Technik mit maximalem Träger-Interferenz-Verhältnis (Max-C/I).

[0007] Die grundlegende Technik mit zyklischem Warteschlangenbetrieb übersetzt oder kompiliert zuerst eine Liste der UEs, welche gegenwärtig Daten haben, die am Sender (Basisstation) auf Übertragung warten. Für jedes TTI wird das letzte UE in der Liste die höchste Priorität für das nächste TTI haben. Demgemäß werden die UEs nach der Art eines zyklischen Warteschlangenbetriebs oder Round-Robin-Art bedient. Bei der einfachsten Planungstechnik mit zyklischem Warteschlangenbetrieb wird angenommen, dass das UE mit der höchsten Priorität alle Kanäle nutzt. Jedoch ist auch eine Technik mit zyklischem Warteschlangenbetrieb und Paketgewichtung bekannt. Diese ordnet in jedem TTI die verfügbaren Kanäle einer Gruppe von Nutzern basierend auf den relativen Datenmengen für die verschiedenen UEs zu. Bei dieser paketgewichteten Technik werden UEs, welche mehr Daten haben, die auf Übertragung warten, mehr Kanäle zugeordnet.

[0008] Die Planungstechniken mit zyklischem Warteschlangenbetrieb betonen Fairness unter den wettstrebenden UEs im Hinblick auf die Zuordnung von Funkressourcen. Sie liefern jedoch eher einen verhältnismäßig schlechten Gesamtdurchsatz an Daten.

[0009] Die Planungstechnik mit Max-C/I ist ähnlich der Planungstechnik mit zyklischem Warteschlangenbetrieb, außer dass die Liste von UEs mit wartenden Daten in jedem TTI basierend auf einem Träger-Interferenz-Verhältnis (C/I), das von jedem UE gemeldet wird, sortiert wird. Das C/I ist ein Maß der Qualität des Kanals. Durch Sortieren der Liste von UEs basierend auf C/I wird UEs, die eine bessere Kanalqualität aufweisen,

eine größere Chance gegeben, ausgewählt zu werden. In der einfachsten Version der Technik werden alle Kanäle dem UE mit wartenden Daten zugeordnet, das das höchste C/I aufweist. Eine paketgewichtete Variante ist ebenfalls möglich, bei der statt eines Auswählens eines einzelnen UE mit dem höchsten C/I eine Gruppe von UEs mit den höchsten C/I-Werten ausgewählt wird und die verfügbaren Kanäle unter der Gruppe von UEs basierend auf den relativen Datenmengen, die jene UEs auf eine Übertragung wartend aufweisen, aufgeteilt werden.

[0010] Die Technik mit Max-C/I maximiert eher den gesamten Datendurchsatz, aber dies erfolgt auf Kosten der Fairness. Man kann erkennen, dass UEs, welche schlechte C/I-Werte melden, zum Beispiel weil sie von der Basisstation weit entfernt sind oder weil es viele andere interferierende UEs in der Umgebung gibt, nur sehr selten ausgewählt werden. Folglich leiden diese UEs eher wahrscheinlich an unannehmbar langen Verzögerungen beim Empfangen von Paketen.

[0011] Eine andere Planungstechnik ist in "A proposal of all-IP mobile wireless network architecture (3)-QoS packet schedule for base stations", Masahiro Ono et al., NEC Corporation, Technical Report of IEICE, MoMuC2002-203 (2002-05), S. 13–18, offenbart. Diese Paketplanungstechnik zielt darauf ab, die Anforderungen an die Qualität dieses Service oder Dienstes (QoS) verschiedener UEs zu erfüllen und die Systemkapazität zu maximieren, indem Zeitschlitze gemäß der Qualität drahtloser Verbindungen und den erforderlichen QoS-Pegeln adaptiv zugeordnet werden. Die Technik verwendet eine Hierarchie verschiedener individueller Scheduler oder Planer, die einen Max-C/I-Planer, einen Planer für proportionale Fairness (PF), einen Planer für einen gewichteten zyklischen Warteschlangenbetrieb (WRR) und einen Planer für einen zyklischen Warteschlangenbetrieb mit Priorität (PRR) einschließen. Pakete, die geplant werden sollen, werden von einem Klassifizierer gemäß den verschiedenen QoS-Anforderungen der verschiedenen UEs vorklassifiziert. Pakete, die zu verschiedenen Klassen gehören, werden dann verschiedenen Planern in der ersten Ebene von Planern in der Hierarchie zugeführt. Eine weitere Ablaufplanung oder -steuerung wird in einer zweiten und dritten Ebene der Hierarchie ausgeführt. Auf diese Weise werden mehrere individuelle Planer genutzt, um für die verschiedenen Anforderungen verschiedener Klassen von Diensten zu bedienen. Ein Einteilen oder Partitionieren des Planungsprozesses in einer festen oder sich langsam ändernden dynamischen Weise erweist sich als schwierig und ineffizient wegen der sich schnell ändernden Dynamik der Funkkanäle. Das Ergebnis kann sein, dass der Planer, der einer Teilung oder Partition (Klasse eines Dienstes) zugewiesen ist, unter hohem Druck stehen wird, die geforderten QoS-Pegel zu liefern, aber der einer anderen Partition (Klasse eines Dienstes) zugewiesene Planer zu wenig genutzt wird und freie Kapazität hat. Man stellt auch fest, dass die Effizienz und Leistung derartig partitionierter Planer sich beträchtlich verschlechtert, wenn der Umfang der gemeinsam genutzten Bandbreite und der Bereich von Diensten mit verschiedenen Anforderungen zunehmen. Versuche, einen gewissen Teil der verlorenen Effizienz in solchen partitionierten Planern wiederzugewinnen, haben in der Praxis nur eine erhöhte Rechenkomplexität und damit verbundene Kosten zur Folge.

[0012] In der britischen Patentveröffentlichung Nr. GB-A-2390775 hat der aktuelle Erfinder auch eine Paketplanungstechnik vorgeschlagen, die einen genetischen Algorithmus verwendet. Bei dieser Technik werden für jedes TTI mehrere Kandidaten-Planungslösungen erzeugt. Jede Kandidatenlösung entspricht einem Individuum im genetischen Algorithmus und spezifiziert, welche Empfänger welchen Kanälen in dem betreffenden TTI zugeordnet werden sollen. Die Tauglichkeit jeder Kandidaten-Planungslösung wird bestimmt. Die Tauglichkeit kann mehrere verschiedene Maße der Leistung der betreffenden Planungslösung, zum Beispiel Durchsatz, Verzögerung und Fairness, berücksichtigen. Die einzelnen Leistungsmaße können gewichtet werden, wenn die Tauglichkeit für jede Kandidatenlösung bestimmt wird. Individuen in der aktuellen Generation werden basierend auf den Tauglichkeitswerten der entsprechenden Kandidatenlösungen als Eltern ausgewählt. Tauglichere Lösungen haben eine höhere Chance, als Eltern ausgewählt zu werden. Kinder (Kandidatenlösungen für die nächste Generation) werden von den ausgewählten Eltern gemäß genetischen Operatoren wie zum Beispiel Kreuzung oder Mutation erzeugt. Auf diese Weise verfeinert der genetische Algorithmus über eine Reihe von Iterationen (Generationen) die Kandidaten-Planungslösungen, bis an einem gewissen Punkt eine einzige beste Lösung für das betrachtete TTI ausgewählt wird.

[0013] Obgleich solch ein genetischer Algorithmus die Möglichkeit bietet, eine viel bessere Planungsleistung als herkömmliche Techniken zum Beispiel eine Planung mit zyklischem Warteschlangenbetrieb und eine Planung mit Max-C/I zu erzielen, erfordert er signifikante Rechenressourcen, besonders wenn die Population der Individuen groß ist.

[0014] Es ist daher wünschenswert, eine Paketplanungstechnik zu schaffen, welche die Nachteile partitionierter Scheduler oder Planer vermeidet, ohne eine solch große Berechnungsressource wie eine auf einem genetischen Algorithmus basierende Paketplanungstechnik zu erfordern.

[0015] US 2002/017628 A1 offenbart ein Paketplanungsverfahren zum Planen von Datenpaketen für eine Übertragung von einem Sender über mindestens einen Kanal zu mehreren Empfängern, welches Verfahren umfasst: Erzeugen, für jeden individuellen Empfänger, von mindestens zwei verschiedenen individuellen Maßen, wobei jedes ein Maß einer Planungsleistung in einem oder mehreren verschiedenen Aspekten ist; Erzeugen, für jeden individuellen Empfänger, eines kombinierten Maßes der Planungsleistung in mindestens zwei verschiedenen Aspekten, indem die individuellen Maße für den betreffenden Empfänger kombiniert werden; und Verwenden der jeweiligen kombinierten Maße für verschiedene Empfänger, um den (die) Empfänger zu entscheiden, an den (die) Pakete gesendet werden sollen. Bei diesem Verfahren werden für jeden Empfänger zwei individuelle Maße einer Planungsleistung erzeugt. Das erste individuelle Maß ist die Datenratenanforderung (DRR), die mit der Qualität des Übertragungskanals zusammenhängt. Die DRR kann zum Beispiel auf ein von dem Empfänger gemeldetes C/I-Verhältnis gestützt werden. Das zweite individuelle Maß ist ein hochgerechneter oder geplanter Durchsatz T' zum Empfänger. Dieser wird in jedem Übertragungsschlitz unter Verwendung eines Tiefpassfilters basierend auf der DRR für den Empfänger aktualisiert. Das kombinierte Maß ist das Verhältnis DRR/T' . Um den Einfluss von DRR im Verhältnis zu T' zu reduzieren und daher die Fairness zu verbessern, kann das kombinierte Maß zu $DRR/(T')^\alpha$ modifiziert werden, wobei α ein allen Empfänger gemeinsamer Fairnessparameter ist.

[0016] US 6493331 offenbart ein Verfahren, um Datenübertragungen für mehrere Empfängereinheiten in einem Kommunikationssystem zu schaffen. Gemäß dem Verfahren wird ein erster Satz von Parameter, die zum Planen von Datenübertragungen verwendet werden sollen, aktualisiert, und die Datenübertragungen zu den Nutzern werden priorisiert und verfügbaren Kanälen basierend auf ihren Prioritäten zugewiesen. Ein zweiter Satz von Parameter, die zum Übertragen genutzt werden sollen, wird aktualisiert, und die Datenübertragungen werden auf den zugewiesenen Kanälen unter Verwendung des aktualisierten zweiten Satzes von Parametern an die Empfängereinheiten gesendet. Die Leistung (zum Beispiel FER) der Datenübertragungen kann gemessen werden, und die Übertragungsleistungspegel und/oder Datenraten für die Datenübertragung können basierend auf der gemessenen Leistung demgemäß eingestellt werden.

[0017] Der erste Satz Parameter kann zum Beispiel Kanalbelegungswahrscheinlichkeiten, Belastungswahrscheinlichkeiten, eine Charakterisierung von C/I der Empfängereinheiten oder Back-off-Faktoren oder eine Kombination davon einschließen. Um die Priorisierung durchzuführen, können Kanalmetriken für die verfügbaren Kanäle für jede Empfängereinheit unter Verwendung des aktualisierten ersten Satzes Parameter berechnet werden. Die Kanalmetriken können sich auf den (z.B. realisierbaren oder tatsächlichen) kumulativen Durchsatz für die Empfängereinheiten, Unterbrechungswahrscheinlichkeiten, erwartetes C/I oder irgendwelche andere Maße beziehen und können ferner die erwartete Interferenz von interferierenden Quellen widerspiegeln.

[0018] Ein Paketplanungsverfahren, das einen ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung verkörpert, ist gekennzeichnet durch: Zuweisen jeweiliger Gewichtungen zu dem mindestens zwei verschiedenen Aspekten der Planungsleistung; Kombinieren der individuellen Maße gemäß den zugewiesenen Gewichtungen, um das kombinierte Maß zu erzeugen; und ferner dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein individuelles Maß von zumindest einem besagten Aspekt, der ein anderes der individuellen Maße beeinflusst, unabhängig ist.

[0019] Solch ein Verfahren ermöglicht, dass eine Planung von Daten für alle Empfänger als eine einzige Gruppe ausgeführt wird, ohne die Empfänger in verschiedenen Planungsklassen wie z.B. verschiedene Service- oder Dienst-Typen klassifizieren zu müssen. Solch ein Verfahren ermöglicht auch, dass die Planung mehrere verschiedene Leistungsaspekte ohne die Berechnungskomplexität von Planern, die auf genetischen Algorithmen basieren, zu berücksichtigen. Da die individuellen Maße von einander unabhängig sind, ist es möglich, eine genaue Steuerung der Planungsleistung, die durch Steuern der Gewichtungen erzielt werden soll, zu erreichen.

[0020] Die Gewichtungen können von einem Bediener des Senders eingestellt werden oder können basierend auf der Planungsleistung automatisch eingestellt werden. Dies ermöglicht, dass die Planungsleistung für verschiedene Verkehrsmischungen oder Kanalbedingungen zugeschnitten wird.

[0021] Zumindest ein besagtes individuelles Maß kann durch eine Priorität beeinflusst werden, die dem Empfänger individuell zugewiesen wurde, oder durch eine Priorität, die von einer Art von an den Empfänger gelieferten Dienst (z.B. WWW-Browsing oder -Durchsuchen, Video) zugewiesen wurde.

[0022] Zumindest ein individuelles Maß wird eingestellt, um eine Fehlanpassung zwischen ihm und einem anderen der eingestellten Maße zu reduzieren. Die Maße können so eingestellt werden, dass sie alle im gleichen

Bereich z.B. 0 bis 1 liegen, so dass gleiche Gewichtungen einen gleichen Effekt auf die verschiedenen Maße haben.

[0023] Eines oder mehrere der individuellen Maße können normiert werden; z.B. kann der Wert für irgendeinen Elementempfänger in Bezug auf die Summe der Werte für alle Empfänger normiert werden.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform wird das oder jedes besagte kombinierte Maß erzeugt, indem ein Produkt der individuellen Maße für den betreffenden Empfänger gebildet wird.

[0025] Es kann mehrere Kanäle geben, die zum Übertragen oder Senden von Daten an die Empfänger zur Verfügung stehen, wie z.B. in einem HSDPA-System. In diesem Fall umfasst das Verfahren ferner vorzugsweise: Erzeugen jeweiliger erster und zweiter derartiger kombinierter Maße für jeden individuellen Empfänger; Erstellen einer Rangfolge der Empfänger basierend auf ihren jeweiligen ersten kombinierten Maßen und Bilden einer Liste der Empfänger in der Reihenfolge, in der sie nach Rangfolge geordnet sind; und Zuordnen von Kanälen zu den Empfängern in der Liste, basierend auf ihren jeweiligen zweiten kombinierten Maßen, beginnend vom Empfänger mit dem höchsten Rang in der Liste.

[0026] In dieser Ausführungsform wird die Entscheidung über die Empfänger, an die Pakete gesendet werden sollen, durch sowohl das erste als auch zweite kombinierte Maß beeinflusst, was eine größere Flexibilität über die Planungsentscheidung ergibt. Es ist möglich, dass zumindest ein Aspekt verschiedenen jeweiligen Gewichtungen zum Erzeugen des ersten bzw. zweiten kombinierten Maßes zugewiesen wird.

[0027] Es gibt viele verschiedene Aspekte der Planungsleistung, die zu berücksichtigen wünschenswert sein kann. Diese können umfassen: Erfolg oder Misserfolg beim Liefern von Daten an den Empfänger innerhalb einer tolerierbaren Verzögerungsschwelle; Qualität eines Kanals zwischen dem Sender und dem Empfänger; wie viele Daten schätzungsweise erfolgreich an den Empfänger lieferbar sind; wie viele Daten beim Sender auf Übertragung zum Empfänger warten; Verzögerung beim Liefern von Daten an den Empfänger; und Fairness zwischen verschiedenen Empfängern. Die Aspekte müssen nicht Betriebsaspekte sein. Zum Beispiel könnte ein rein ökonomischer Aspekt wie z.B. die Profitabilität für den Bediener oder Betreiber beim Liefern eines Dienstes an einen Empfänger berücksichtigt werden.

[0028] Das Verfahren wird vorzugsweise iterativ für eine Reihe von Planungsmomenten z.B. TTIs ausgeführt. In einer Ausführungsform werden für jeden Planungsmoment neu kombinierte Maße für die Empfänger erzeugt, und es wird eine neue Entscheidung über den (die) Empfänger getroffen, an den oder die Pakete gesendet werden sollen.

[0029] Die Übertragung kann eine drahtlose Übertragung sein; der Sender kann Teil einer Basisstation eines drahtlosen Kommunikationssystems sein, und jeder Empfänger kann Teil eines Anwendergeräts dieses Systems sein.

[0030] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Paketplanungsvorrichtung zum Planen von Paketen von Daten zum Übertragen von einem Sender zu mehreren Empfängern über zumindest einen Kanal vorgesehen, welche Vorrichtung umfasst: Mittel, um für jeden individuellen Empfänger zumindest zwei verschiedene individuelle Maße zu erzeugen, wobei jedes ein Maß einer Planungsleistung in einem oder mehreren verschiedenen Aspekten ist; Mittel, um für jeden individuellen Empfänger ein kombiniertes Maß einer Leistung der Vorrichtung in zumindest zwei verschiedenen Aspekten zu erzeugen, indem die individuellen Maße für den betreffenden Empfänger kombiniert werden; und Mittel, um die jeweiligen kombinierten Maße für verschiedene Empfänger zu verwenden, um den (die) Empfänger zu entscheiden, an den (die) Pakete gesendet werden sollen; gekennzeichnet durch: Mittel, um den zumindest zwei verschiedenen Aspekten einer Leistung der Paketplanungsvorrichtung Gewichtungen zuzuweisen; und ferner dadurch gekennzeichnet, dass das kombinierte Maße erzeugende Mittel betreibbar ist, um die individuellen Maße gemäß den zugewiesenen Gewichtungen zu kombinieren, um das kombinierte Maß zu erzeugen; und zumindest ein individuelles Maß von mindestens einem Aspekt unabhängig ist, der ein anderes der individuellen Maße beeinflusst.

[0031] Gemäß einem dritten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Sender vorgesehen mit: einer Paketplanungsvorrichtung, die den oben erwähnten zweiten Aspekt der Erfindung verkörpert; und ein Sendemittel, das wirksam mit der Paketplanungsvorrichtung verbunden und betreibbar ist, um zu veranlassen, dass Pakete an den (die) Empfänger(n) gesendet werden, der (die) durch die Paketplanungsvorrichtung entschieden wurde(n).

- [0032] Nun wird beispielhaft auf die beiliegenden Zeichnungen verwiesen, in welchen:
- [0033] [Fig. 1](#), hierin oben diskutiert, Teile eines drahtlosen Kommunikationssystems zeigt, das eine HSDPA-Technik für Downlink-Übertragungen verwendet;
- [0034] [Fig. 2](#) ein Beispiel der Operation der HSDPA-Technik in dem System von [Fig. 1](#) zeigt;
- [0035] [Fig. 3](#) ein Diagramm einer die vorliegende Erfindung verkörpernden Paketplanungsvorrichtung zeigt;
- [0036] [Fig. 4](#) ein Flussdiagramm ist, das eine Operation einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;
- [0037] [Fig. 5](#) ein Diagramm ist, das ein Beispiel eines Kanalzuordnungsprozesses zeigt, der in der Ausführungsform von [Fig. 4](#) ausgeführt wird;
- [0038] [Fig. 6](#) ein schematisches Diagramm zur Verwendung beim Erläutern eines Verkehrsszenarios mit gemischtem Dienst in einem HSDPA-System ist;
- [0039] [Fig. 7](#) eine schematische Ansicht zur Verwendung beim Erläutern einer zellularen Umgebung in einem HSDPA-System ist;
- [0040] [Fig. 8](#) ein Diagramm ist, das ein erstes simuliertes Beispiel einer Paketübertragungsaktivität in einem HSDPA-System veranschaulicht;
- [0041] [Fig. 9](#) eine graphische Darstellung ist, die beispielhafte Variationen in einem Träger-Interferenz-Verhältnis eines Downlink-Kanals über eine Reihe von Übertragungszeitintervallen für verschiedene UEs in einem HSDPA-System veranschaulicht;
- [0042] [Fig. 10](#) eine graphische Darstellung ist, die eine kumulative Dichtefunktion des Gesamtdurchsatzes von Daten gegen eine Verzögerungscharakteristik für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und für einen herkömmlichen Planer in dem ersten simulierten Beispiel veranschaulicht;
- [0043] [Fig. 11](#) eine graphische Darstellung ist, die eine kumulative Dichtefunktion eines durchschnittlichen Durchsatzes von WWW-Browsing-Daten gegen eine Verzögerungscharakteristik für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und für einen herkömmlichen Planer in dem ersten simulierten Beispiel veranschaulicht;
- [0044] [Fig. 12](#) eine graphische Darstellung ist, die eine kumulative Dichtefunktion eines durchschnittlichen Durchsatzes von Videodaten gegen eine Verzögerungscharakteristik für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und für einen herkömmlichen Planer in dem ersten simulierten Beispiel veranschaulicht;
- [0045] [Fig. 13](#) eine graphische Darstellung ist, die eine Varianz des Durchsatzes von Daten über die Zeit von verschiedenen UEs für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und für einen herkömmlichen Planer im ersten simulierten Beispiel veranschaulicht;
- [0046] [Fig. 14](#) ein Histogramm ist, das eine Paketübertragungsaktivität für individuelle UEs in dem ersten simulierten Beispiel für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;
- [0047] [Fig. 15](#) ein Histogramm ist, das [Fig. 14](#) entspricht, aber für einen herkömmlichen Planer;
- [0048] [Fig. 16](#) ein Diagramm ist, das ein zweites simuliertes Beispiel einer Paketübertragungsaktivität in einem HSDPA-System veranschaulicht;
- [0049] [Fig. 17](#) eine graphische Darstellung ist, die eine Qualität eines Dienst-Niveaus für WWW-Browsing über die Zeit für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und für einen herkömmlichen Planer in dem zweiten simulierten Beispiel veranschaulicht;
- [0050] [Fig. 18](#) eine graphische Darstellung ist, die eine Qualität eines Dienst-Niveaus für Videodaten über die Zeit für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und für einen herkömmlichen Planer in dem zweiten simulierten Beispiel veranschaulicht;

[0051] [Fig. 19](#) eine graphische Darstellung ist, die eine Gesamtqualität des Dienst-Niveaus über die Zeit für WWW-Browsing- und Videodaten für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und für einen herkömmlichen Planer in dem zweiten simulierten Beispiel veranschaulicht;

[0052] [Fig. 20](#) eine graphische Darstellung ist, die den gesamten Durchsatz über die Zeit für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und für einen herkömmlichen Planer in dem zweiten simulierten Beispiel veranschaulicht;

[0053] [Fig. 21](#) eine graphische Darstellung ist, die einen durchschnittlichen Durchsatz in jedem Übertragszeitintervall für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und für einen herkömmlichen Planer in dem zweiten simulierten Beispiel veranschaulicht;

[0054] [Fig. 22](#) eine graphische Darstellung ist, die eine Varianz des Durchsatzes von Daten über die Zeit für verschiedene UEs für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und für einen herkömmlichen Planer im zweiten simulierten Beispiel veranschaulicht;

[0055] [Fig. 23](#) ein Blockdiagramm einer Paketplanungsvorrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0056] [Fig. 24](#) ein Blockdiagramm einer Paketplanungsvorrichtung gemäß noch einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0057] [Fig. 25](#) eine graphische Darstellung ist, die eine Variation einer Berechnungskomplexität einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit der Anzahl von UEs veranschaulicht.

