



(10) **DE 10 2015 111 029 B4** 2019.05.29

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 111 029.6**  
(22) Anmeldetag: **08.07.2015**  
(43) Offenlegungstag: **03.03.2016**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **29.05.2019**

(51) Int Cl.: **H04W 28/18** (2009.01)  
**H04W 28/02** (2009.01)  
**H04W 72/08** (2009.01)  
**H04L 12/811** (2013.01)  
**H04L 12/911** (2013.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**14/472,396**                      **29.08.2014**    **US**

(62) Teilung in:  
**10 2015 017 316.2**

(73) Patentinhaber:  
**Intel IP Corporation, Santa Clara, Calif., US**

(74) Vertreter:  
**Viering, Jentschura & Partner mbB Patent- und  
Rechtsanwälte, 01099 Dresden, DE**

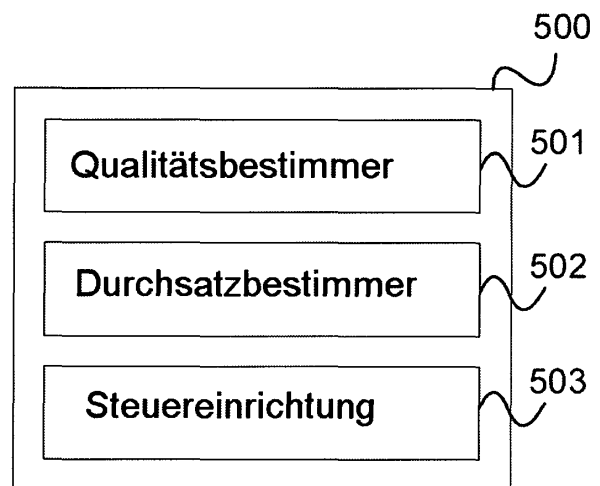
(72) Erfinder:  
**Clevorn, Thorsten, 81545 München, DE;**  
**Drewes, Christian, 82110 Germering, DE;**  
**Bhojkumar, Divyaprakash, Whitehall, Pa., US;**  
**Kalyanasundaram, Suresh, 81739 München, DE;**  
**Ciechanowski, Rafal, Kopanino, PL; Djandji,  
Habib, Paris, FR**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

(54) Bezeichnung: **Kommunikationsendgerät und Verfahren zur Steuerung einer Datenübertragung**

(57) Hauptanspruch: Kommunikationsendgerät, umfassend  
einen Qualitätsbestimmer, der dazu konfiguriert ist, einen Qualitätsparameter für eine drahtlose Kommunikationsstrecke zwischen dem Kommunikationsendgerät und einer Funkzugangskomponente auf der Basis eines oder mehrerer über die drahtlose Kommunikationsstrecke empfangener Signale zu bestimmen;  
einen Durchsatzbestimmer, der dazu konfiguriert ist, auf der Basis des Qualitätsparameters einen Durchsatz einer Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente und einem Server zu bestimmen, der zum Übertragen von Daten von dem Server zu dem Kommunikationsendgerät über die Kommunikationsverbindung und die drahtlose Kommunikationsstrecke zu verwenden ist; einen Maximal-Durchsatzbestimmer, der dazu konfiguriert ist, auf der Basis des Durchsatzes und eines Ergebnisses einer linearen Faktorerzeugung, einen maximalen Durchsatz zu bestimmen; wobei das Ergebnis der linearen Faktorerzeugung durch Multiplikation von effektiven Kommunikationsressourcen des Kommunikationsendgeräts oder von der gesamten verfügbaren Bandbreite mit einem Durchschnittsrang der letzten x Sekunden oder mit einer maximalen Anzahl von verfügbaren Empfangsantennen gebildet ist; und  
eine Steuereinrichtung, die dazu konfiguriert ist, eine Instruktion zu senden, damit der Server Daten über die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente

komponente und dem Server gemäß dem bestimmten maximalen Durchsatz überträgt.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2007 044 558</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2003 / 0 219 034</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2005 / 0 147 123</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2005 / 0 169 305</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2006 / 0 056 300</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2006 / 0 227 743</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2010 / 0 054 123</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2012 / 0 137 019</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2013 / 0 176 854</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2014 / 0 241 163</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>01/ 93 513</b>	<b>A2</b>
<b>WO</b>	<b>2003/ 081 873</b>	<b>A1</b>

**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Hierin beschriebene Ausführungsformen betreffen allgemein Kommunikationsendgeräte und Verfahren zur Steuerung einer Datenübertragung.