[0058] [Fig. 3](#) zeigt ein Blockdiagramm einer Paketplanungsvorrichtung **10**, die die vorliegende Erfindung verkörpert. Die Vorrichtung **10** wird verwendet, um Pakete von Daten zur Übertragung von einem Sender über zumindest einen Kanal zu mehreren Empfängern zu planen. Eine Planungsentscheidung wird für jeden sukzessiven Planungsmoment (z.B. TTI) getroffen. Der Sender ist z.B. eine Basisstation (Node-B) in einem drahtlosen Kommunikationssystem. Die mehreren Empfänger in diesem Fall sind verschiedene UEs, die von der Basisstation bedient werden.

[0059] Die Vorrichtung **10** umfasst mehrere individuelle Maße erzeugende Einheiten **12₁** bis **12_K**. Jede Maße erzeugende Einheit **12** empfängt Daten, die sich auf jeden Empfänger (UE) beziehen. Die Daten können z.B. Meldungen des Träger-Interferenz-Verhältnisses (C/I) und Informationen bezüglich der Füllniveaus der Quellen-Warteschlangen einschließen, in denen die für jeden verschiedenen Empfänger bestimmten Daten in dem Sender vor einer Übertragung gepuffert werden.

[0060] Basierend auf den empfangenen Daten erzeugt jede Maße erzeugende Einheit **12** ein individuelles Maß eines Aspekts der Leistung der Paketplanungsvorrichtung **10** für jeden Empfänger. Wie später ausführlicher beschrieben wird, kann z.B. ein erstes Maß, das von der erste Maße erzeugenden Einheit **12₁** erzeugt wird, ein Maß des Verhältnisses von Paketen sein, die den Empfänger innerhalb einer tolerierbaren Verzögerungsschwelle für den betreffenden Empfänger nicht erreichen können. Ein zweites Maß, das von der zweite Maße erzeugenden Einheit **12₂** erzeugt wird, bezieht sich auf einen verschiedenen Aspekt der Leistung der Paketplanungsvorrichtung **10** in Bezug auf jeden Empfänger. Zum Beispiel kann das zweite Maß eine vom Empfänger empfangene C/I-Meldung sein.

[0061] Die Vorrichtung **10** umfasst ferner eine kombinierte Maße erzeugende Einheit **14**, die die ersten bis K-ten Maße empfängt, die von den Maße erzeugenden Einheiten **12₁** bis **12_K** für jeden Empfänger erzeugt werden. Die kombinierte Maße erzeugende Einheit **14** empfängt auch einen oder mehrere Sätze von Gewichten. Die kombinierte Maße erzeugende Einheit **14** kombiniert die ersten bis K-ten Maße für jeden Empfänger in einer gewichteten Weise, wie durch den oder einen Satz von Gewichten bestimmt wird, und gibt ein oder mehrere kombinierte Maße einer Planungsleistung für jeden Empfänger aus. Das oder jedes kombinierte Maß ist daher ein Maß der Planungsleistung in zumindest zwei verschiedenen Aspekten der Leistung, wobei die Gewichtung den verschiedenen Aspekten hinzugefügt wird, die durch die an die Einheit **14** gelieferten Gewichte bestimmt werden.

[0062] Die Vorrichtung **10** umfasst ferner eine Entscheidungseinheit **16**, die das oder jedes kombinierte Leistungsmaß empfängt, das von der kombinierte Maße erzeugenden Einheit **14** erzeugt wurde, und basierend auf dem kombinierten Leistungsmaß oder den Maßen den Empfänger oder die Empfänger entscheidet, an die

oder die Pakete in dem betrachteten Planungsmoment gesendet werden sollen.

[0063] Die Vorrichtung **10** ist mit einer Übertragungseinheit 18 wirksam verbunden, die, wenn ein Planungsmoment auftritt, für den die Trennungseinheit eine Planungsentscheidung getroffen hat, veranlasst, dass Pakete an den (die) gewählte(n) Empfänger gesendet werden.

[0064] Im üblichen Fall, in welchem mehrere Kanäle zum Senden von Paketen vom Sender zum Empfänger zur Verfügung stehen, muss die Entscheidungseinheit **16** auch entscheiden, wie der (die) gewählte(n) Empfänger den zur Verfügung stehenden Kanälen in dem betrachteten Planungsmoment zugeordnet werden soll(en).

[0065] [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm, um ein Beispiel der Operation der kombinierte Maße erzeugenden Einheit **14** und der Entscheidungseinheit **16** der Vorrichtung von [Fig. 3](#) zu erläutern. Die Reihe der Schritte, die in [Fig. 4](#) dargestellt sind, wird für jeden betrachteten Planungsmoment (z.B. TTI) ausgeführt.

[0066] In einem ersten Schritt S1 berechnet die kombinierte Maße erzeugende Einheit **14** für jedes UE basierend auf einer ersten gewichteten Kombination der ersten bis K-ten Maße für das betreffende UE ein erstes kombiniertes Maß (Rangfolgemaß). Die ersten bis K-ten Maße werden unter Verwendung eines ersten Satzes von Gewichten (Rangfolgegewichten) gewichtet, wenn dieses erste kombinierte Maß erzeugt wird.

[0067] In Schritt S2 ordnet die Entscheidungseinheit **16** basierend auf ihren jeweiligen ersten kombinierten Maßen, wie sie von der kombinierte Maße erzeugenden Einheit **14** erzeugt wurden, die UEs nach der Rangfolge. Die Entscheidungseinheit erzeugt eine Liste der UEs gemäß dem Rang, wobei das UE mit dem höchsten Rang am Anfang der Liste steht. Die Liste enthält nur UEs, welche Daten aufweisen, die in einer Quellen-Warteschlange am Sender auf Übertragung zum betreffenden UE warten.

[0068] In Schritt S3 berechnet die kombinierte Maße erzeugende Einheit **14** für jedes UE basierend auf einer zweiten gewichteten Kombination der ersten bis K-ten Maße für das betreffende UE ein zweites kombiniertes Maß (Kanalzuordnungsmaß). Die ersten bis K-ten Maße werden unter Verwendung eines zweiten Satzes von Gewichten (Kanalzuordnungsgewichten) gewichtet, wenn das zweite kombinierte Maß erzeugt wird. Die Kanalzuordnungsgewichte können die gleichen wie die Rangfolgegewichte oder von diesen verschieden sein.

[0069] In Schritt S4 verweist die Entscheidungseinheit **16** auf die Liste von UEs, die in Schritt S2 erzeugt wurde. Beginnend vom Anfang der Liste ordnet die Entscheidungseinheit **16** Kanäle den UEs in der Liste basierend auf ihren jeweiligen zweiten kombinierten Maßen zu. Die Verarbeitung in Schritt S4 setzt sich fort, bis kein Kanal zur Zuordnung übrig ist. Weitere Einzelheiten eines Beispiels der in Schritt S4 ausgeführten Verarbeitung werden später mit Verweis auf [Fig. 5](#) präsentiert.

[0070] Dies schließt die Verarbeitung für den aktuellen Planungsmoment ab. Die Verarbeitung wird dann vor dem nächsten Planungsmoment wiederholt.

[0071] Als nächstes wird im Detail eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben, die zur Verwendung in einem HSDPA-System geeignet ist. Diese Ausführungsform trachtet danach, die Leistung des HSDPA-Systems im Hinblick auf Maße wie z.B. Dienst-Qualität (QoS), Kanalqualität, lieferbare Datenpakete, am Sender wartende Daten und Verzögerungsprofil zu optimieren.

[0072] In dieser Ausführungsform ist das erste individuelle Maß der Planungsleistung ein QoS-Maß. Um dieses Maß zu erzeugen, wird eine tolerierbare Verzögerungsschwelle $Tolerance_Delay$ für jede Art von Dienst definiert, der in dem HSDPA-System verfügbar gemacht wird. Für Echtzeit-Videodienste wird z.B. angenommen, dass diese tolerable Verzögerungsschwelle 100 ms beträgt. Für Browsing-Sitzungen im World Wide Web (WWW) nimmt man an, dass die tolerable Verzögerungsschwelle 1,5s beträgt. Im Allgemeinen trachtet ein HSDPA-System danach, die höchstmögliche Anzahl von Datenpaketen vom Sender (Node-B) innerhalb der definierten tolerablen Verzögerungsschwelle an jedes UE zu liefern.

[0073] Man nehme an, dass N die Gesamtzahl von UEs ist, an die während des aktuellen TTI Pakete gerade gesendet werden. $Oct_{Received\ n}$ ist die Anzahl von Oktetten, welche erfolgreich (fehlerfrei) an das n-te UE geliefert wurden. Diese fehlerfrei gelieferten Oktette können in QoS-erfüllte und QoS-gescheiterte Oktette geteilt werden. Die QoS-gescheiterten Oktette sind die Oktette, die außerhalb der tolerablen Verzögerungszeit geliefert wurden. Daher kann für jedes UE die Anzahl von QoS-erfüllten empfangenen Oktette definiert werden als

$$\text{Oct}_{\text{Received_Satisfied_QoS } n} = \text{Oct}_{\text{Received } n} - \text{Oct}_{\text{Received_failed_QoS } n}, \quad n = 1 \dots N \quad (1)$$

wobei $\text{Oct}_{\text{Received_Satisfied_QoS } n}$ die Anzahl von QoS-erfüllten Oktetten und $\text{Oct}_{\text{Received_Failed_QoS } n}$ die Anzahl empfangener QoS-gescheiterter Oktett für ein n-tes UE ist.

[0074] Im Übrigen ist es möglich, dass der Node-B die Lieferverzögerung der Pakete, die er an jedes UE sendet, auf der Basis von Quittungsnachrichten ACK herausfindet, die von dem UE nach Empfang an den Node-B zurück gesendet werden. Weitere Informationen bezüglich dieser Quittungsnachrichten werden z.B. in unserer gleichzeitig anhängigen britischen Patentanmeldung Nr. 0216245.1 geliefert.

[0075] Für jedes UE kann das Verhältnis des Durchsatzes, das die QoS-Anforderung erfüllt, definiert werden als

$$\text{Throughput_Satisfy_QoS } n = \frac{\text{Oct}_{\text{Received_SatisfiedQoS } n}}{\text{Oct}_{\text{Arrived_Node_B } n}} \quad (2)$$

wobei $\text{Oct}_{\text{Arrived_Node_B } n}$ die Anzahl von Oktetten ist, die ursprünglich an eine Quellen-Warteschlange für das n-te UE am Node-B geliefert wurden.

[0076] In dem Fall, in welchem kein Paket am Node-B für das n-te UE angekommen ist, wird angenommen, dass $\text{Throughput_Satisfy_QoS } n = 0$ für die UE gilt.

[0077] Dieser Wert wird dann Gegenstand einer nicht linearen Transformation, so dass

$$\text{Ratio_Satisfy_QoS } n = 1/(1 + \text{Throughput_Satisfy_QoS } n), \quad n = 1 \dots N \quad (3)$$

gilt. Das QoS-Maß dieses UE wird dann definiert als

$$\text{Metric_QoS } n = \text{Ratio_Satisfy_QoS } n / \sum_{i=1}^N \text{Ratio_Satisfy_QoS } i, \quad n = 1 \dots N \quad (4)$$

[0078] Diese Normierung wird auf das endgültige Maß angewendet, um die Werte der QoS-Maße auf einen Bereich zwischen 0 und 1 abzubilden.

[0079] Das zweite individuelle Leistungsmaß in dieser Ausführungsform basiert auf den Meldungen von C/I-Werten, die von den UEs empfangen werden. Um das C/I-Maß für jedes UE auf einen Bereich zwischen 0 und 1 abzubilden, wird jeder gemeldete C/I-Wert in Bezug auf die Summe aller gemeldeten C/I-Werte skaliert.

$$\text{Metric_C/I } n = \text{C/I } n / \sum_{i=1}^N \text{C/I } i, \quad n=1 \dots N \quad (5)$$

wobei $\text{C/I } n$ der gemeldete Wert von C/I für das n-te UE ist.

[0080] Das dritte individuelle Leistungsmaß in dieser Ausführungsform bezieht sich auf eine geschätzte Zahl effizient lieferbarer Oktette $\text{Eff_Oct } n$ für jedes UE. In diesem Fall wird angenommen, dass das HSDPA-System eine Technik einer Adaptiven Modulation und Codierung (AMC) verwendet, um zu ermöglichen, dass der Sender (Node-B) verschiedene Modulations- und/oder Codierschemata unter verschiedenen Kanalbedingungen auswählt. Bei der AMC-Technik erzeugt jedes UE ein Maß einer Downlink-Kanalqualität, die es von der Basisstation erfährt, und meldet dieses Maß an den Node-B. Dieses Maß ist z.B. ein C/I-Wert für den Downlink-Kanal. Der Node-B verwendet dann die gemeldeten Kanalmaße für jedes UE sowie Informationen bezüglich der Systembeschränkungen und verfügbaren Niveaus von Modulations- und Codierschemata (MCS), um das effizienteste MCS-Niveau für das bestimmte UE zu identifizieren. UEs, die bessere Kanäle aufweisen oder sich in der Umgebung des Node-B befinden, können folglich höhere MCS-Niveaus verwenden und daher höhere Übertragungsraten ausnutzen. Diese Auswahl kann z.B. ausgeführt werden, indem C/I-Werteswellen (z.B. -8 dB, -2 dB, +4 dB) auferlegt werden, um zum nächsten MCS-Niveau zu wechseln. Effektiv ist das Ergebnis eine Klassifizierung der Übertragungsraten basierend auf der Kanalqualität für jedes UE.

[0081] In der vorliegenden Ausführungsform wird angenommen, dass jedes UE in jedem TTI einen C/I-Wert meldet und dass Node-B ein neues MCS-Niveau für jeden verfügbaren Kanal in jedem TTI einstellen kann.

[0082] Ein anderer Faktor, der die Anzahl effizienter lieferbarer Oktette für jedes UE betrifft, ist die Art und Weise, in der falsch empfangene Pakete behandelt werden. In der vorliegenden Ausführungsform wird angenommen, dass ein sogenannter Chase-Kombinierprozess auf solche falsch empfangene Pakete (gescheiterte Pakete) angewendet wird. In dem Chase-Kombinierprozess wird ein gescheitertes Paket vom Node-B zurückgesendet, und anschließend kombiniert das UE (z.B. unter Verwendung eines Kombinierens mit maximalem Verhältnis) alle empfangenen Kopien des gleichen Pakets "sanft". Das effektive Träger-Interferenz-Verhältnis (C/I) ist dann die Summe der jeweiligen C/Is der beiden kombinierten Pakete. Folglich verbessert der Chase-Kombinierprozess das C/I der übertragenen Pakete.

[0083] Es wird auch angenommen, dass alle erneuten Übertragungen eine höhere Priorität haben als erste Übertragungen. Das bedeutet, dass allen Paketen einer erneuten Übertragung die Gelegenheit gegeben wird, vor den ersten Übertragungen neue Pakete übertragen oder gesendet zu werden.

[0084] Um die Anzahl effizient lieferbarer Oktette für ein UE zu schätzen, wird zuerst das effizienteste MCS-Niveau MCS_n für das UE_n bestimmt. Zweitens wird bestimmt, ob das UE_n im Übertragungsmodus ist (bereit ist, ein neues Paket zum ersten Mal zu empfangen) oder in einem Modus für eine erneute Übertragung (wartend darauf, dass der Node-B ein Paket, das vorher falsch vom UE empfangen wurde, erneut sendet).

[0085] Falls das UE in einem Modus für eine erneute Übertragung ist, wird dann die Anzahl von für eine Übertragung zur Verfügung stehenden Oktetten Oct_n bestimmt basierend auf

$$Oct_n = \min (Oct(MCS_n), Oct_Retransmit_n), n = 1 \dots N \quad (6)$$

wobei $Oct(MCS_n)$ die maximale Anzahl von Oktetten ist, die das für das n-te UE ausgewählte MCS-Niveau liefern kann, und $Oct_Retransmit_n$ die Anzahl von Oktetten ist, die für eine erneute Übertragung zur Verfügung stehen (d.h. die Anzahl von Oktetten, die am Node-B noch vorhanden sind, zum UE erneut gesendet zu werden).

[0086] Falls das UE in einem Übertragungsmodus ist, wird die Anzahl von Oktetten, die für eine Übertragung zur Verfügung stehen, bestimmt basierend auf

$$Oct_n = \min (Oct(MCS_n), Oct_Waiting_in_Queue_n), n = 1 \dots N \quad (7)$$

wobei $Oct_Waiting_in_Queue_n$ die Anzahl von Oktetten in einer Warteschlange des Node-B zur Übertragung zum n-ten UE repräsentiert.

[0087] Die maximale Anzahl von Oktetten, die für eine Übertragung durch irgendeines der UEs zur Verfügung stehen, wird dann bestimmt basierend auf

$$Oct_{n_{max}} = \max(Oct_n), n = 1 \dots N \quad (8)$$

wobei n_{max} die Zahl des UE mit der maximalen Anzahl verfügbarer Oktette für eine Übertragung (das "beste UE") repräsentiert und $Oct_{n_{max}}$ die maximale Zahl verfügbarer Oktette für eine Übertragung zu diesem besten UE ist.

[0088] Die effizienten geschätzten lieferbaren Oktette für das beste UE werden dann basierend auf

$$Eff_Oct_{n_{max}} = Oct_{n_{max}} (1 - FER_{n_{max}}) \quad (9)$$

bestimmt, wo $FER_{n_{max}}$ eine geschätzte Frame-Fehlerrate für das n_{max} -te UE ist.

[0089] Eine effiziente Zahl lieferbarer Oktette für das n-te UE wird dann in Bezug auf diesen maximalen Wert normiert, so dass das dritte individuelle Maß

$$Metric_Oct_n = Oct_n (1 - FER_n) / Eff_Oct_{n_{max}}, n = 1 \dots N \quad (10)$$

wird.

[0090] Das vierte individuelle Maß einer Leistung in dieser Ausführungsform ist ein Maß dafür, wie viele Daten am Node-B auf Übertragung zu dem UE warten. Dies hängt mit dem Durchsatz an Daten zu jedem UE umge-

kehrt zusammen.

[0091] Für das n-te UE ist der Durchsatz definiert als

$$Th_n = \frac{(Oct_{Received})_n}{(Oct_{Arrived_Node_B})}, n = 1 \dots N \quad (11)$$

[0092] Ein Verhältnis mit $Metric_Waiting_Ratio_n$ von Daten, die darauf warten, geliefert zu werden, wird dann definiert als

$$Metric_Waiting_Ratio_n = 1 - Th_n, n = 1 \dots N \quad (12)$$

[0093] Das fünfte individuelle Leistungsmaß in dieser Ausführungsform bezieht sich auf die Verzögerungen, die von jedem UE erfahren werden. Zuerst wird das älteste nicht gelieferte Oktett, das im Node-B auf Übertragung zum UE wartet, betrachtet, und der Verzögerungsbetrag, dem dieses Oktett unterworfen ist, bestimmt.

$$Delay_n = M.TTI - Arrival_Time_Earliest_n, n = 1 \dots N \quad (13)$$

wo M.TTI die aktuelle Zeit repräsentiert und $Arrival_Time_Earliest_n$ die Ankunftszeit an der Quellen-Warteschlange des Node-B für das n-te UE des ältesten nicht gelieferten Oktetts repräsentiert.

[0094] Als nächstes wird unter Verwendung der gleichen tolerierbaren Verzögerungsschwellen, die wie oben beschrieben für verschiedene Dienste in Bezug auf das erste Maß eingerichtet wurden, die Distanz, um die die schlechteste Verzögerung, die von dem UE erfahren wird, von ihrer tolerablen Verzögerungsschwelle abweicht, berechnet.

$$Delay_Distance_n = Delay_n - Tolerance_Delay_n, n = 1 \dots N \quad (14)$$

wo $Delay_Distance_n$ die Distanz von der Schwelle des Filters für das n-te UE ist.

[0095] Die Verzögerungsdistanz aller UEs wird dann auf positive Werte abgebildet. Um die positive Abbildung durchzuführen, wird zuerst die minimale Distanz bestimmt, so dass

$$Delay_Distance_{min} = \min(Delay_Distance_n), n = 1 \dots N \quad (15)$$

gilt. Die eingestellte Verzögerungsdistanz wird definiert als

$$Adjusted_Delay_Distance_n = Delay_Distance_n - Delay_Distance_{min}, n = 1 \dots N \quad (16)$$

[0096] Danach wird eine nicht-lineare Abbildung angewendet. Das Ergebnis ist

$$Mapped_Delay_n = \beta_n / (1 + Adjusted_Delay_Distance_n), n = 1 \dots N \quad (17)$$

wobei $Mapped_Delay_n$ der abgebildete Verzögerungswert für das n-te UE ist und β_n ein Parameter ist, der die Priorität des Dienstes, der an das n-te UE geliefert wird, spezifiziert wird. Ein Service oder Dienst ist hier z.B. WWW-Browsing oder Echtzeitvideo. Je höher β_n ist, desto ist die Priorität des Dienstes.

[0097] Das endgültige Maß, das sich auf eine Verzögerung bezieht, wird bestimmt als

$$Metric_Delay_n = Mapped_Delay_n / \sum_{n=1}^N Mapped_Delay_n, n = 1 \dots N \quad (18)$$

was garantiert, dass das Maß $Metric_Delay_n$ auf einen Wert zwischen 0 und 1 abgebildet wird.

[0098] In dieser Ausführungsform wird das erste kombinierte Maß jedes UE berechnet, indem ein gewichtetes Produkt der individuellen Leistungsmaße wie folgt gebildet wird

$$Ranking_Metric_n = \prod_{k=1}^K (1 + W_{kn} \cdot Metric_Ranking_n), n = 1 \dots N \quad (19)$$

wo W_{kn} die Rangfolgegewichte sind, $Metric_Ranking_n$ irgendeines der individuellen Leistungsmaße ist, die in

(1)–(18) definiert sind, ist und K die Anzahl beteiligter Maße ist.

[0099] Die UEs werden dann basierend auf ihren jeweiligen ersten kombinierten Maßen der Rangfolge nach geordnet. Eine Liste der UEs wird dann übersetzt oder compiliert, mit dem UE mit höchstem Rang am Anfang der Liste und dem UE mit niedrigstem Rang am Ende der Liste. Nur UEs, welche Daten aufweisen, die am Node-B warten, sind in der Liste enthalten.

[0100] Das zweite kombinierte Maß für jedes UE in dieser Ausführungsform wird wie folgt berechnet

$$\text{Channel_Allocation_Metric}_n = \prod_{k=1}^K (1 + V_{kn} \cdot \text{Metric_Channel_Allocation}_n),$$

$$n=1 \dots N \quad (20)$$

wo V_{kn} die Kanalzuordnungsgewichte sind, $\text{Metric_Channel_Allocation}_n$ irgendeines der in (1)–(18) definierten individuellen Leistungsmaße ist und K die Anzahl betreffender Maße ist.

[0101] Der Kanalzuordnungsprozess beginnt vom Anfang der Liste nach Rangfolge geordneter UEs und ordnet Kanäle gemäß den relativen Werten der in Gleichung 20 erzeugten Kanalzuordnungsmaße zu.

[0102] Dieser Prozess ist in [Fig. 5](#) schematisch veranschaulicht.

[0103] Man nehme an, dass die Liste der UEs fünf UEs insgesamt enthält, wobei UE30 am Anfang der Liste steht, gefolgt von UEs 2, 9, 11 und 17. Man nehme auch an, dass die durch Gleichung 20 erzeugten Kanalzuordnungsmaße für diese UEs 1,5, 4,3, 1,2, 2,0 bzw. 3,2 sind.

[0104] Im ersten Schritt wird die Summe der Kanalzuordnungsmaße für alle UEs, die noch Kanälen zugeordnet werden sollen (d.h. alle UEs in diesem Fall), als 12,2 berechnet. Das UE mit höchstem Rang, das noch zugeordnet werden soll, ist UE 30. Dessen Kanalzuordnungsmaß von 1,5 wird dann in Bezug auf die Summe aller Kanalzuordnungsmaße "normiert" und wird 0,12. Es wird in diesem Beispiel angenommen, dass es insgesamt zehn verfügbare Kanäle gibt. Demgemäß wird das normierte Kanalzuordnungsmaß für UE 30 mit 10 multipliziert, um 1,23 zu erhalten. Dies wird dann unter Verwendung einer "Floor-Function" abgerundet, um das Endergebnis zu erzeugen, das UE 30 einem Kanal zugeordnet wird. Dies lässt 9 Kanäle für eine Zuordnung in nachfolgenden Schritten übrig. Falls das Endergebnis kleiner 1 ist, wird es im Übrigen in dieser Ausführungsform auf 1 gesetzt, so dass die minimale Kanalzuordnung ein Kanal ist.

[0105] Im zweiten Schritt wird die Summe der Kanalzuordnungsmaße der UEs, die noch zuzuordnen übrig sind (UEs 2, 9, 11 und 17), als 10,7 neu berechnet. Das Kanalzuordnungsmaß 4,3 des übrigen UE mit höchstem Rang (UE 2) wird in Bezug auf die neue Summe normiert und wird 0,40. Dies wird mit der Anzahl übriger Kanäle, d.h. 9, multipliziert, um das Ergebnis von 3,62 Kanälen zu erzeugen, was auf drei Kanäle in der endgültigen Zuordnung abgerundet wird. Dies lässt 6 Kanäle für den nächsten Schritt übrig. Die Prozedur wird wieder im dritten Schritt erfolgt, wobei dem Ergebnis, dass UE 9 1 Kanal zugeordnet wird, was 5 Kanäle übrig lässt. Im vierten Schritt wird berechnet, dass UE 11 ebenfalls einem Kanal zugeordnet werden sollte, was vier Kanäle in dieser Stufe übrig lässt. Schließlich wird im fünften Schritt UE 17 den übrigen 4 Kanälen zugeordnet, und der Prozess endet.

[0106] Man erkennt, dass andere Kanalzuordnungsprozesse in Ausführungsformen der Erfindung möglich sind.

[0107] Mit den besonderen individuellen Leistungsmaßen dieser Ausführungsform kann Gleichung 19 oben umgeschrieben werden als

$$\text{Ranking_Metric}_n = (1 + W_{1n} \cdot \text{Metric_QoS}_n) \cdot (1 + W_{2n} \cdot \text{Metric_C/I}_n) \cdot (1 + W_{3n} \cdot \text{Metric_Oct}_n) \cdot (1 + W_{4n} \cdot \text{Metric_Waiting_Ratio}_n) \cdot (1 + W_{5n} \cdot \text{Metric_Delay}_n), \quad n = 1 \dots N \quad (21)$$

wobei W_{in} die Gewichtungparameter repräsentiert.

[0108] Ähnlich kann die obige Gleichung 20 umgeschrieben werden als

$$\text{Channel_Allocation_Metric}_n = (1 + V_{1n} \cdot \text{Metric_QoS}_n) \cdot (1 + V_{2n} \cdot \text{Metric_C/I}_n) \cdot (1 + V_{3n} \cdot \text{Metric_Oct}_n) \cdot (1 +$$

$$V_{4n} \cdot \text{Metric_Waiting_Ratio}_n \cdot (1 + V_{5n} \cdot \text{Metric_Delay}_n), n = 1 \dots N \quad (22)$$

wobei V_{in} die Gewichtungparameter repräsentiert.

[0109] Als nächstes werden verschiedene Simulationsergebnisse für bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung geliefert. Diese Simulationsergebnisse beziehen sich auf eine simulierte Verkehrsumgebung, in der es insgesamt vierzig UEs gibt. Es wird angenommen, dass zehn dieser UEs (UE1 bis UE10) versuchen, ein Echtzeitvideo zu empfangen, und es wird angenommen, dass die übrigen dreissig UEs (UE11 bis UE40) WWW-Browsing-Sitzungen versuchen. Dieses Szenario ist in [Fig. 6](#) schematisch veranschaulicht. Wie in [Fig. 6](#) gezeigt ist, werden WWW-Download-Pakete über das Internet und über ein HSDPA-System an einen Anwendungsempfängerpuffer in einem UE geliefert. Ein Echtzeitvideo wird über das HSDPA-System direkt an den Anwendungsempfängerpuffer des UE geliefert. Die Echtzeitvideodaten bestehen aus Echtzeitprotokoll-(RTP)-Paketen. In der vorliegenden Simulation wird der Strom von Videodaten basierend auf ITU H.263 Codec modelliert.

[0110] Die zellulare Umgebung, die in der vorliegenden Simulation angenommen wird, ist in [Fig. 7](#) schematisch veranschaulicht. In [Fig. 7](#) wird angenommen, dass der Abstand zwischen benachbarten Basisstationen (Node-Bs) 306 km beträgt. Es gibt eine Basisstation für jede einzelne Zelle. Jede Zelle ist in bis zu 3 Sektoren geteilt, und die Sektorgrenzen sind in [Fig. 7](#) dargestellt. Wie in [Fig. 7](#) veranschaulicht ist, wird angenommen, dass die UEs über die Zellen gleichmäßig verteilt sind.

[0111] Es wird in Bezug auf die zellulare Umgebung auch angenommen, dass die Node-Bs feste Übertragungsleistungen haben. Dies ist für ein voll belastetes HSDPA-System, das keine Leistungsregelung verwendet, eine realistische Annahme. Eine Interferenz benachbarter Zellen ist das Ergebnis von Übertragungen von benachbarten Node-Bs. Der Grad der Interferenz benachbarter Zellen wird basierend auf den festen Leistungspegeln von sendenden Node-Bs bestimmt. Eine weitere Annahme ist, dass ein Pfadverlust vorliegt und die Signalqualität beeinflusst. Es wird auch angenommen, dass eine Paketplanungsvorrichtung, die die vorliegende Erfindung verkörpert, pro Sektor vorgesehen ist, um die Daten für alle UEs in diesem Sektor zu verarbeiten.

[0112] Um den Einfluss von einer Rayleigh-Abnahme zu modellieren, wird ein ETSI 6-Pfad-Rayleigh-Vehicular-A-Kanal-Modell verwendet. Es wird angenommen, dass die Geschwindigkeit dieses UE 3,6 km/h beträgt. Tabelle 1 zeigt unten die relative Verzögerung und durchschnittliche Leistung der sechs verschiedenen Pfade, von denen man annimmt, dass sie den Kanal bilden.

Tabelle 1

Pfad	Kanal A	
	Relative Verzögerung (nS)	Durchschnittliche Leistung (dB)
1	0	0,0
2	310	-1,0
3	710	-9,0
4	1090	-10,0
5	1730	-15,0
6	2510	-20,0

[0113] Es wird angenommen, dass eine Schattenbildung (engl. Shadowing) eine Log-Normal-Verteilung aufweist. Die Shadowing-Parameter, die angenommen werden, sind in Tabelle 2 unten dargestellt.

Tabelle 2

Parameter	Werte
Standardabweichung der Log-Normal-Schattenabnahme	8 dB
Dekorrelationsdistanz	20 m
Korrelation zwischen Orten	0,5
Korrelation zwischen Sektoren	1

[0114] [Fig. 8](#) zeigt die angenommenen Paketdatenankünfte für die verschiedenen UEs in einem ersten simulierten Beispiel. In dem ersten Beispiel wird angenommen, dass die gesamte aggregierte Verkehrslast über eine Reihe von 5000 TTIs (Periode von 10 Sekunden) ungefähr konstant ist. Wie man aus [Fig. 8](#) erkennen kann, hat jeder Video-Nutzer (UE1 bis UE10) einen nahezu konstanten Strom von Paketankünften. Die Datenrate jedes Video-Nutzers beträgt z.B. 32 kBits/s. Für WWW-Nutzer (UE11 bis UE40) sind die Paketankünfte diskontinuierlich oder unstetig. Wenn Daten ankommen, kann jedoch die momentane Datenrate viel größer als die Videodatenrate von 32 kBits/s sein. Folglich wird angenommen, dass die aggregierte angebotene Last für WWW-Nutzer verglichen mit derjenigen für Video-Nutzer groß ist. Mit anderen Worten haben Video-Nutzer eine enge Leitung, wohingegen WWW-Nutzer eine breite Leitung haben.

[0115] Es wird angenommen, dass die von dem UE durchgeführte Kanalschätzung perfekt ist und dass die Rückkopplungssignalgebung fehlerfrei ist. Es wird auch in Betracht gezogen, dass eine minimale Meldeverzögerung 3 TTIs beträgt.

[0116] [Fig. 9](#) zeigt ein simuliertes C/I-Szenario für die 40 UEs für eine Reihe von 5000 TTIs.

[0117] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zur Verwendung mit einem Verkehrsszenario mit gemischtem Dienst dieses ersten Beispiels werden den Rangfolgegewichten die folgenden Werte zugewiesen.

$$W_{1n} = 1, W_{2n} = 0, W_{3n} = 1, W_{4n} = 1, W_{5n} = 10, n = 1 \dots 40.$$

[0118] Den Kanaluordnungsgewichten werden die folgenden Werte zugewiesen

$$V_{1n} = 1, V_{2n} = 0, V_{3n} = 1, V_{4n} = 1, V_{5n} = 10, n = 1 \dots 40.$$

[0119] Es wird angenommen, dass $\beta_n = 1$ für alle UEs gilt. Daher haben alle UEs ungeachtet des Dienstes, den sie verwenden, die gleiche Priorität.

[0120] In der folgenden Beschreibung mit Verweis auf [Fig. 10](#) bis [Fig. 22](#) wird die Leistung einer Planungsvorrichtung, die die vorliegende Erfindung verkörpert, unter Verwendung der oben dargelegten Gewichte mit der Leistung eines herkömmlichen FIFO-gewichteten Max-C/I-Planers verglichen. Alle Referenzen oder Verweise auf einen Max-C/I-Planer meinen einen FIFO-gewichteten Max-C/I-Planer.

[0121] [Fig. 10](#) ist eine graphische Darstellung, um den Gesamtdurchsatz (WWW und Video) gegenüber einer Verzögerung in einem die vorliegende Erfindung verkörpernden Planer (durchgezogene Linie) und in dem Max-C/I-Planer (gestrichelte Linie) zu vergleichen. Die Linien geben eine kumulative Dichtefunktion (CDF) der Durchsätze aller UEs an. Man kann aus [Fig. 10](#) erkennen, dass ein Planer, der die Erfindung verkörpert, einen um 10% besseren Gesamtdurchsatz als der Max-C/I-Planer erfolgreich liefert.

[0122] [Fig. 11](#) zeigt eine andere graphische Darstellung, um einen WWW-Durchsatz gegen eine Verzögerung in einem die vorliegende Erfindung verkörpernden Planer (durchgezogene Linie) und in dem Max-C/I-Planer (gestrichelte Linie) zu vergleichen. Die Linien geben eine mittlere kumulative Dichtefunktion (CDF) der Durchsätze der UEs 11 bis 40 an, welche WWW-Sitzungen haben. Man kann beobachten, dass ein die vorliegende Erfindung verkörpernder Planer es schafft, einen 20% besseren durchschnittlichen WWW-Durchsatz als der Max-C/I-Planer zu liefern.

[0123] [Fig. 12](#) ist eine graphische Darstellung, die [Fig. 11](#) entspricht, aber um einen durchschnittlichen Videodurchsatz gegen eine Verzögerung in einem die vorliegende Erfindung verkörpernden Planer (durchgezogene Linie) und in dem Max-C/I-Planer (gestrichelte Linie) zu vergleichen. Die Linien geben einen mittleren CDF der Durchsätze der UEs 1 bis 10 an, welche Video-Dienste empfangen. Man kann beobachten, dass der die

vorliegende Erfindung verkörpernde Planer es schafft, einen um 18% besseren durchschnittlichen Videodurchsatz als der Max-C/I-Planer zu liefern.

[0124] Leistung im Hinblick auf Fairness wird in [Fig. 13](#) verglichen. In [Fig. 13](#) wird Fairness basierend auf der Varianz der Durchsätze der verschiedenen UEs gemessen. Je höher die Varianz der Durchsätze ist, desto geringer ist die Fairness. Man kann klar erkennen, dass ein die vorliegende Erfindung verkörpernder Planer es schafft, eine bessere Fairness als der Max-C/I-Planer für nahezu die gesamte, in [Fig. 13](#) gezeigte Zeitperiode zu liefern.

[0125] [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) vergleichen die Paketdatenaktivität in einem Planer, der die vorliegende Erfindung verkörpert ([Fig. 14](#)), mit derjenigen in einem Max-C/I-Planer ([Fig. 15](#)). In diesen beiden Figuren sind für jedes UE drei Linien dargestellt. Die dünne durchgezogene Linie (äußerste linke Linie) gibt die Gesamtrahl von für das UE bestimmten Oktetten an, die am Node-B über die gesamte Übertragungszeit (5000 TTIs) ankamen. Die gestrichelte Linie (mittlere Linie) gibt die Gesamtrahl gesendeter und zurückgesendeter Oktette für das betreffende UE an. Schließlich gibt die dicke durchgezogene Linie (äußerste rechte Linie) die Gesamtrahl von fehlerfrei an das betreffende UE gelieferten Oktetten an.

[0126] Man kann aus [Fig. 15](#) erkennen, dass der Max-C/I-Planer dabei scheitert, irgendwelche Daten an einige der UEs z.B. UE7 und UE20) zu liefern. Ein die vorliegende Erfindung verkörpernder Planer auf der anderen Seite liefert erfolgreich Daten an alle UEs, und man kann erkennen, dass der Dienst für die Video-Nutzer sehr verbessert ist.

[0127] Tabelle 3 unten zeigt die Leistungsvergleiche für das erste Beispiel in quantitativer Form. Die Leistungsvergleichsmaße sind die gelieferte Bitrate (Gesamtdurchsatz über 5000 TTIs, geteilt durch 10 Sekunden), die durchschnittliche Verzögerung, QoS für WWW-Dienste und QoS für Video-Dienste. Die durchschnittliche Verzögerung ist der Durchschnitt der jeweiligen Verzögerungen, die von den erfolgreich gelieferten Paketen erfahren werden. Die QoS für jeden Dienst ist das Verhältnis von Oktetten, die innerhalb einer tolerierbaren Verzögerungsschwelle für den betreffenden Dienst fehlerfrei an die betreffenden oder relevanten UEs geliefert wurden, zur Gesamtzahl von Oktetten, die am Node-B ankamen.

Tabelle 3

Planungstyp	FIFO-gewichtet Max-C/I	Erfindung WWW: $\beta_n = 1$ Video: $\beta_n = 1$	Erfindung (Variante) WWW: $\beta_n = 1$ Video: $\beta_n = 1,2$
Gelieferte Bitrate	1,2782 Mbps	1,4196 Mbps	1,2488 Mbps
Durchschnittliche Verzögerungen	1,4769	1,0519	0,7316
Erfüllte QoS-Bedingungen (WWW)	0,5567	0,6849	0,6170
Erfüllte QoS-Bedingungen (Video)	0,5967	0,6171	0,6966

[0128] Es gibt zwei Spalten für Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Tabelle 3. Die erste Spalte bezieht sich auf die schon beschriebene Ausführungsform, in der die Priorität für alle Nutzer die Gleiche ist ($\beta_n = 1$ für WWW-Dienste und für Video-Dienste). Die zweite Spalte für die Erfindung bezieht sich auf eine Variante, bei der Video-Diensten eine höhere Priorität verliehen ist ($\beta_n = 1,2$ für Video-Dienste und $\beta_n = 1$ für WWW-Dienste).

[0129] Im Fall mit gleicher Priorität liefert die Erfindung eine wesentlich höhere gelieferte Bitrate bei viel geringerer durchschnittlicher Verzögerung als der Max-C/I-Planer. Die QoS für Video-Dienste ist ungefähr die gleiche wie für den Max-C/I-Planer, aber die QoS für WWW-Nutzer ist viel besser. Für die Variante, bei der die Video-Nutzer höhere Priorität haben als die WWW-Nutzer, ist die QoS für Video-Nutzer signifikant verbessert,

wohingegen jene für WWW-Nutzer ein wenig zurückfällt. Trotzdem bleibt die QoS für WWW-Nutzer noch höher als jene für den Max-C/I-Planer. Auch zu beachten ist, dass bei dieser Variante, selbst wenn die gelieferte Bitrate im Wesentlichen die Gleiche wie beim Max-C/I-Planer ist, die durchschnittliche Verzögerung halbiert ist, was eine sehr signifikante Verbesserung ist.

[0130] Die Rangfolgegewichte und Kanalzuordnungsgewichte können variiert werden, um verschiedene Verkehrsszenarien zu berücksichtigen. Es wurde z.B. bestimmt, dass die Gewichte, die in der oben beschriebenen Ausführungsform genutzt werden, gut mit Eingabelasten arbeiten, welche wie im ersten Beispiel verhältnismäßig einheitlich oder gleichförmig sind. Falls jedoch die Eingabelast variabel ist, können verschiedene Gewichte geeignet sein, wie nun mit Verweis auf ein zweites simuliertes Beispiel beschrieben werden.

[0131] [Fig. 16](#) zeigt ein anderes Verkehrsszenario, wieder mit zehn Video-Nutzern und 30 WWW-Nutzern; aber in diesem Fall werden die WWW-Nutzer in gestaffelter Weise aktiv, was eine variable Eingabelast am Planer verursacht. Das Szenario in [Fig. 16](#) wird absichtlich übertrieben, um die Leistung des Planers unter extremen Umständen zu testen.

[0132] Die Gewichtswerte, welche in dem zweiten Beispiel verwendet werden, lauten wie folgt:

$$W_{1n} = 1, W_{2n} = 10, W_{3n} = 1, W_{4n} = 1, W_{5n} = 10$$

$$V_{1n} = 1, V_{2n} = 1, V_{3n} = 1, V_{4n} = 10, V_{5n} = 10$$

[0133] Die Qualität des Dienstes (QoS) in diesem zweiten Beispiel wird mit Verweis auf [Fig. 17](#) bis [Fig. 19](#) betrachtet. Für WWW-Download-Sitzungen wird angenommen, dass die tolerierbare Verzögerungsschwelle wie zuvor 1,5 s beträgt. Für Video-Dienste wird angenommen, dass die Schwelle wie zuvor 0,1 s beträgt. QoS ist definiert als das Verhältnis des Durchsatzes, der mit einer Verzögerung innerhalb der Verzögerungstoleranzschwelle geliefert wird. [Fig. 17](#) ist eine graphische Darstellung, die zeigt, wie die QoS für WWW-Browsing über eine Reihe von 5000 TTIs in einem Planer, der die vorliegende Erfindung verkörpert (durchgezogene Linie), und einem Max-C/I-Planer (gestrichelte Linie) variiert. Man kann erkennen, dass über die gesamte Übertragungsperiode ein die Erfindung verkörpernder Planer eine bessere QoS als der Max-C/I-Planer liefert.

[0134] [Fig. 18](#) ist eine graphische Darstellung, die [Fig. 17](#) entspricht, aber die QoS für Video-Dienste zeigt. Wieder kann man die bessere Leistung eines die vorliegende Erfindung verkörpernden Planers gegenüber der gesamten Übertragungsperiode leicht erkennen.

[0135] [Fig. 19](#) vergleicht die gesamte QoS für alle Dienste (Video und WWW). [Fig. 20](#) ist eine graphische Darstellung, um den gesamten Durchsatz eines die vorliegende Erfindung verkörpernden Planers (durchgezogene Linie) und des Max-C/I-Planers (gestrichelte Linie) in dem zweiten Beispiel (Szenario mit variabler Eingabelast) zu vergleichen. Dieser Gesamtdurchsatz ist das Verhältnis der Gesamtzahl von Oktetten, die an alle UEs geliefert werden, zur Gesamtzahl von Oktetten, die im Node-B empfangen werden. [Fig. 21](#) entspricht [Fig. 20](#), zeigt aber den durchschnittlichen Durchsatz für alle UEs, wobei der individuelle Durchsatz jedes UE unter Verwendung von Gleichung 11 berechnet wird. [Fig. 22](#) ist eine graphische Darstellung, um die Varianz der Durchsätze der verschiedenen UEs zu vergleichen. [Fig. 20](#) bis [Fig. 22](#) bestätigen wieder, dass ein die vorliegende Erfindung verkörpernder Planer über praktisch die gesamte betrachtete Übertragungsperiode eine bessere Leistung gegenüber jener des Max-C/I-Planers aufweist.

[0136] Tabelle 4 unten präsentiert die Leistungsvergleiche für das zweite Beispiel in quantitativer Form, ähnlich zur obigen Tabelle 3.

Tabelle 4

Planungstyp	FIFO-gewichtet Max-C/I	Erfindung
Gelieferte Bitrate	1,0259 Mbps	1,2483 Mbps
Durchschnittliche Verzögerung	1,9287	0,7793
Erfüllte QoS-Bedingungen (WWW)	0,6487	0,8101
Erfüllte QoS-Bedingungen (Video)	0,8175	0,9622

[0137] Es wurde auch vorgeschlagen, einen verlangsamen Mechanismus für WWW-Browsing in einem

HSDPA-System vorzusehen. Dieser verlangsamende Mechanismus verhindert das Herunterladen oder Downloading einer neuen Sitzung; es sein denn, eine vorherige Sitzung wurde erfolgreich vollständig heruntergeladen. Falls z.B. eine erste Web-Seite eine Verknüpfung zu einer zweiten Web-Seite hat, würde der verlangsamende Mechanismus nicht gestatten, dass die zweite Seite heruntergeladen wird, bis die gesamte erste Seite erfolgreich heruntergeladen wurde. Unter diesem Szenario wurde festgestellt, dass ein anderer Satz von Rangfolgegewichten und Kanalzuordnungsgewichten wie folgt zweckmäßig ist,

$$W_{1n} = 1, W_{2n} = 10, W_{3n} = 1, W_{4n} = 1, W_{5n} = 1$$

$$V_{1n} = 1, V_{2n} = 1, V_{3n} = 1, V_{4n} = 10, V_{5n} = 1$$

[0138] Die Ergebnisse, die unter Verwendung dieses Satzes von Gewichten für gemischte Dienste in einem dritten simulierten Beispiel erhalten wurden, das wieder Echtzeitvideo und WWW-Browsing einschließt, sind in der Tabelle 5 unten dargelegt.

Tabelle 5

Planungsgewicht	FIFO gewichtet Max-C/I	Erfindung
Effiziente Eingaberate	2,138 Mbps	2,357 Mbps
Gelieferte Bitrate	1,969 Mbps	2,32 Mbps
Durchschnittliche Verzögerung	4,5966	0,5687
Erfüllte QoS-Bedingungen (WWW)	0,6331	0,8658
Erfüllte QoS-Bedingungen (Vi- deo)	0,4958	0,8994

[0139] In den oben beschriebenen Ausführungsformen wurden die von der Entscheidungseinheit **16** verwendeten Gewichte unter Berücksichtigung des erwarteten Verkehrsszenarios auf bestimmte Werte gesetzt. Die Gewichte sind durch einen Bediener des Planers vorzugsweise so einstellbar, dass, wenn sich das erwartete Verkehrsszenario ändert, die Gewichte ebenfalls geändert werden können.

[0140] Selbst wenn die Gewichte festgelegt sind, kann zumindest für die Dauer einer Betriebssitzung ein die vorliegende Erfindung verkörpernder Planer sich selbst automatisch an die sich verändernden Verkehrs- und Kanalbedingungen anpassen. In einigen TTIs z.B. können die Verkehrs- und Kanalbedingungen so sein, dass ein Planer ähnlich dem Max-C/I-Planer die bessere Leistung liefern würde, während in anderen TTIs eine andere Art von Planer wie z.B. ein Round-Robin-Planer oder Planer mit zyklischem Warteschlangenbetrieb die beste Leistung liefern könnte. Da die verschiedenen individuellen Maße in jedem TTI neu berechnet werden, ändern sie sich, so dass sie die sich ändernden Verkehrs- und Kanalbedingungen widerspiegeln. Man nehme z.B. an, dass alle UEs ähnliche Verzögerungs-, QoS- und Fairness-Profile aufweisen. Man nehme auch an, dass aktuell die Menge an Daten, die in Warteschlangen des Node-B darauf warten, zu den verschiedenen UEs gesendet zu werden, die gleiche ist. Nun werden selbst mit festen Gewichten vier der fünf Maße, die zur Ordnung nach Rangfolge und Kanalzuweisung genutzt werden, die gleichen sein. Daher ist der Entscheidungsfaktor das Maß, das sich auf Max-C/I bezieht. Irgendein UE, das ein besseres C/I aufweist, hat eine bessere Chance auf Übertragung. Daher wird das Profil des Planers automatisch in Richtung auf einen Max-C/I-Planer verschoben. Falls alle Maße mit Ausnahme der Fairness die gleichen sind, würde ähnlich das Profil in Richtung auf eine Planung mit zyklischem Warteschlangenbetrieb oder Round-Robin-Planung verschoben werden. Selbst wenn die Gewichte, die auf die individuellen Maße in der Entscheidungseinheit angewendet werden, fest sind, "surft oder wechselt" demgemäß der Planer effektiv automatisch zwischen verschiedenen Arten von Planern, wobei er voraussichtlich ein Max-C/I-Planer wird, wenn dies zweckmäßig ist, und voraussichtlich ein Round-Robin-Planer oder Planer mit zyklischem Warteschlangenbetrieb, wenn dies zweckmäßig ist, und so weiter.

[0141] In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die in [Fig. 23](#) veranschaulicht ist, ändert die Vorrichtung selbst einen der oder beide Sätze von Gewichten in dynamischer Weise während einer Operation der Vorrichtung. Die Paketplanungsvorrichtung **50** in dieser Ausführungsform ist derjenigen ähnlich,

die vorher mit Verweis auf [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) beschrieben wurde. Die Vorrichtung **50** weist jedoch ferner eine Gewichte anpassende Einheit **52** auf, die mit der kombinierte Maße erzeugenden Einheit **14** wirksam verbunden ist, um einen oder mehrere Sätze von Gewichten darauf anzuwenden. Die Gewichte anpassende Einheit **52** ist auch mit einer oder mehreren der Maße erzeugenden Einheiten **12₁** bis **12_k** (in [Fig. 23](#) genau der Einheit **12₂**) wirksam verbunden, um davon eines oder mehrere der ersten bis K-ten individuellen Maße einer Planungsleistung zu empfangen. Die Gewichte anpassende Einheit **52** in dieser Ausführungsform ist auch verbunden, um einige oder alle Daten bezüglich jedes UE, die an die Maße erzeugenden Einheiten **12₁** bis **12_k** geliefert werden, zu empfangen.

[0142] Die Gewichte anpassende Einheit **52** überwacht das (die) empfangene(n) Maß(e) und die empfangenen UE-Daten und ändert die Gewichte TTI für TTI. Falls z.B. Beispiel die Gewichte anpassende Einheit **152** feststellt, dass in einer bestimmten Periode (z.B. während einiger TTIs) das Gesamtdurchsatzprofil nicht zufriedenstellend ist, aber das die Fairness- und/Verzögerungsprofile gut sind, kann sie die Gewichte so einstellen, dass der Planer dahingehend transformiert wird, eine Planungsstrategie ähnlich derjenigen des Max-C/I-Planers zu nutzen, um den gesamten Systemdurchsatz gegenüber anderen Leistungsaspekten zu verstärken. Die Gewichte könnten kontinuierlich variabel gemacht werden oder könnten aus einem begrenzten Satz verfügbarer Kandidatengewichtsätze gemäß den Überwachungsergebnissen ausgewählt werden.

[0143] [Fig. 24](#) veranschaulicht eine andere Ausführungsform der Erfindung, in der die Gewichte während einer Operation der Vorrichtung in dynamischer Weise geändert werden.

[0144] Die Vorrichtung **60** umfasst eine erste Maße erzeugende Einheit **12** (entsprechend dem Satz von Maße erzeugenden Einheiten **12₁** bis **12_k** in [Fig. 23](#)), welche Daten bezüglich einer Leistung der Planungsvorrichtung empfängt. Daten können z.B. Meldungen des Träger-Interferenz-Verhältnisses (C/I) und Informationen bezüglich des Füllgrads von Quellen-Warteschlangen, in denen die für verschiedene Empfänger bestimmten Daten im Sender vor einer Übertragung gepuffert werden.

[0145] Basierend auf den empfangenen Daten erzeugt die erste Maße erzeugende Einheit **12** einen Satz erste Maße (entsprechend den ersten bis k-ten Maßen in [Fig. 23](#)) einer Planungsleistung. Die ersten Maße beziehen sich zumindest auf zwei verschiedene Aspekte der Planungsleistung. Eines der ersten Maße kann sich z.B. auf einen Durchsatz beziehen, während ein anderes der ersten Maße sich auf eine Verzögerung beziehen kann. Solch ein Satz der ersten Maße wird pro Empfänger (UE) erzeugt.

[0146] Die Vorrichtung **60** umfasst ferner eine Entscheidungseinheit **26**, die den Satz erste Maße empfängt, die von der erste Maße erzeugenden Einheit **12** erzeugt werden. Die Entscheidungseinheit **66** empfängt auch einen Satz von Gewichten von einer Gewichte anpassenden Einheit **62**. Es gibt ein individuell entsprechendes Gewicht für jedes einzelne der ersten Maße. Die Entscheidungseinheit **66** (die in dieser Ausführungsform die Funktion der kombinierte Maße erzeugenden Einheit **14** von [Fig. 23](#) einschließt) erzeugt eine gewichtete Kombination der ersten Maße, indem die ersten Maße gemäß den jeweiligen entsprechenden Gewichten kombiniert werden.

[0147] Die Entscheidungseinheit **66** erzeugt eine gewichtete Kombination der ersten Maße pro Empfänger und vergleicht die jeweiligen gewichteten Kombinationen für verschiedene Empfänger, um den (die) Empfänger zu entscheiden, an den (die) Pakete in dem betrachteten Planungsmoment gesendet werden sollen.

[0148] Die Vorrichtung **66** umfasst ferner die Gewichte anpassende Einheit **62**, die oben erwähnt wurde, eine zweite Maße erzeugende Einheit **64** und eine Gewichte klassifizierende Einheit **68**. Die zweite Maße erzeugende Einheit **64** empfängt einige oder alle Daten bezüglich einer Leistung der Planungsvorrichtung, die an die erste Maße erzeugende Einheit **12** geliefert werden. Obgleich in [Fig. 24](#) nicht dargestellt kann die zweite Maße erzeugende Einheit **64** auch eines oder mehrere der ersten Maße empfangen, die von der erste Maße erzeugenden Einheit **12** erzeugt wurden. Die zweite Maße erzeugende Einheit **64** erzeugt zumindest ein zweites Maß einer Planungsleistung. Das oder jedes zweite Maß bezieht sich auf einen gewissen Aspekt der gesamten Planungsleistung, d.h. berücksichtigt kollektiv alle Empfänger. Zum Beispiel können sich die zweiten Maße auf die gesamte QoS, den Gesamtdurchsatz, den durchschnittlichen Durchsatz für verschiedene Empfänger und Fairness beziehen.

[0149] Für das oder jedes zweite Maß klassifiziert die Gewichte klassifizierende Einheit **68** die vorher erwähnten Gewichte, die an die Entscheidungseinheit **66** geliefert werden, in zumindest zwei verschiedene Klassen von Gewichten gemäß einem wahrscheinlichen Einfluss, den das betreffende Gewicht voraussichtlich auf das zweite Maß hat. Zum Beispiel können die Gewichte in freundliche, feindliche und neutrale Klassen klassifiziert

werden. Die freundliche Klasse kann aus jedem Gewicht, falls überhaupt vorhanden, aufgebaut werden, deren wahrscheinlicher Einfluss auf das zweite Maß voraussichtlich positiv ist. Die feindliche Klasse kann aus jedem Gewicht, falls überhaupt vorhanden, aufgebaut werden, dessen wahrscheinlicher Einfluss auf das zweite Maß voraussichtlich negativ ist. Die neutrale Klasse kann aus jedem Gewicht, falls überhaupt vorhanden, aufgebaut werden, dessen Einfluss auf das zweite Maß unbestimmt ist (voraussichtlich nicht definitiv positiv oder definitiv negativ ist).

[0150] Die Gewichte anpassende Einheit **62** empfängt das oder jedes zweite Maß von der zweite Maße erzeugenden Einhei **64** und empfängt auch die Information bezüglich der Klassifizierung der Gewichte von der Gewichte klassifizierenden Einheit **68**. Die Gewichte anpassende Einheit **62** verwendet das oder jedes zweite Maß, zusammen mit der Klassifizierung der Gewichte für das oder jedes zweite Maß, um die Gewichte anzupassen. Zum Beispiel kann jedes Gewicht in der freundlichen Klasse für ein zweites Maß erhöht werden, falls das zweite Maß abnimmt oder unverändert ist. Jedes Gewicht in der feindlichen Klasse für ein zweites Maß kann verringert werden, falls das zweite Maß abnimmt oder sich nicht ändert. Jedes Gewicht in der neutralen Klasse für ein zweites Maß kann ungeachtet der Änderungen im zweiten Maß unverändert beibehalten werden.

[0151] Die Vorrichtung **60** ist mit einer Übertragungseinheit 18 wirksam verbunden, die, wenn ein Planungsmoment eintritt, für den die Entscheidungseinheit **66** eine Planungsentscheidung getroffen hat, veranlasst, dass Pakete an den (die) gewählten Empfänger gesendet werden.

[0152] Weitere Informationen bezüglich der detaillierten Ausführungsform von [Fig. 24](#) ist in der britischen Patentanmeldung Nr. 0308931.5 angegeben, von der diese Anmeldung Priorität beansprucht. Die am gleichen Tag wie die vorliegende Anmeldung eingereichte PCT-Anmeldung Nr. [Anwaltsreferenz P84880PC0] entspricht GB 0308931.5. Kopien von GB 0308931.5. und der PCT-Anmeldung wurden mit der vorliegenden Anmeldung eingereicht.

[0153] Man erkennt, dass die individuellen Maße einer Planungsleistung, die in Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erzeugt werden können, auf keinen Fall auf jene beschränkt sind, die hierin vorher beschrieben wurden. Zum Beispiel ist es möglich, ein oder mehrere Maße zu haben, welche rein kommerzielle oder ökonomische Aspekte wie z.B. Gesamtpreis, Kosten, Profitabilität oder Umsatz des Bedieners oder Betreibers des Node-B im drahtlosen Mobilkommunikationsnetzwerk berücksichtigen. Auf diese Weise kann der Planer, kommerzielle Bedingungen sowie Verkehrs- und Kanalbedingungen berücksichtigen.

[0154] Es ist auch möglich, ein sich spezifisch auf die Fairness beziehendes Maß zu haben, z.B. ein Maß der Varianz der Durchsätze zu verschiedenen UEs.

[0155] Ein wichtiger Vorteil einer Paketplanungsvorrichtung, die die vorliegende Erfindung verkörpert, gegenüber einer Planungsvorrichtung, die auf genetischen Algorithmen basiert, ist eine reduzierte Berechnungskomplexität. Verglichen mit einem grundlegenden Max-C/I-Planer kann z.B. ein einen genetischen Algorithmus verwendender Planer mindestens 20 bis 100 mal größere Berechnungskomplexität aufweisen. Obgleich Planer, die genetische Algorithmen verwenden, auf lange Sicht bestimmt brauchbar sein werden, wenn die Kosten von Berechnungsressourcen hoher Komplexität fallen, ist es folglich auf kurze und mittlere Sicht wünschenswert, Planer zu schaffen, welche nicht signifikant größere Berechnungskomplexität als die herkömmlichen Planer erfordern, die auf Max-C/I- und Round-Robin-Techniken gestützt sind.

[0156] Die Berechnungskomplexität einer Planungsvorrichtung, die die vorliegende Erfindung verkörpert, wird im Folgenden untersucht. Es wird angenommen, dass die Vorrichtung mit N UEs, M Sektoren, K verschiedenen individuellen Maßen einer Planungsleistung und C Trägern arbeitet. In jedem TTI muss eine die vorliegende Erfindung verkörpernde Planungsvorrichtung $7N$ Subtraktionsoperationen, $(2K+5)N$ Additionsoperationen, $(4K+7)N+1$ Multiplikationsoperationen, $8N+1$ Teilungsoperationen, N Operationen, um einen maximalen Wert zu finden, und $4N$ Operationen, um einen minimalen Wert zu finden, ausführen. Es wird angenommen, dass ein die vorliegende Erfindung verkörpernder Planer zwei Sortierprozesse ausführen muss. Es wird angenommen, dass jeder Sortierprozess ein sogenannter "Schnellsortier- oder Quicksort Prozess" ist, wie er z.B. in "Numerical Recipes in C", W.H. Press at al.: Cambridge University Press, 1992, beschrieben ist. Die Anzahl von Operationen, die pro TTI für jeden Quicksort-Prozess erforderlich sind, beträgt $2N^2$.

[0157] Es wird angenommen, dass jede der obigen Operationen 2 Multiplizieren-Akkumulieren-Zyklen für einen die Operationen ausführenden Prozessor äquivalent ist. Es wird auch angenommen, dass eine Stauung oder Überfüllung im schlechtesten Fall auftritt, so dass alle UEs in jedem TTI nicht leere Quellen-Warteschlan-

gen haben und dass jeder Wert ein Format \pm XXXXX.XXXX hat. Die Anzahl Millionen Multiplizieren-Akkumulieren-Zyklen pro Sekunde MMACS (unter der Annahme, dass es 500 TTIs pro Sekunde gibt) beträgt

$$P = 2(4N + 6KN + 32N + 2)MC500/10^6$$

[0158] Fig. 25 ist eine graphische Darstellung, die zeigt, wie die Anzahl von MMACS variiert, wenn N variiert, wobei angenommen wird, dass es $M = 6$ Sektoren, $K = 5$ Dimensionen und $C = 4$ Träger pro Sektor gibt. Wenn $N = 100$ gilt, beträgt die Anzahl von MMACS 1109. Für einen typischen Digitalsignalprozessor wie z.B. den Motorola MCS 8102, der zur Verwendung in drahtlosen 3G-Basisstationen vorgesehen ist, die 6000 MMACS liefern, repräsentiert dies etwa 20% der gesamten Verarbeitungsleistung.

[0159] Abgesehen von den Anforderungen an die Verarbeitungsleistung müssen auch Speicheranforderungen betrachtet werden. Der gesamte Speicherumfang, der für jeden Quicksort-Prozess erforderlich ist, ist $2 \log_2 N$. Der Speicherumfang, der für N UEs, M Sektoren, K individuelle Maße und C Träger erforderlich ist,

$$S = 4 \log_2 N + 22N + 4$$

[0160] Wie oben beschrieben wurde, können Paketplanungsverfahren- und -vorrichtungen, die die vorliegende Erfindung verkörpern, eine mehrdimensionale QoS-basierte Planungstechnik liefern, die herkömmliche Planungstechniken übertrifft. Diese Überlegenheit wird erreicht, ohne die Notwendigkeit, die UEs gemäß den zu liefernden verschiedenen Diensten zu klassifizieren, und vermeidet so die Probleme früher vorgeschlagener Planungstechniken, die mit verschiedenen Reihen oder Bänken von Planern für verschiedene Dienste verbunden sind. Indem eine dynamische Dienst-Klassifizierung durchgeführt wird, können die Paketplanungsverfahren und -vorrichtungen, die die vorliegende Erfindung verkörpern, einen hohen Grad an Robustheit erzielen, indem alle Aspekte der QoS-Versorgung verbessert werden. Es ist auch möglich, einen hohen Grad an Abstimmungsfähigkeit und Flexibilität zu erzielen, um verschiedene Systemparameter zu steuern.

[0161] Es ist möglich, ein die vorliegende Erfindung verkörperndes Paketplanungsverfahren zu nutzen, um einen gewissen Teil der oder die gesamte anfängliche Population eines genetischen Algorithmus einzustellen, der genutzt wird, um eine Planung auszuführen, z.B. den genetischen Algorithmus, der in unserer gleichzeitig anhängigen britischen Patentveröffentlichung Nr. GB-A-2390775 beschrieben ist.

[0162] Obgleich ein Beispiel der vorliegenden Erfindung oben in Bezug auf ein Breitband-CDMA-Netzwerk mit einem asynchronen Paketmodus beschrieben wurde, versteht es sich, dass die vorliegende Erfindung auch auf beliebige andere Netzwerke angewendet werden kann, in denen ein Planungsproblem auftritt. Diese Netzwerke könnten andere CDMA-Netzwerke wie z.B. ein IS95-Netzwerk sein oder von diesen angepasst werden. Diese Netzwerke könnten andere Mobilkommunikationsnetzwerke sein oder von diesen angepasst werden, die nicht CDMA nutzen, z.B. Netzwerke, die eine oder mehrere der folgenden Vielfachzugriffstechniken nutzen: Zeiteilungs-Vielfachzugriff (TDMA), Wellenlängenteilungs-Vielfachzugriff (WDMA), Frequenzteilungs-Vielfachzugriff (FDMA) und Raumteilungs-Vielfachzugriff (SDMA).

[0163] Obgleich Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung als verschiedene "Einheiten" aufweisend beschrieben wurden, erkennt der Fachmann, dass ein Mikroprozessor oder ein Digitalsignalprozessor (DSP) in der Praxis genutzt werden kann, um einige der oder alle Funktionen der Basisstation (Node-B) und/oder eines Anwengeräts in Ausführungsformen der Erfindung zu implementieren.

Patentansprüche

1. Paketplanungsverfahren zum Planen von Datenpaketen für eine Übertragung von einem Sender über mindestens einen Kanal zu mehreren Empfängern, welches Verfahren umfasst:
 Erzeugen, für jeden individuellen Empfänger, von zumindest zwei verschiedenen individuellen Maßen, wobei jedes ein Maß einer Planungsleistung in einem oder mehreren verschiedenen Aspekten ist;
 Erzeugen (S1, S3), für jeden individuellen Empfänger, eines kombinierten Maßes der Planungsleistung in mindestens zwei verschiedenen Aspekten, indem die individuellen Maße für den betreffenden Empfänger kombiniert werden; und
 Verwenden (S4) der jeweiligen kombinierten Maße für verschiedene Empfänger, um den (die) Empfänger zu entscheiden, an den (die) Pakete gesendet werden sollen;
 gekennzeichnet durch:
 Zuweisen jeweiliger Gewichtungen zu den mindestens zwei verschiedenen Aspekten der Planungsleistung;
 Kombinieren (S1, S3) der individuellen Maße gemäß den zugewiesenen Gewichtungen, um das kombinierte

Maß zu erzeugen;

und ferner **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein individuelles Maß von zumindest einem besagten Aspekt, der ein anderes der individuellen Maße beeinflusst, unabhängig ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Gewichtungen von einem Bediener des Senders einstellbar sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Gewichtungen basierend auf der Planungsleistung automatisch eingestellt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei beim Erzeugen des kombinierten Maßes eine Verzögerung beim Liefern von Daten zum Empfänger in Abhängigkeit von einer Differenz zwischen einer vom Empfänger aktuell erfahrenen schlechtesten Verzögerung und einer für den Empfänger eingestellten tolerablen Verzögerungsschwelle bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei beim Erzeugen des kombinierten Maßes ein Durchsatz von Daten zum Empfänger in Abhängigkeit von einer an den Empfänger erfolgreich gelieferten Datenmenge und von einer am Sender auf eine Übertragung zum Empfänger wartenden Datenmenge bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein individuelles Maß durch eine Priorität beeinflusst wird, die dem Empfänger individuell zugewiesen wurde.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei zumindest ein individuelles Maß durch eine Priorität beeinflusst wird, die einer Art von an den Empfänger geliefertem Service zugewiesen wurde.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein individuelles Maß eingestellt wird, um eine Fehlanpassung zwischen ihm und einem anderen der individuellen Maße zu reduzieren.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein oder mehrere der individuellen Maße normiert sind.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das oder jedes kombinierte Maß erzeugt wird, indem ein Produkt der individuellen Maße für den betreffenden Empfänger gebildet wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit den Schritten:
Erzeugen jeweiliger erster und zweiter derartiger kombinierter Maße (S1, S3) für jeden individuellen Empfänger;
Erstellen einer Rangfolge (S2) der Empfänger basierend auf ihren jeweiligen ersten kombinierten Maßen und Bilden einer Liste der Empfänger in der Reihenfolge, in der sie nach Rangfolge geordnet sind; und
Zuordnen (S4) von Kanälen zu den Empfängern in der Liste, basierend auf ihren jeweiligen zweiten kombinierten Maßen, beginnend vom Empfänger mit dem höchsten Rang in der Liste.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei zumindest ein besagter Aspekt verschiedenen jeweiligen Gewichtungen zum Erzeugen des ersten bzw. zweiten kombinierten Maßes zugewiesen wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei einer der verschiedenen Aspekte Erfolg oder Misserfolg beim Liefern von Daten an den Empfänger innerhalb einer tolerablen Verzögerungsschwelle ist.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei einer der verschiedenen Aspekte eine Qualität eines Kanals zwischen dem Sender und dem Empfänger ist.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei einer der verschiedenen Aspekte ist, wie viele Daten schätzungsweise erfolgreich an den Empfänger lieferbar sind.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei einer der verschiedenen Aspekte ist, wie viele Daten beim Sender auf die Übertragung zum Empfänger warten.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei einer der verschiedenen Aspekte eine Verzögerung beim Liefern von Daten an den Empfänger ist.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei einer der verschiedenen Aspekte Fairness zwischen verschiedenen Empfängern ist.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei einer der verschiedenen Aspekte ein kommerzieller Aspekt ist.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, für eine Reihe von Planungsmomenten iterativ ausgeführt, wobei für jeden besagten Planungsmoment neu kombinierte Maße für die Empfänger erzeugt werden und eine neue Entscheidung über den (die) Empfänger getroffen wird, an den (die) Pakete gesendet werden sollen.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Übertragung eine drahtlose Übertragung ist.

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Sender ein Teil einer Basisstation eines drahtlosen Kommunikationssystems ist und jeder Empfänger Teil eines Anwendergeräts dieses Systems ist.

23. Paketplanungsvorrichtung zum Planen von Datenpaketen für eine Übertragung von einem Sender zu mehreren Empfängern über zumindest einen Kanal, welche Vorrichtung umfasst:

Mittel (**12₁**, ..., **12_k**; **12**), um für jeden individuellen Empfänger zumindest zwei verschiedene individuelle Maße zu erzeugen, wobei jedes ein Maß einer Planungsleistung in einem oder mehreren verschiedenen Aspekten ist;

Mittel (**14**; **66**), um für jeden individuellen Empfänger ein kombiniertes Maß einer Leistung der Vorrichtung in zumindest zwei verschiedenen Aspekten zu erzeugen, indem die individuellen Maße für den betreffenden Empfänger kombiniert werden; und

Mittel (**16**; **66**), um die jeweiligen kombinierten Maße für verschiedene Empfänger zu verwenden, um den (die) Empfänger zu entscheiden, an den (die) Pakete gesendet werden sollen;

gekennzeichnet durch:

Mittel (**52**; **62**), um den zumindest zwei verschiedenen Aspekten einer Leistung der Paketplanungsvorrichtung Gewichtungen zuzuweisen; und

ferner dadurch gekennzeichnet, dass:

das kombinierte Maße erzeugende Mittel (**14**; **66**) betreibbar ist, um die individuellen Maße gemäß den zugewiesenen Gewichtungen zu kombinieren, um das kombinierte Maß zu erzeugen;

zumindest ein individuelles Maß von zumindest einem Aspekt, der ein anderes der individuellen Maße beeinflusst, unabhängig ist.

24. Sender, mit:

Paketplanungsvorrichtung (**10**, **50**; **60**) nach Anspruch 23; und

Sendemittel (**18**), das mit der Paketplanungsvorrichtung wirksam verbunden und betreibbar ist, um zu veranlassen, dass Pakete an den (die) Empfänger(n) gesendet werden, der (die) durch die Paketplanungsvorrichtung entschieden wurde(n).

Es folgen 22 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

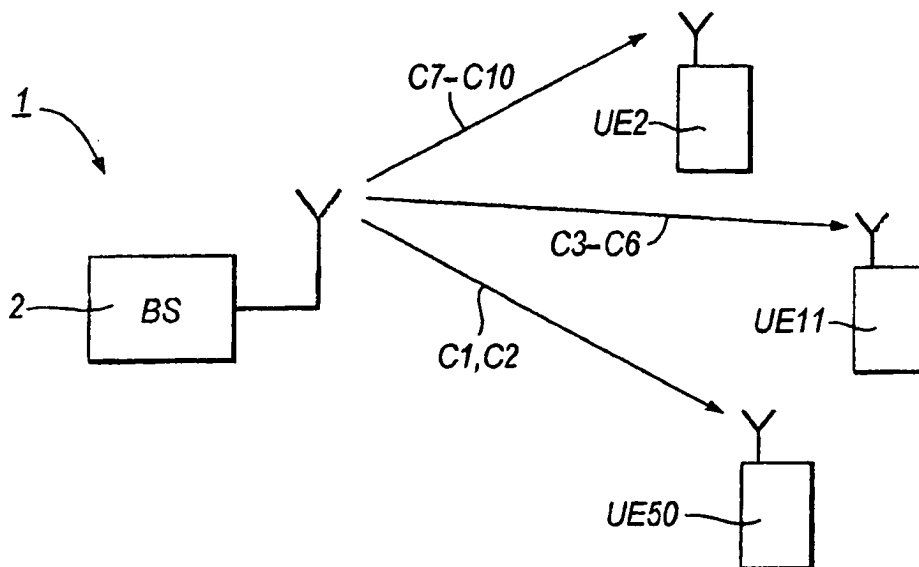


Fig. 1

	TTI 1	TTI 2	TTI 3	TTI 4	TTI 5	TTI 6	TTI 7	TTI 8	TTI 9
Node B 1 KANALCODE 1	UE50 PAKET 1	UE1 PAKET 1	UE3 PAKET 1	UE23 PAKET 1	UE4 PAKET 2	UE6 PAKET 1	UE1 PAKET 1	UE23 PAKET 1	UE7 PAKET 1
Node B 1 KANALCODE 2	UE50 PAKET 2	UE50 PAKET 3	UE4 PAKET 1	UE1 PAKET 2	UE7 PAKET 1	UE50 PAKET 2	UE4 PAKET 1	UE1 PAKET 2	UE17 PAKET 1
Node B 1 KANALCODE 3	UE11 PAKET 1	UE50 PAKET 4	UE1 PAKET 1	UE4 PAKET 2	UE23 PAKET 2	UE2 PAKET 8	UE11 PAKET 4	UE15 PAKET 1	UE23 PAKET 2
Node B 1 KANALCODE 4	UE11 PAKET 2	UE50 PAKET 5	UE50 PAKET 10	UE11 PAKET 8	UE16 PAKET 2	UE9 PAKET 2	UE40 PAKET 2	UE34 PAKET 1	UE9 PAKET 3
Node B 1 KANALCODE 5	UE11 PAKET 3	UE2 PAKET 5	UE16 PAKET 1	UE9 PAKET 1	UE11 PAKET 3	UE24 PAKET 2	UE43 PAKET 2	UE16 PAKET 1	UE11 PAKET 10
Node B 1 KANALCODE 6	UE11 PAKET 4	UE11 PAKET 5	UE2 PAKET 6	UE1 PAKET 3	UE4 PAKET 1	UE11 PAKET 9	UE40 PAKET 3	UE11 PAKET 5	UE4 PAKET 1
Node B 1 KANALCODE 7	UE2 PAKET 1	UE50 PAKET 6	UE50 PAKET 11	UE3 PAKET 2	UE24 PAKET 1	UE2 PAKET 8	UE38 PAKET 1	UE38 PAKET 5	UE50 PAKET 14
Node B 1 KANALCODE 8	UE2 PAKET 2	UE50 PAKET 7	UE50 PAKET 12	UE11 PAKET 9	UE43 PAKET 1	UE4 PAKET 3	UE38 PAKET 2	UE3 PAKET 2	UE14 PAKET 1
Node B 1 KANALCODE 9	UE2 PAKET 3	UE50 PAKET 8	UE11 PAKET 6	UE40 PAKET 1	UE50 PAKET 13	UE3 PAKET 1	UE38 PAKET 3	UE40 PAKET 1	UE43 PAKET 2
Node B 1 KANALCODE 10	UE2 PAKET 4	UE50 PAKET 9	UE11 PAKET 7	UE50 PAKET 13	UE2 PAKET 7	UE43 PAKET 2	UE38 PAKET 4	UE50 PAKET 14	UE2 PAKET 9

Fig. 2

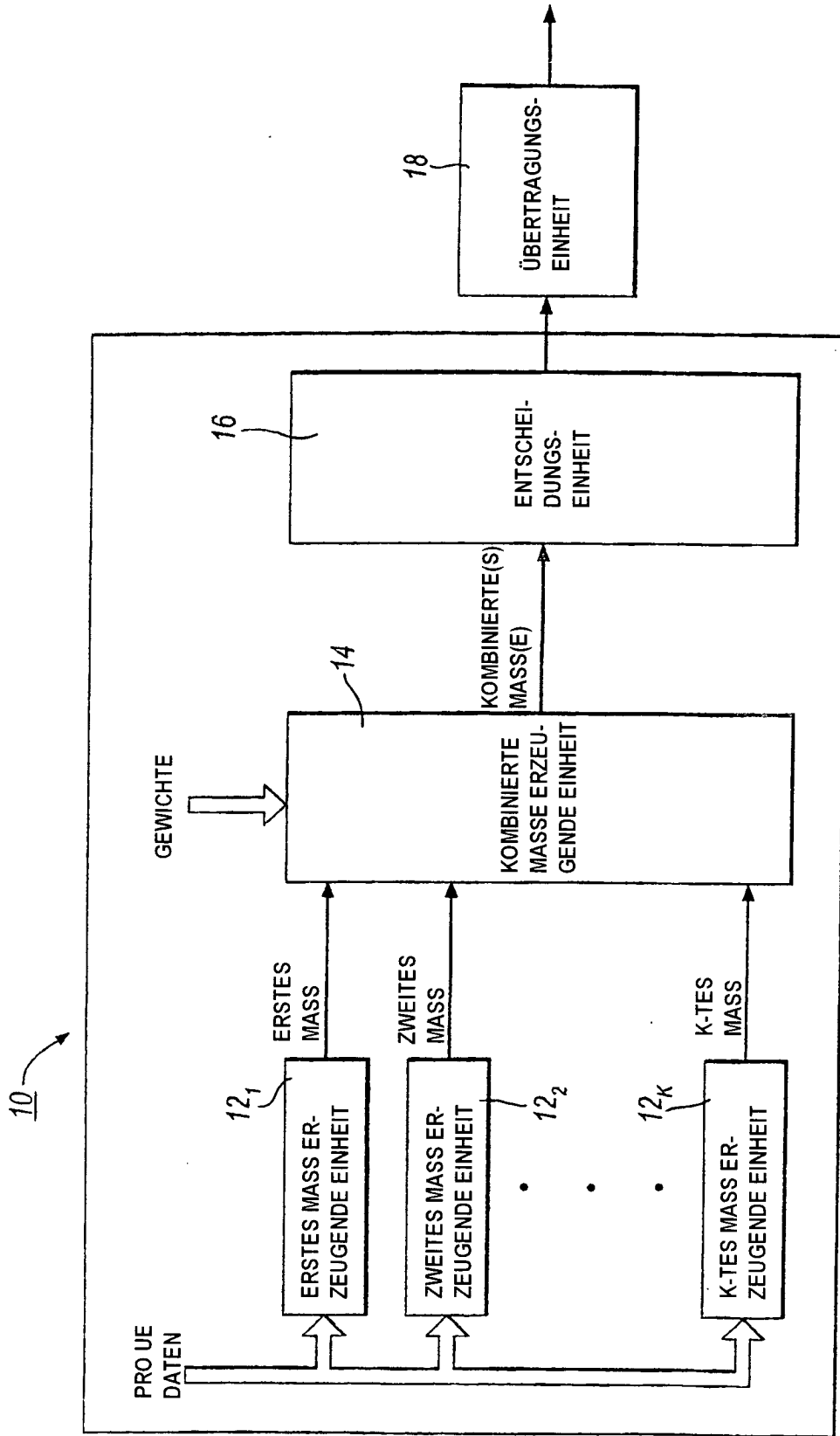


Fig. 3

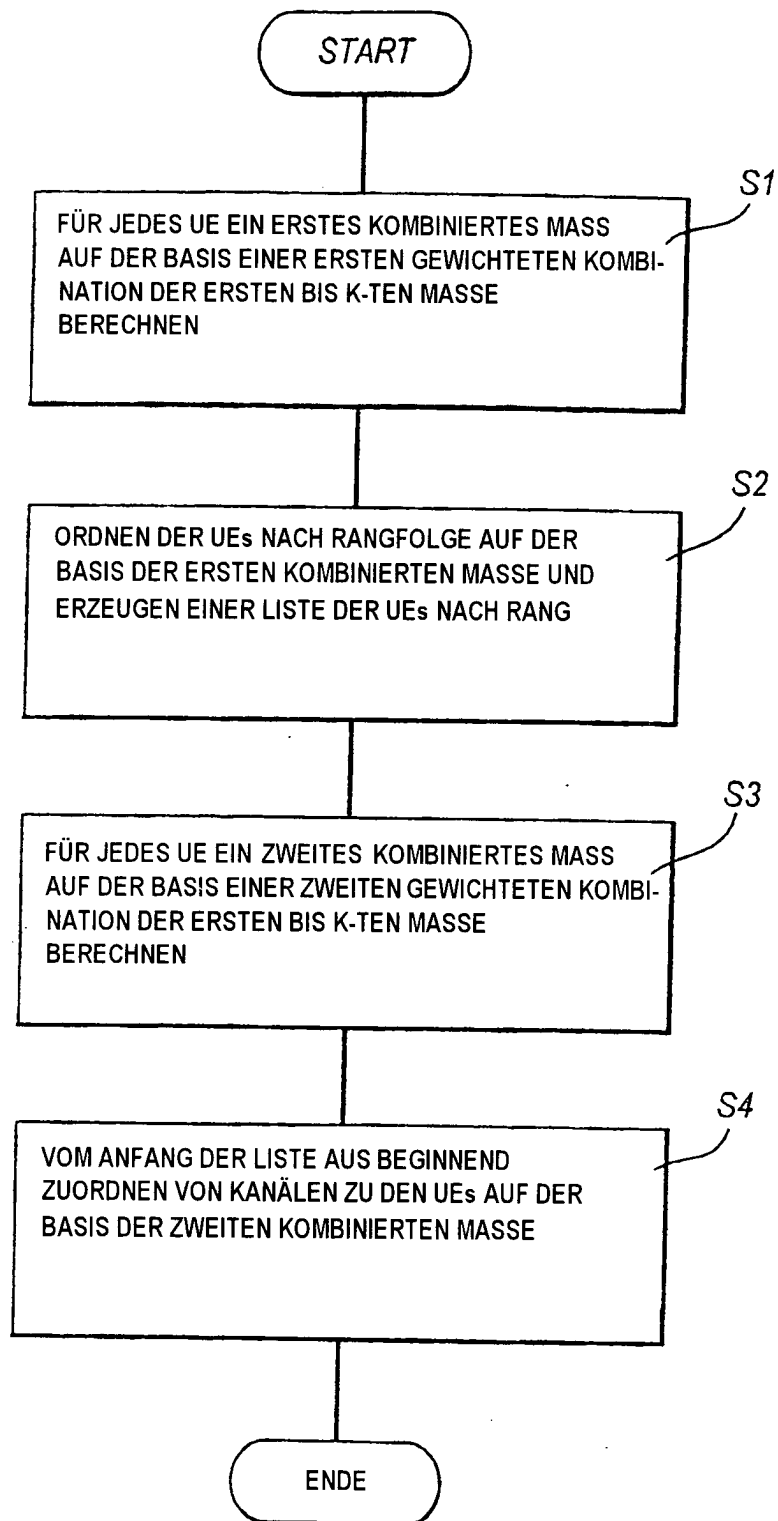


Fig.4

ERSTER SCHRITT					
RANG	UE-NR.	KANALZUORDNUNGSMASS	NORMIERT	NR. KANAL	GERUNDET
1	30	1.5	0.12	1.23	1
2	2	4.3			
3	9	1.2			
4	11	2			
5	17	3.2			
SUMME		12.2			
ÜBRIG					9
ZWEITER SCHRITT					
RANG	UE-NR.	KANALZUORDNUNGSMASS	NORMIERT	NR. KANAL	GERUNDET
1	30				
2	2	4.3	0.40	3.62	3
3	9	1.2			
4	11	2			
5	17	3.2			
SUMME		10.7			
ÜBRIG					6
DRITTER SCHRITT					
RANG	UE-NR.	KANALZUORDNUNGSMASS	NORMIERT	NR. KANAL	GERUNDET
1	30				
2	2				
3	9	1.2	0.19	1.13	1
4	11	2			
5	17	3.2			
SUMME		6.4			
ÜBRIG					5
VIERTER SCHRITT					
RANG	UE-NR.	KANALZUORDNUNGSMASS	NORMIERT	NR. KANAL	GERUNDET
1	30				
2	2				
3	9				
4	11	2	0.38	1.92	1
5	17	3.2			
SUMME		5.2			
ÜBRIG					4
FÜNFTER SCHRITT					
RANG	UE-NR.	KANALZUORDNUNGSMASS	NORMIERT	NR. KANAL	GERUNDET
1	30				
2	2				
3	9				
4	11				
5	17	3.2	1.00	4.00	4
SUMME		3.2			
ÜBRIG					0

Fig.5

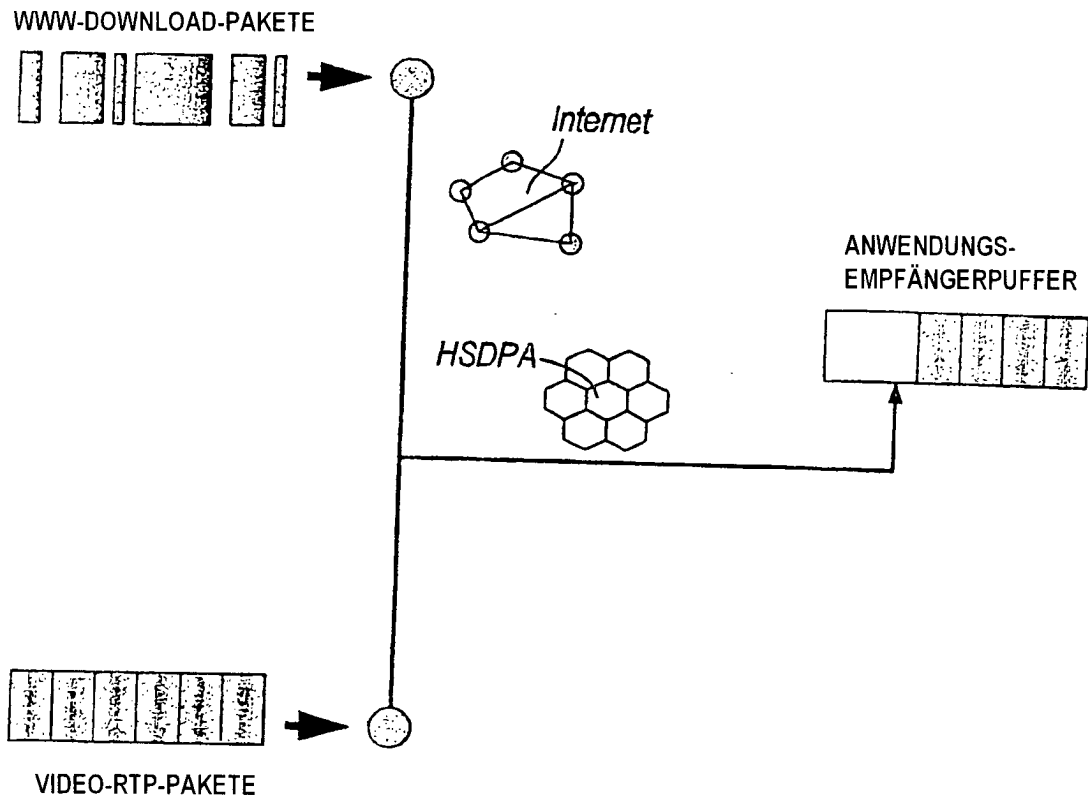


Fig.6

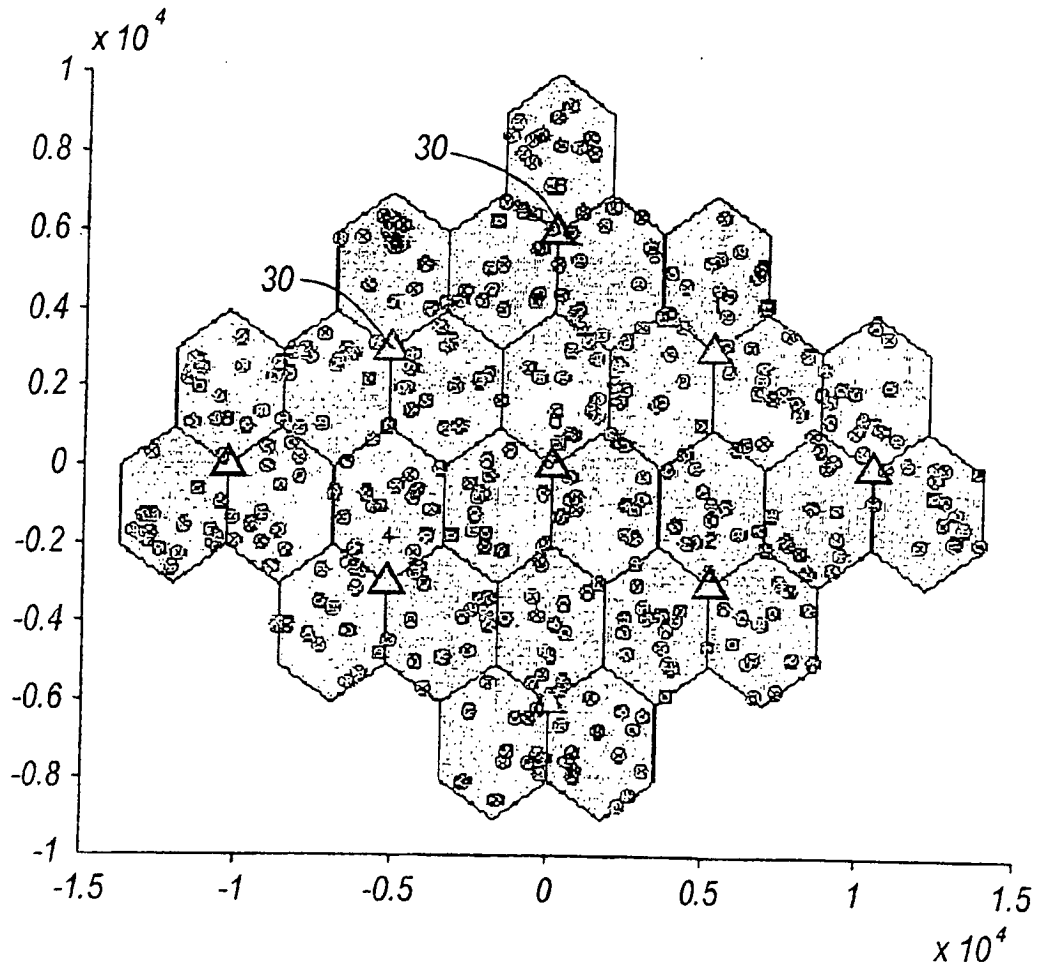


Fig. 7

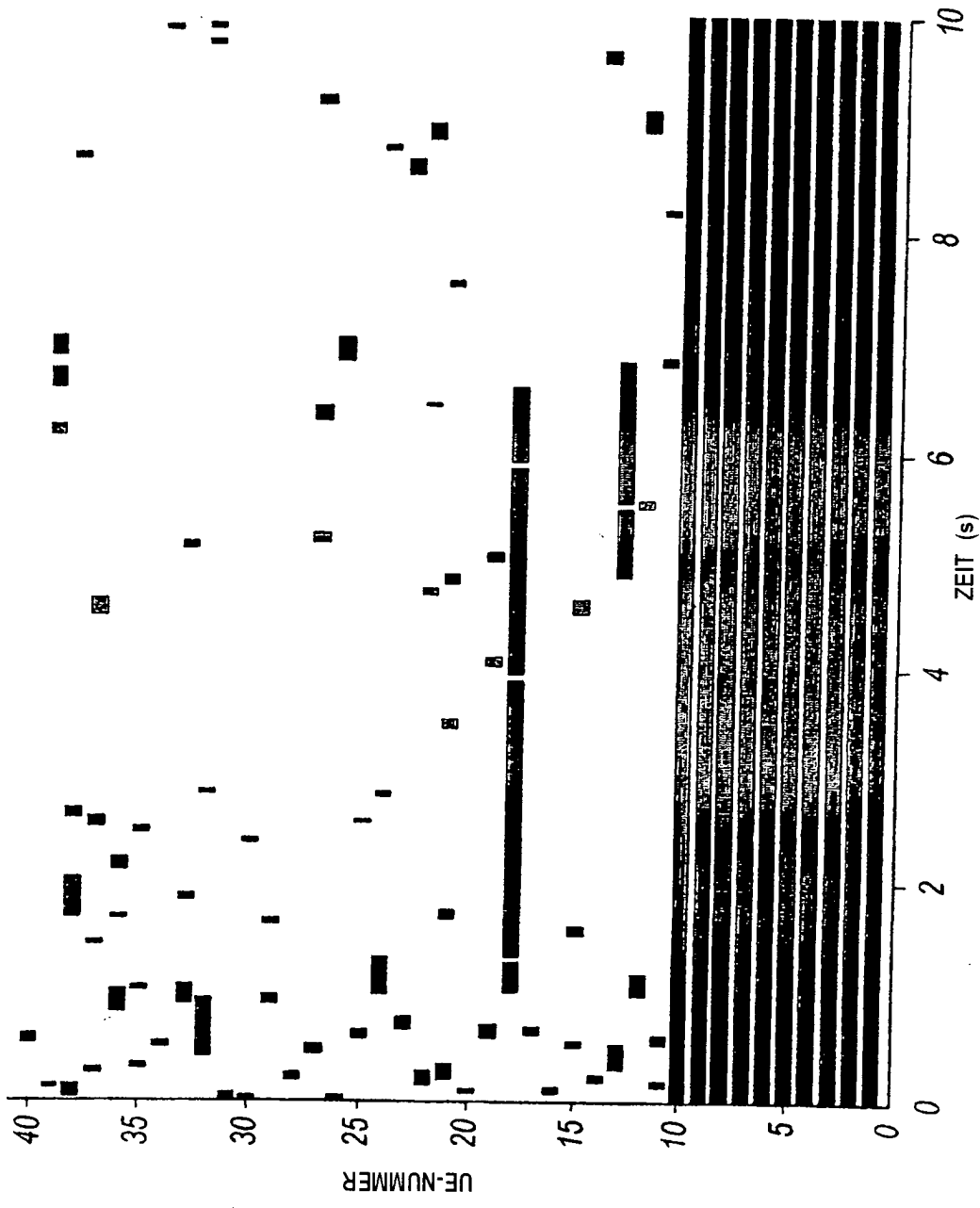


Fig.8

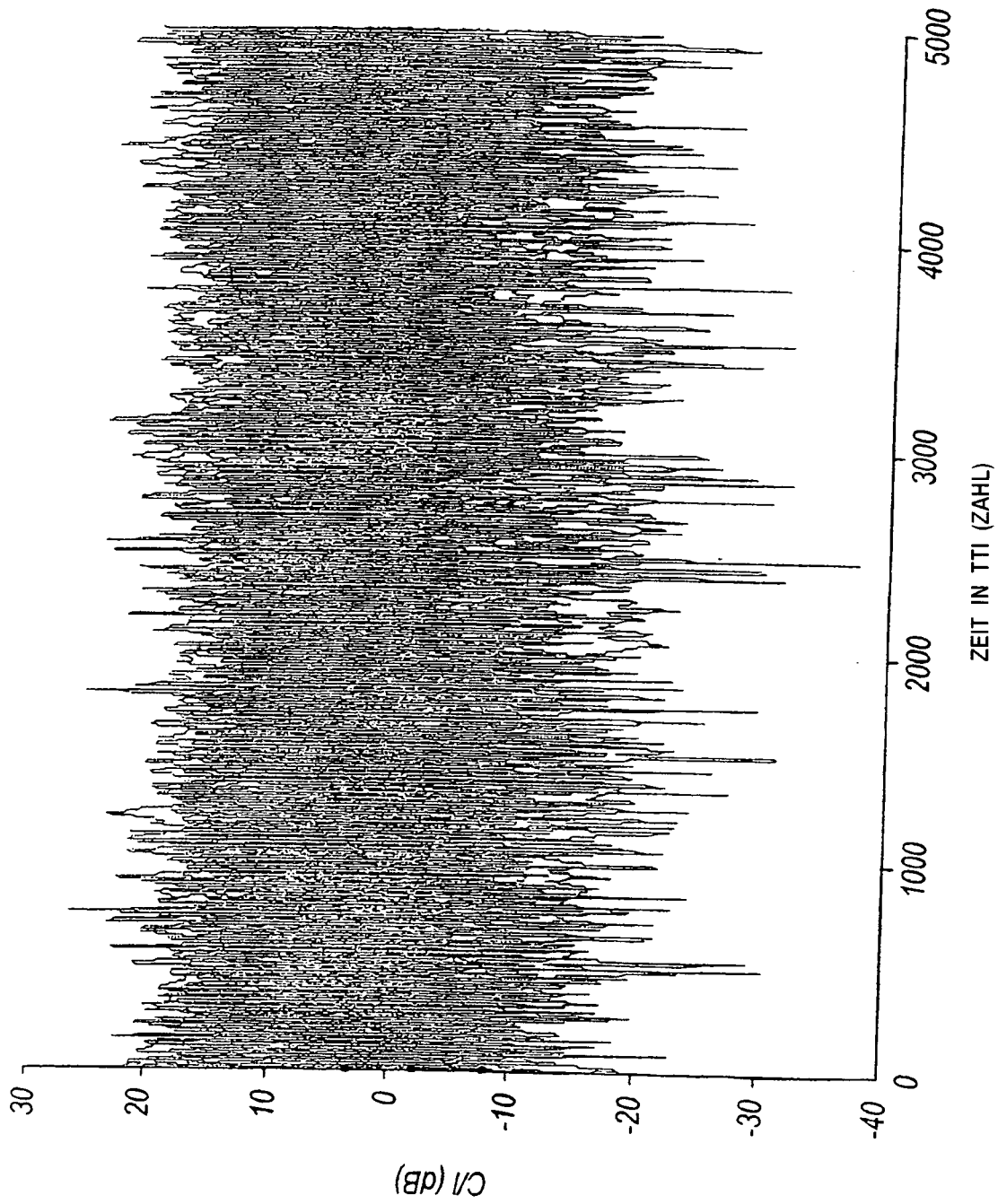


Fig.9

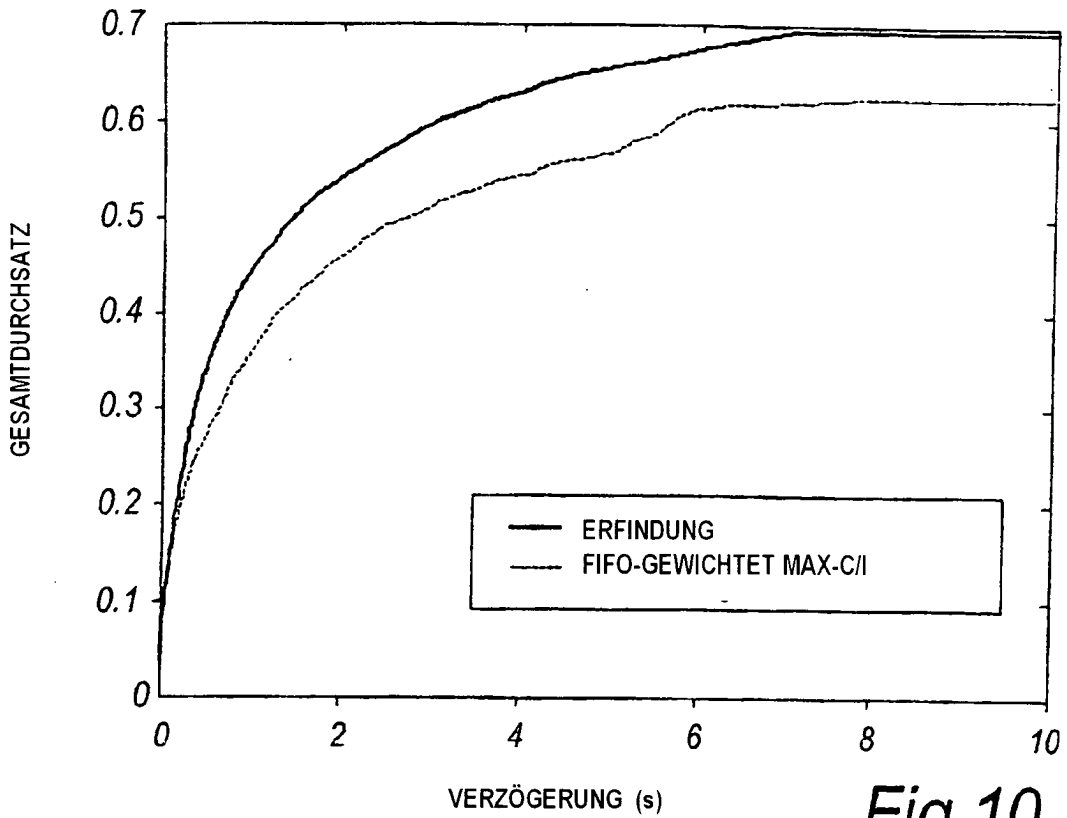


Fig. 10

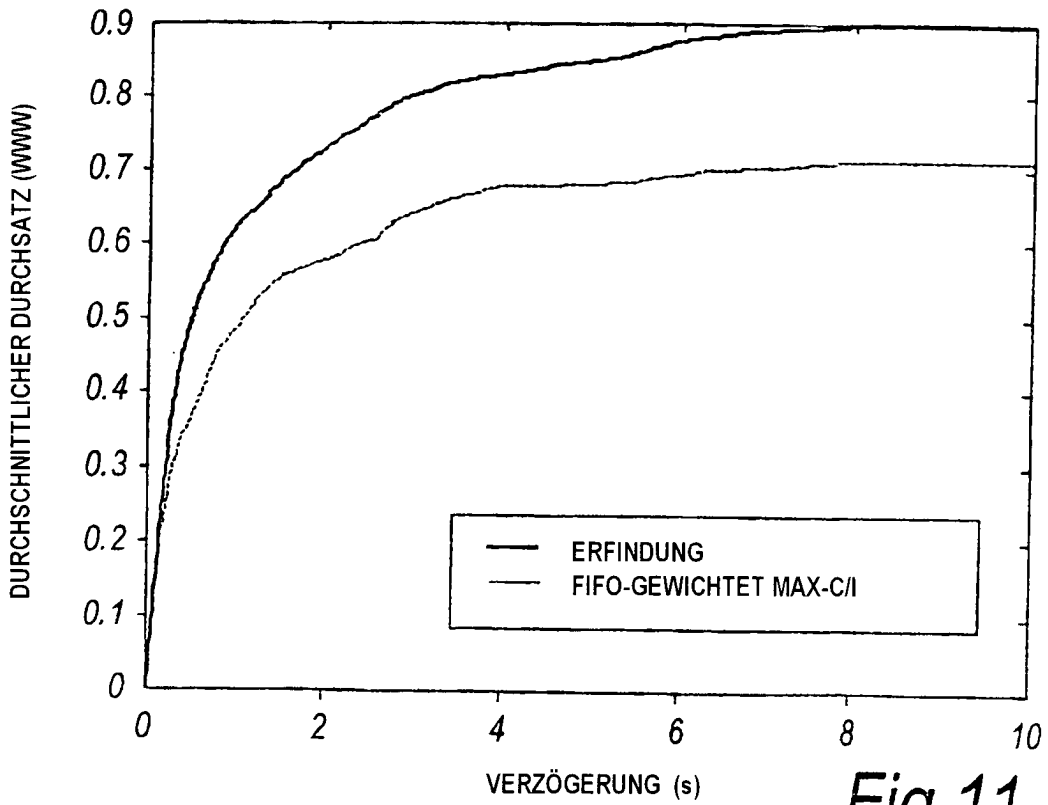


Fig. 11

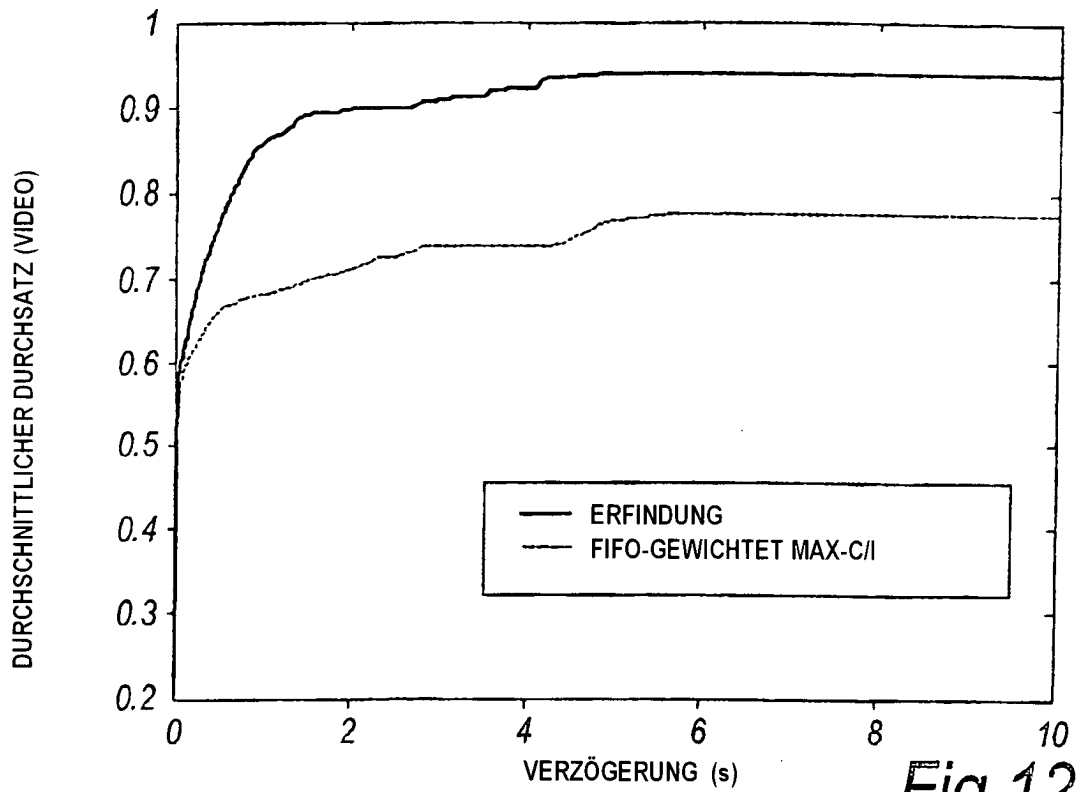


Fig. 12

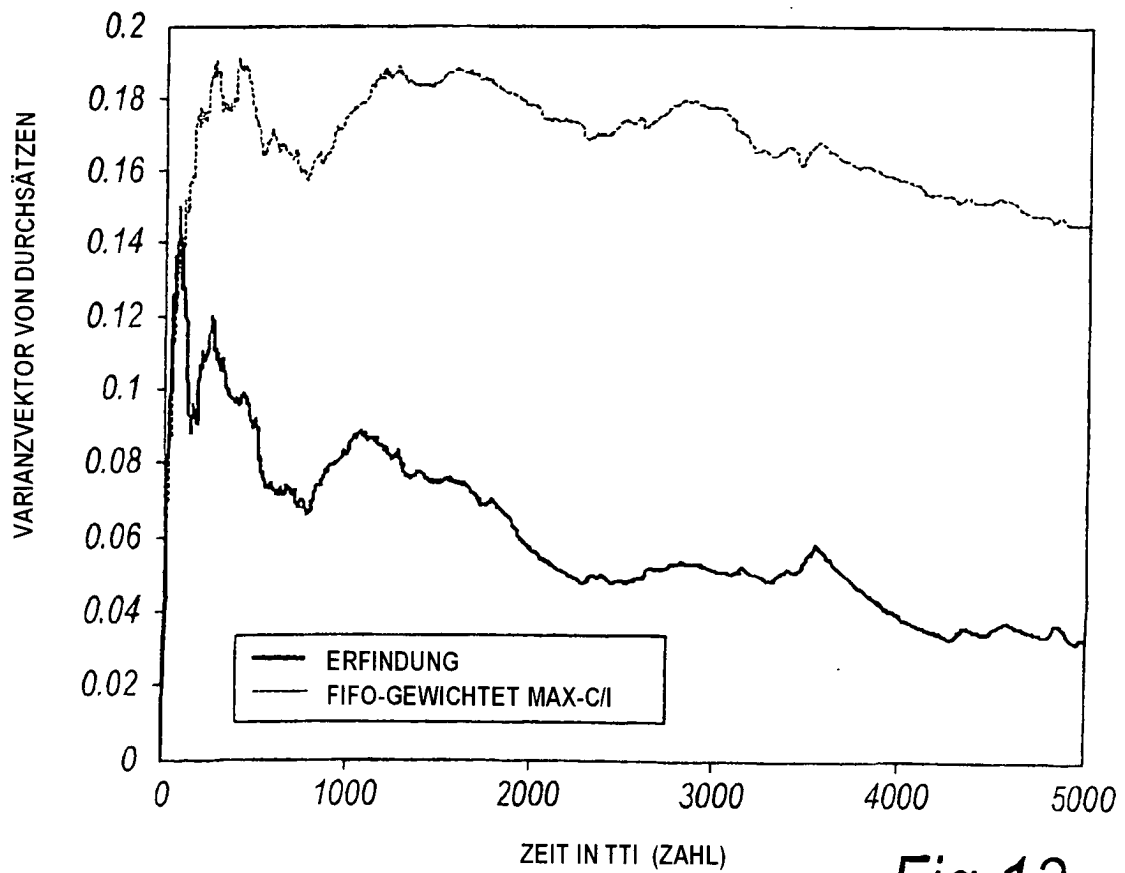


Fig. 13

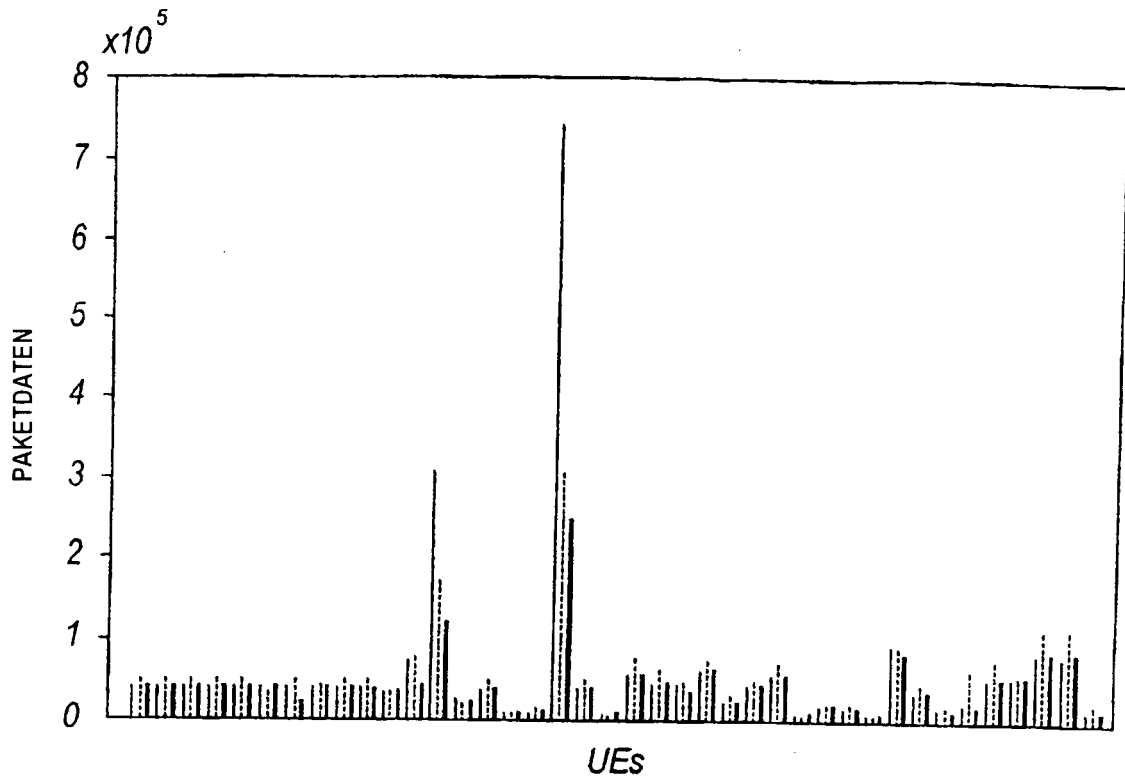


Fig. 14

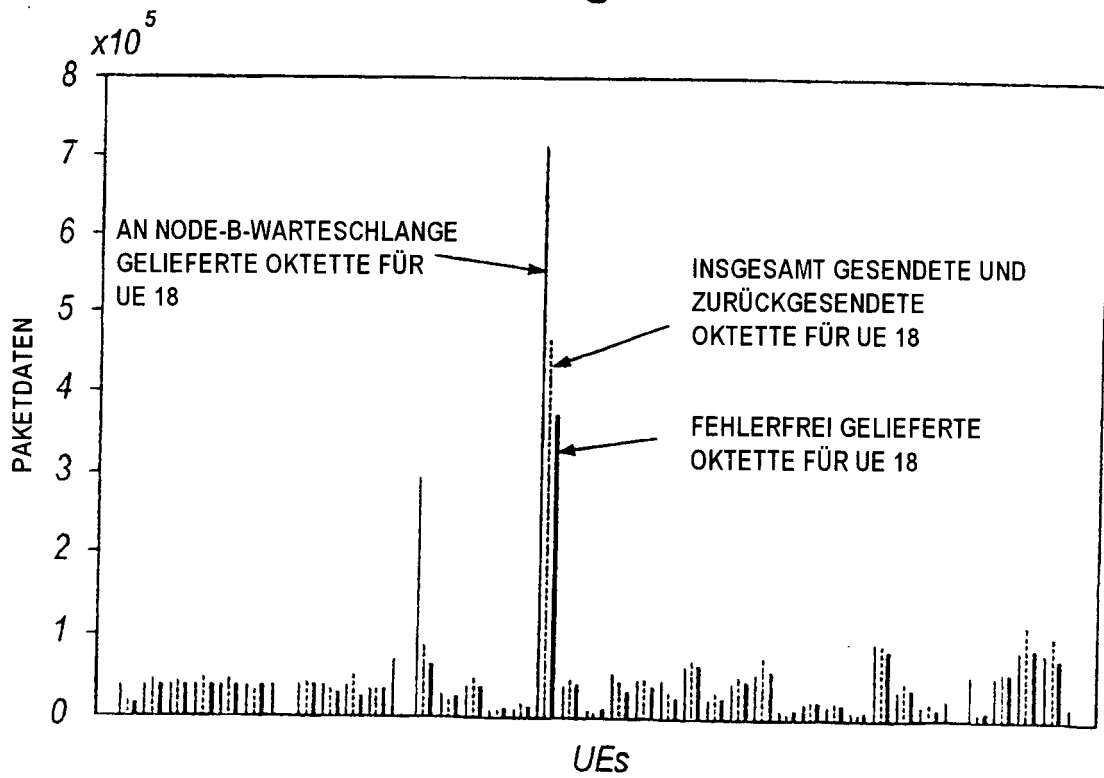


Fig. 15

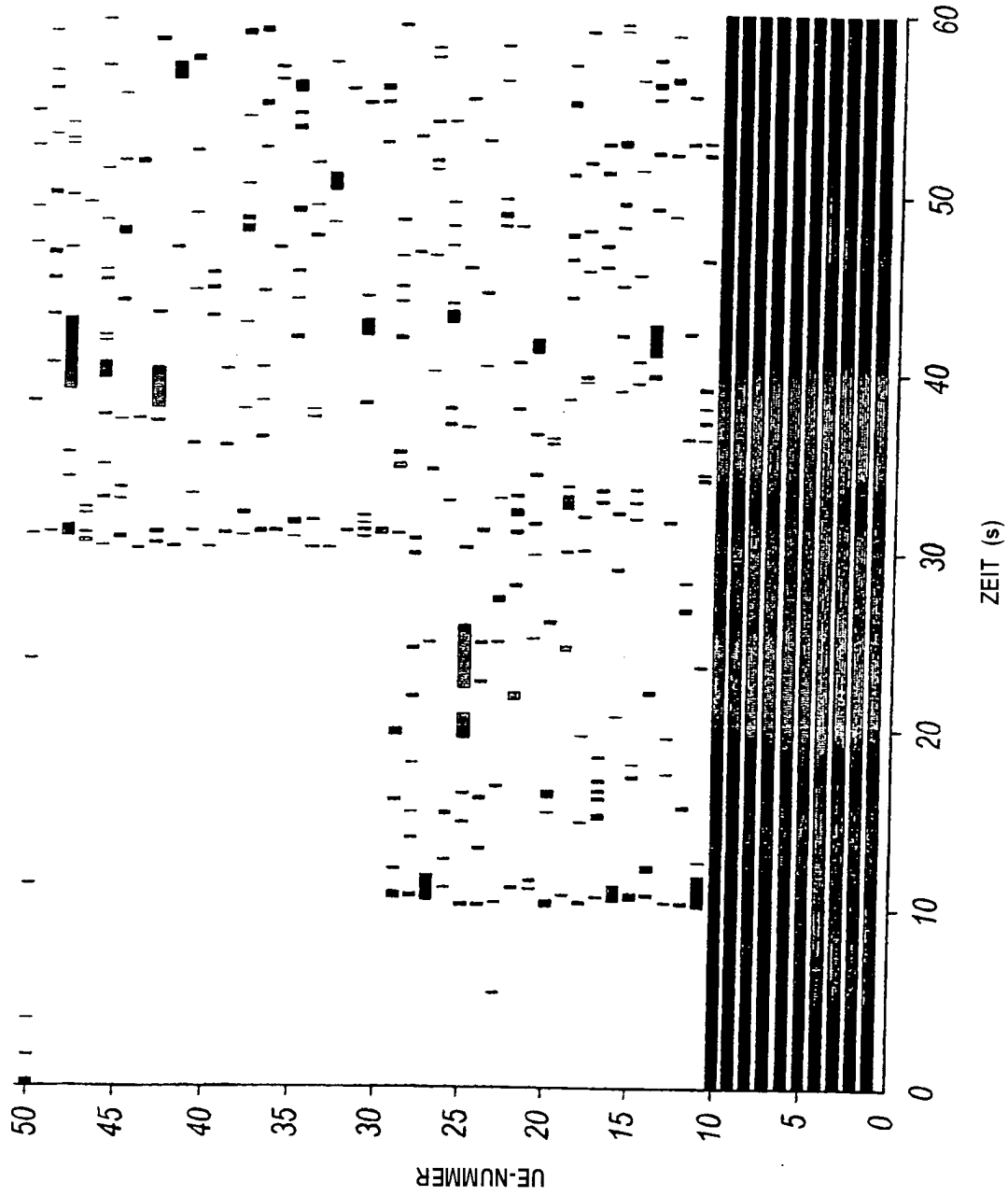


Fig.16

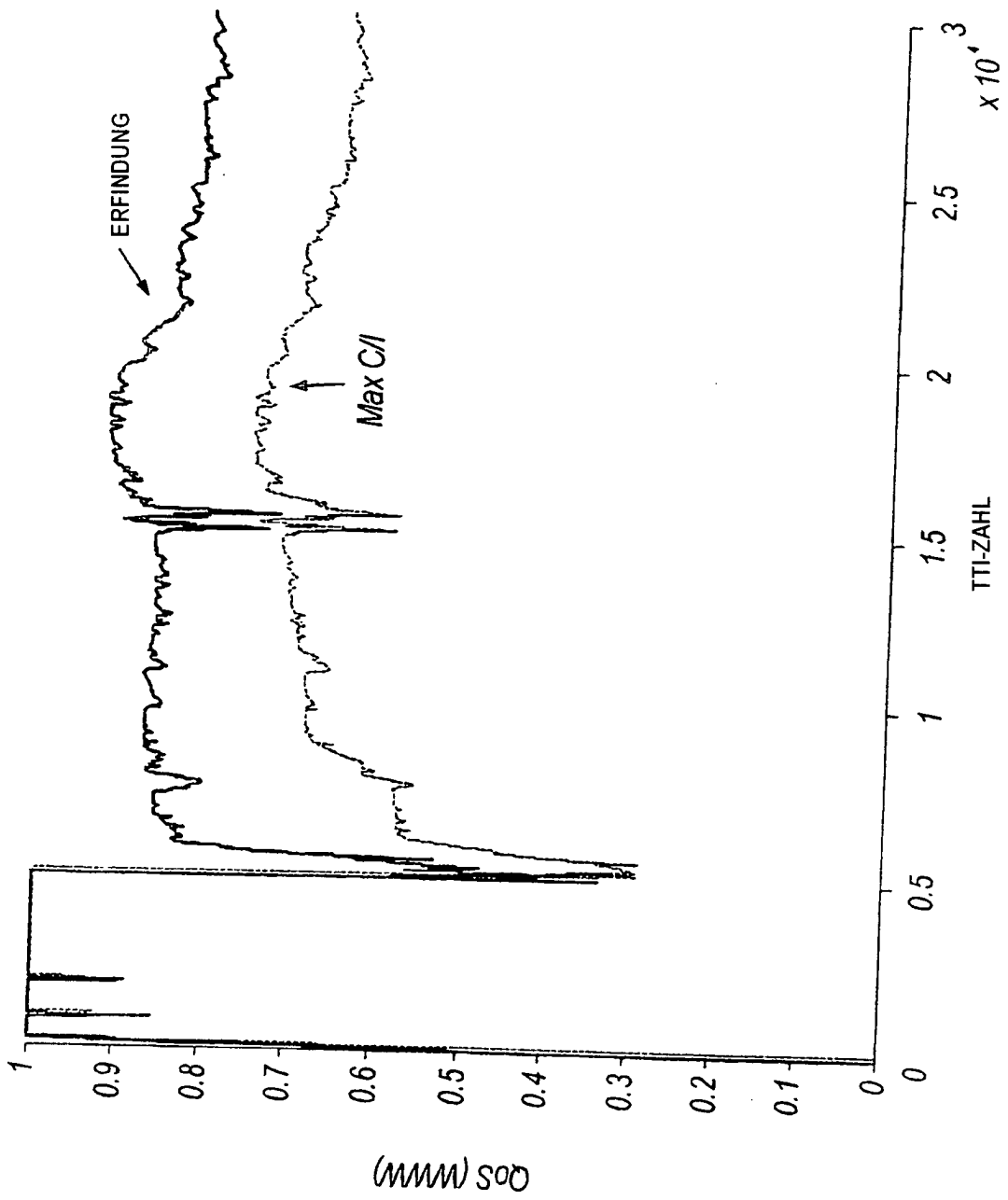


Fig.17

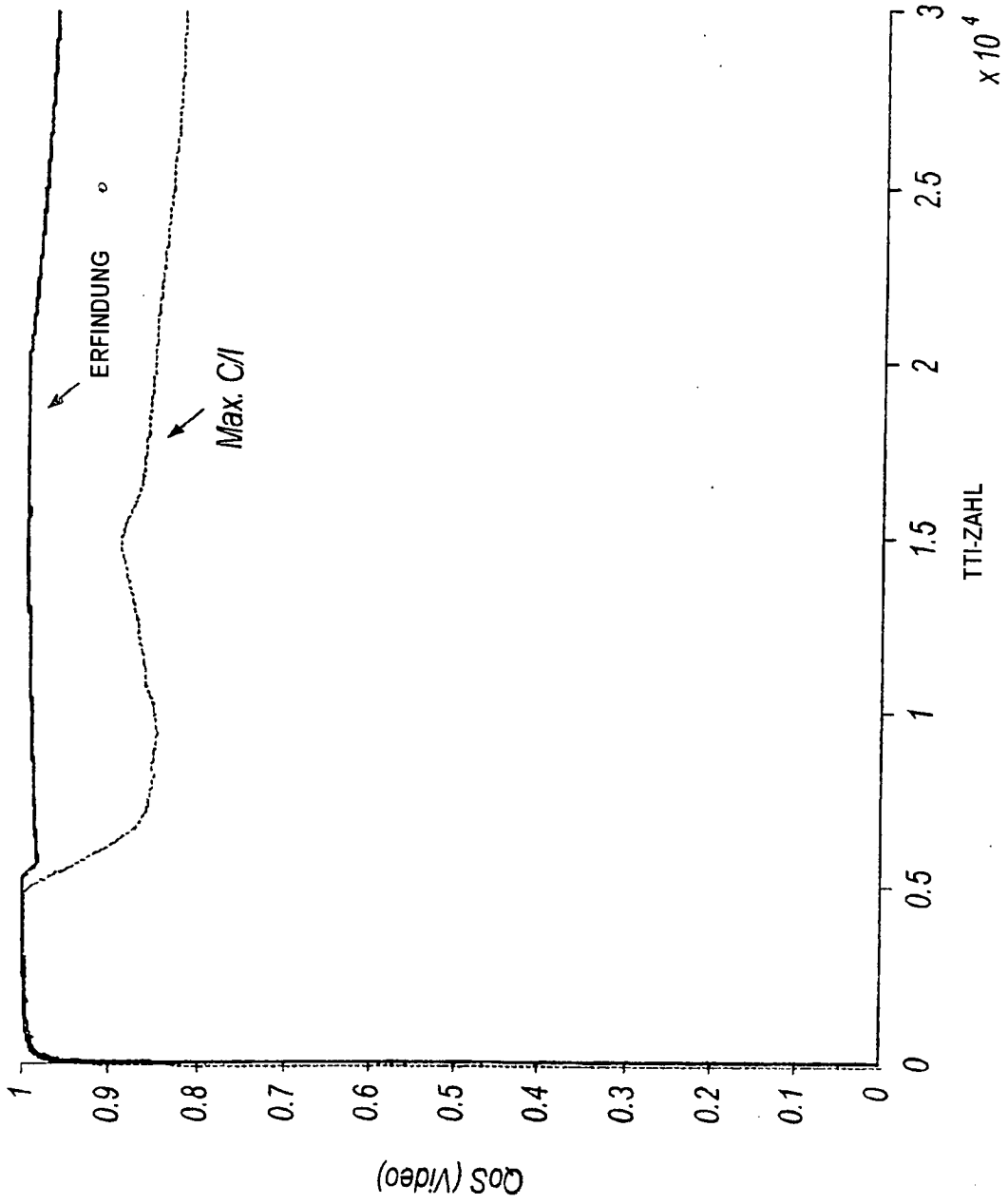


Fig.18

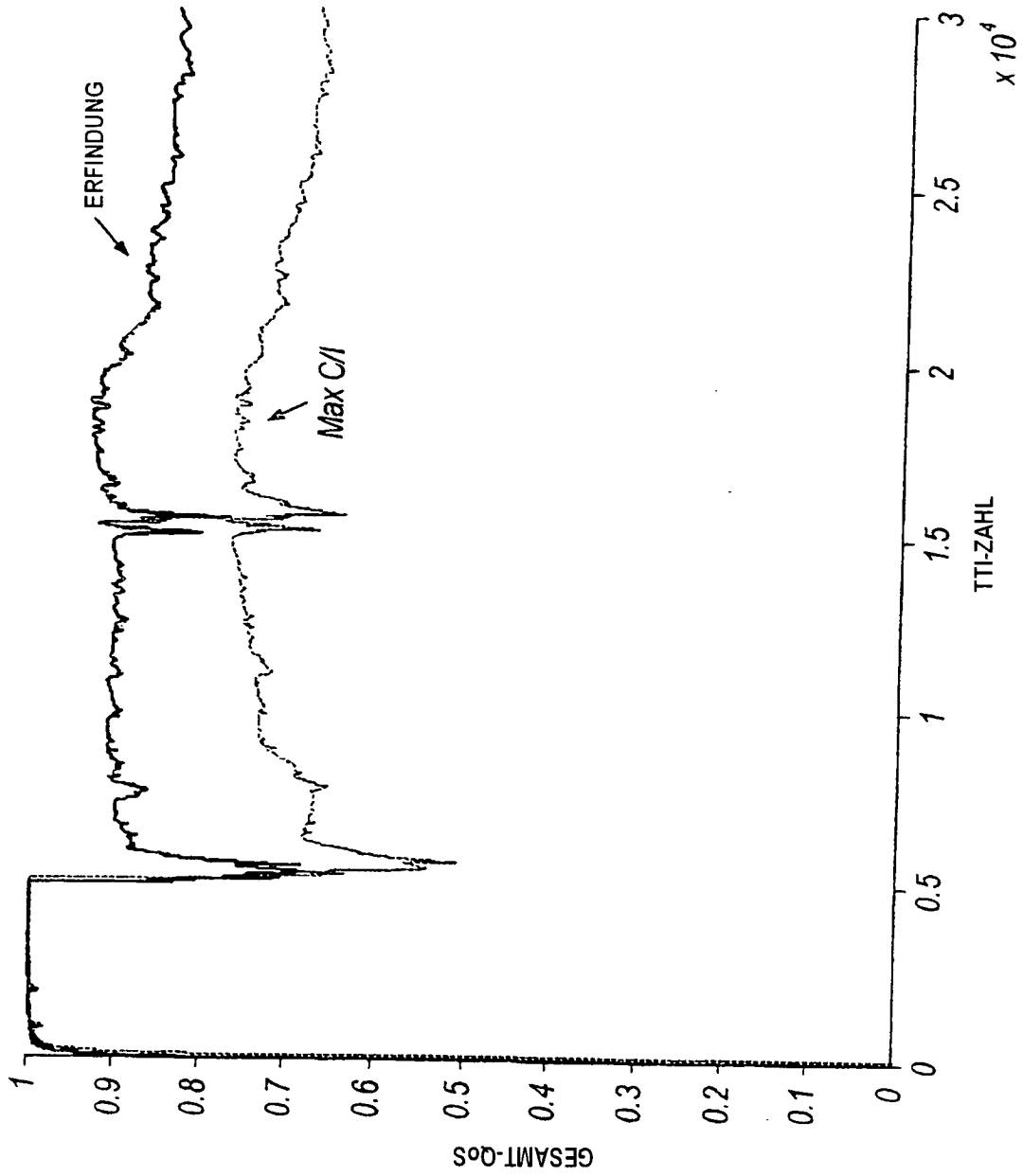


Fig.19

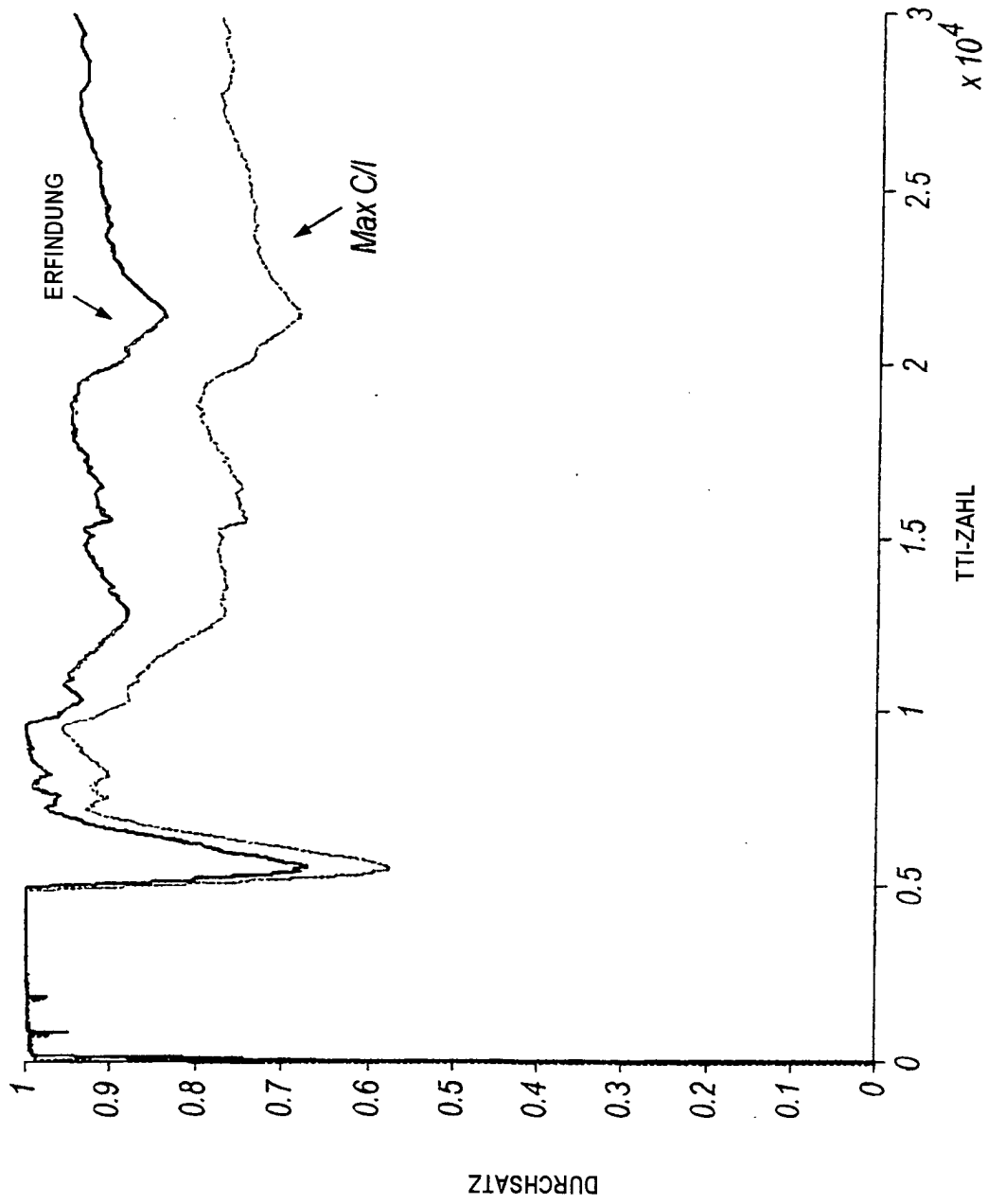


Fig. 20

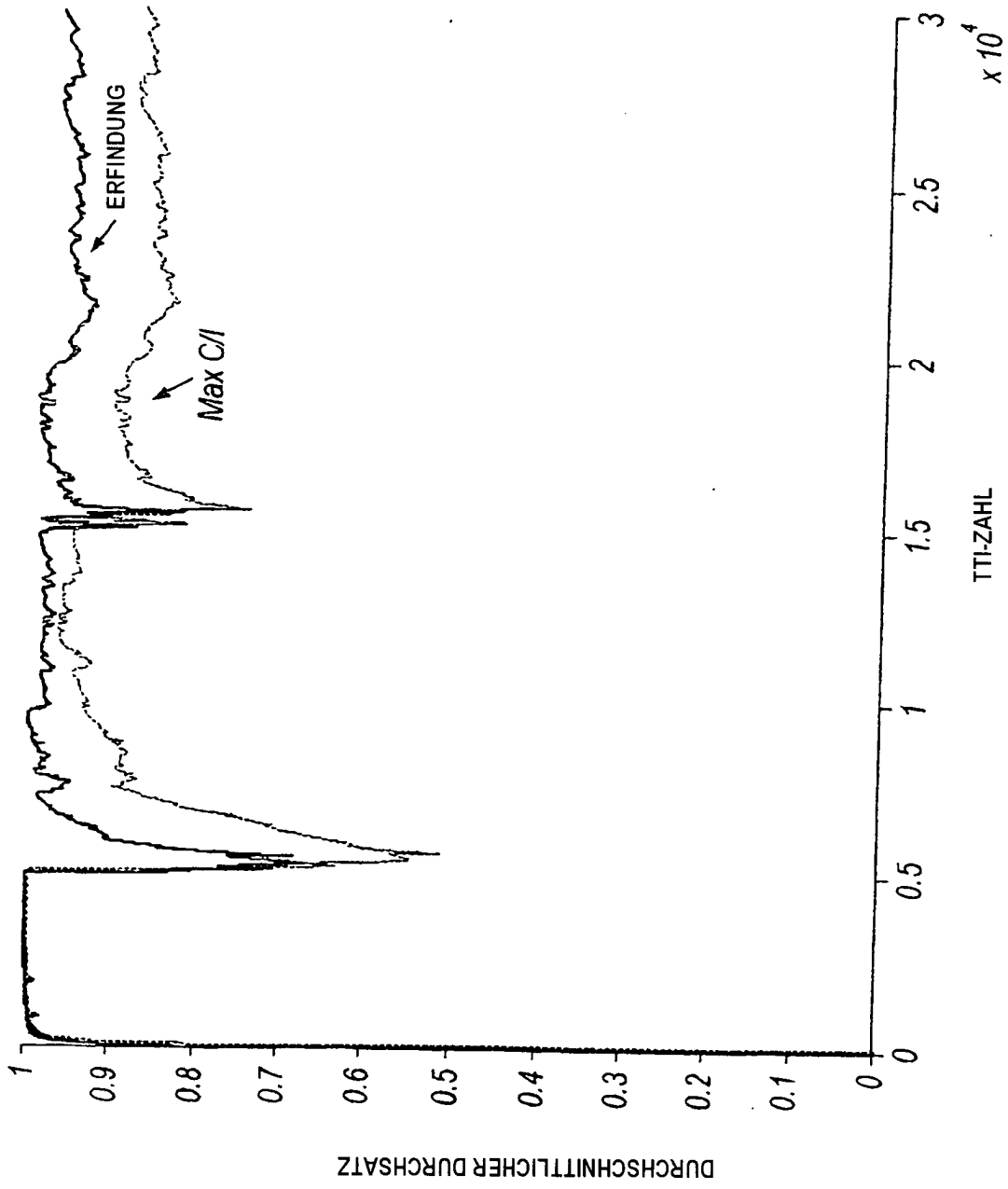


Fig.21

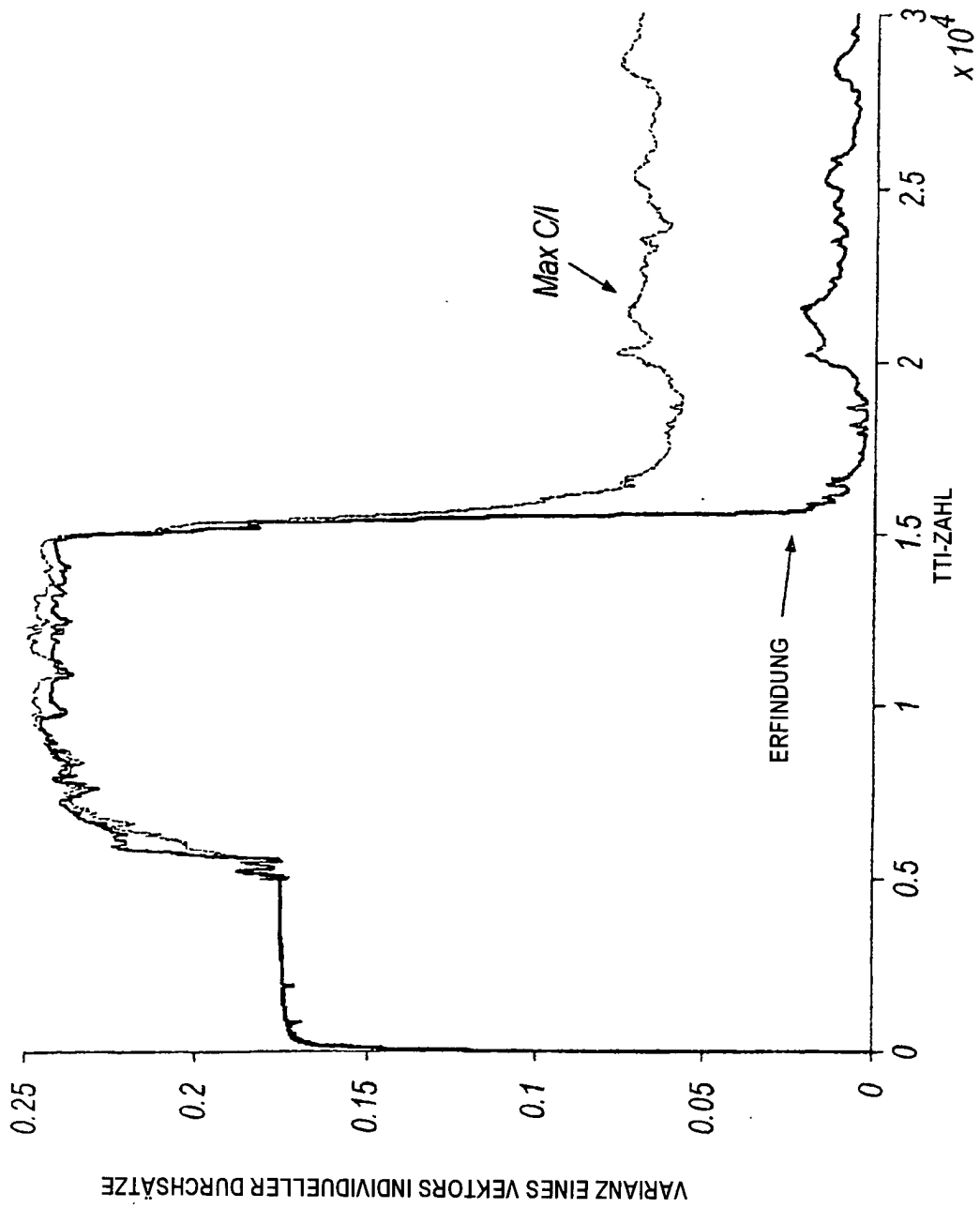


Fig.22

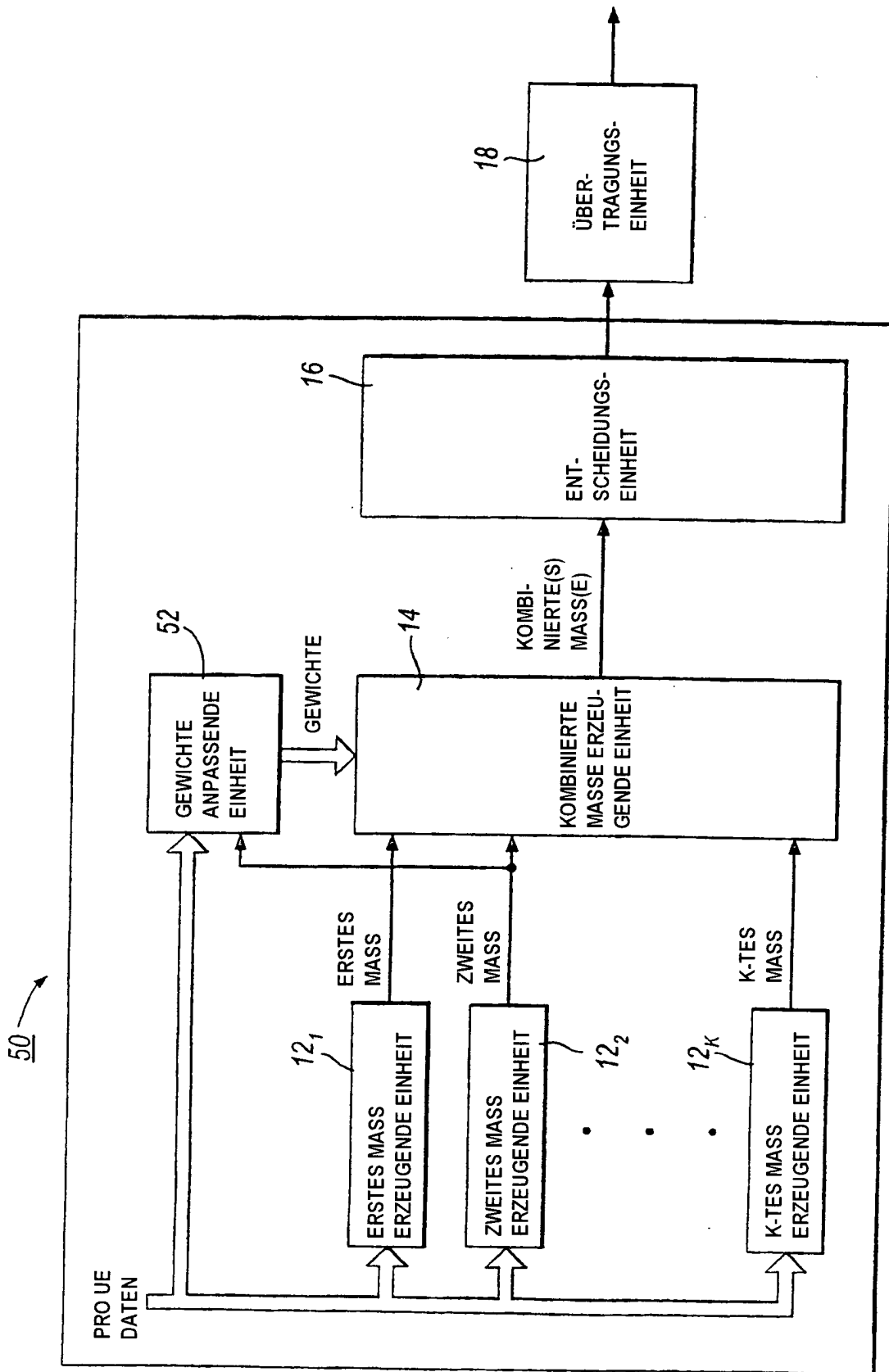


Fig. 23

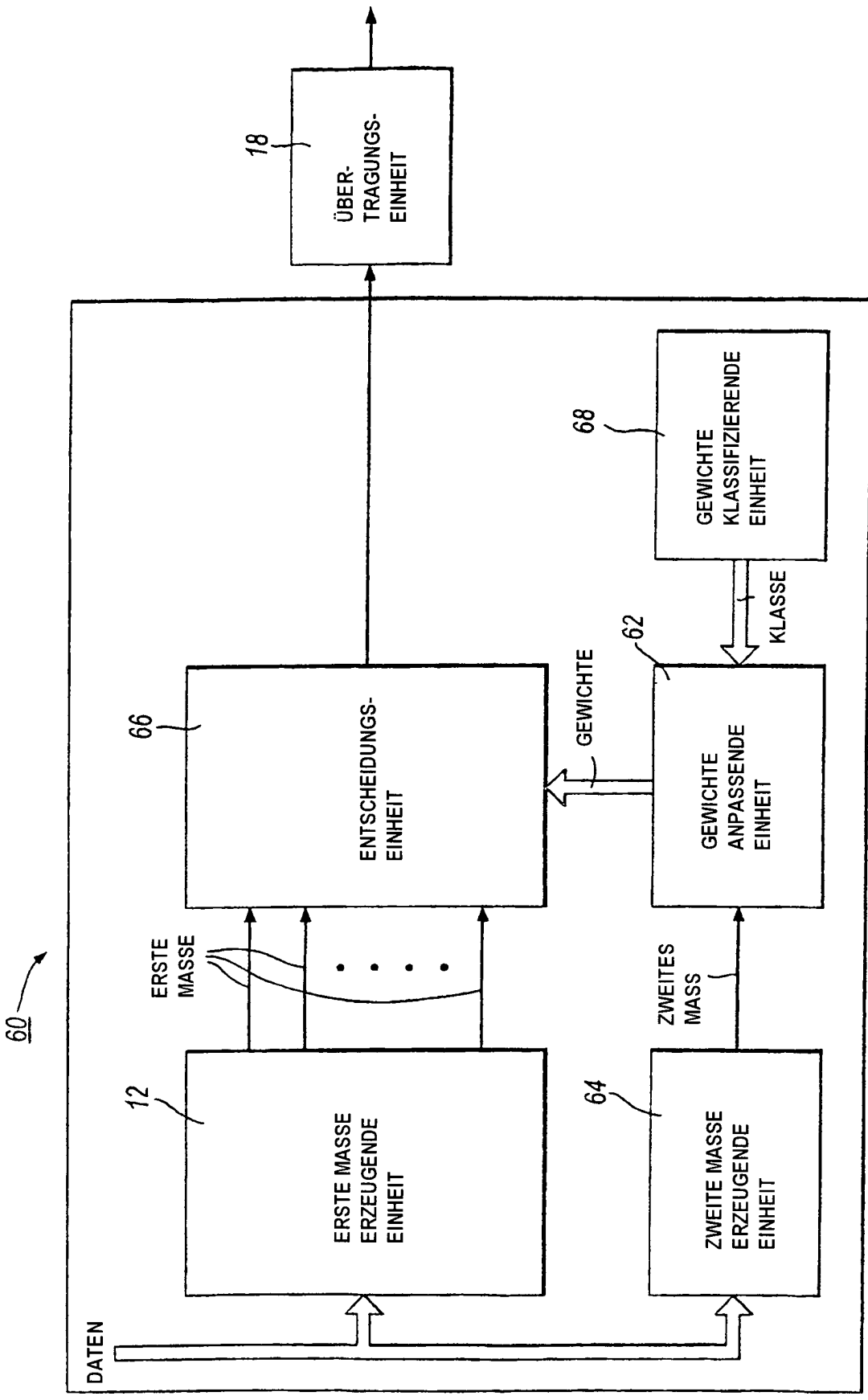


Fig. 24

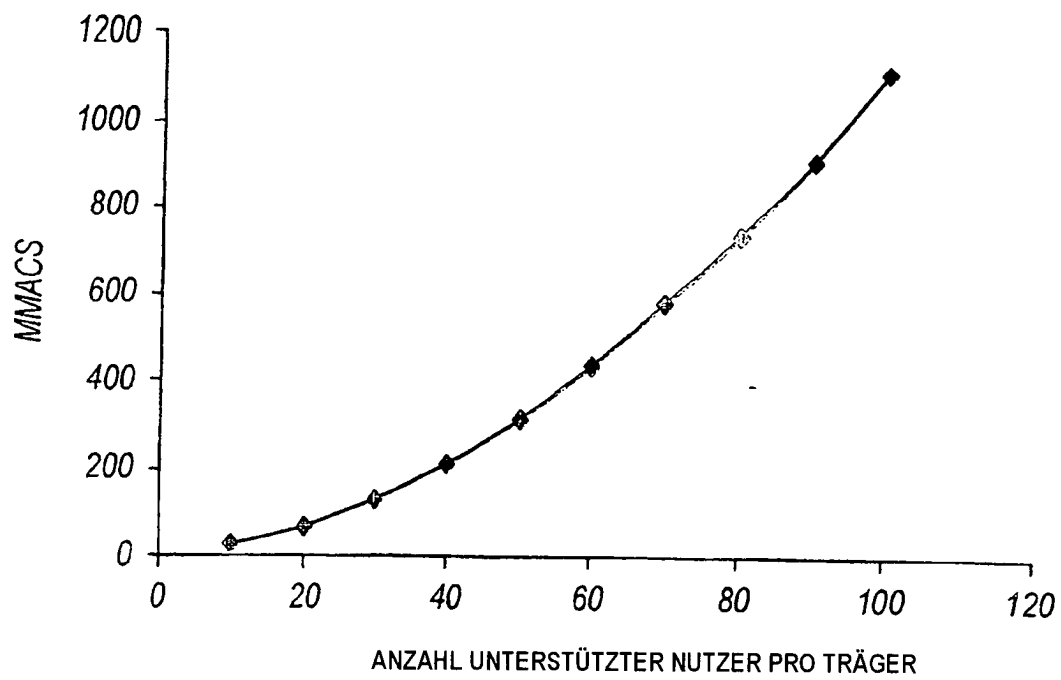


Fig.25