## Hintergrund

**[0002]** Moderne mobile Endgeräte wie Smartphones werden häufig zum Zugreifen auf das Internet und Herunterladen von Daten verwendet. Typischerweise bildet die drahtlose Strecke, z.B. zu einer Basisstation eines zellularen Kommunikationsnetzes, das dem mobilen Endgerät Zugriff zum Internet gewährt, in so einem Szenario die Engstelle bei einer Verbindung zum Internet. Das kann zu Auswirkungen führen, die den Durchsatz unter das, was tatsächlich mögliche wäre, reduzieren. Dementsprechend sind Ansätze zur Vermeidung solcher Auswirkungen und Maximierung des Durchsatzes in solchen Szenarios wünschenswert.

**[0003]** Aus der US 20120137019 A1 ist ein Kommunikationsendgerät bekannt, das eine Gruppe von ersten TCP-Fenstergrößenwerten (Transmission Control Protocol) basierend auf unterschiedlichen Informationen in Bezug auf ein drahtloses Netzwerk und einen zweiten TCP-Fenstergrößenwert auf der Grundlage der Gruppe von ersten TCP-Fenstergrößenwerten bestimmt.

**[0004]** In der US 20060227743 A1 ist eine Paket-Kommunikationsvorrichtung und ein Paket-Kommunikationsverfahren beschrieben, die in der Lage sind, eine Verringerung des Gesamtsystemdurchsatzes zu unterdrücken und zu verhindern, dass die Kommunikation zurückgesetzt oder getrennt wird.

**[0005]** In der US 20060056300 A1 ist eine Bandbreitensteuerungsvorrichtung für ein IP-Netzwerk beschrieben, das für jeden Benutzer das Verwerfen von Paketen eliminiert und dem Benutzer Bandbreiten zuweist. Ein Bandbreitenmessabschnitt misst die Gesamtbandbreite einer TCP-Sitzung für jeden Benutzer, und ein Fenstergrößenänderungsabschnitt verringert eine Fenstergröße eines TCP-Session-ACK-Pakets eines Benutzers, dessen Gesamtbandbreitenwert eine maximale Bandbreitenvorgabe überschreitet.

**[0006]** In der DE 102007044558 A1 ist ein Verfahren beschrieben, das ein Bereitstellen von Teilnehmerendgeräten umfasst, die mehrere Sende- oder Empfangseinheiten verwenden. Die Datenrate und die Paketgröße werden erhöht, wenn die Signalqualität für einen vordefinierten Zeitraum über einem vor-eingestellten Wert liegt.

**[0007]** In der US 20050147123 A1 sind eine Vorrichtung und ein zugehöriges Verfahren zum Erleichtern der Kommunikation von Daten in einem Paket-Funkkommunikationssystem beschrieben, bei dem Paketdaten mit einer variablen, auswählbaren Rate übertragen werden. Ein Detektor in einer RLP-Schicht erfasst Kanaluweisungen und Kanalwiederholungen, und ein Bericht wird an die TCP-Schicht weitergeleitet. Auf der TCP-Schicht wird das TCP-Fenster ausgewählt, um die Rate, mit der Daten an die RLP-Schicht geliefert werden, an die Rate anzupassen.

**[0008]** In der US 20050169305 A1 ist ein mobiles Endgerät in einem Funkzugangssystem beschrieben, dass eine Kommunikationsqualität, wie beispielsweise Häufigkeit einer erneuten Übertragung, Paketfehlerrate usw. erfasst, und die Kommunikationsqualität wird in eine Verkehrsklasse in IP oder eine Fenstergröße in TCP konvertiert. Basierend auf der so konvertierten Kommunikationsqualität wird die Flusskontrolle bei IP oder TCP durchgeführt.

**[0009]** In der WO 2003081873 A1 werden ein Verfahren und ein System zum Steuern einer Sende-fenstergröße beschrieben, wobei ein Übertragungszustand des Übertragungspfads zwischen einem Sendeelement und einem Empfangselement geprüft wird, wenn sich mindestens eines der Sende- und Empfangselemente von einem ersten in ein zweites Netzwerk bewegt.

**[0010]** In der US 20030219034 A1 sind optimierte Funkverbindungen und Verfahren zum Herstellen optimierter Funkverbindungen beschrieben. Die Optimierung einer Funkverbindung sieht ein Erfassen von Performance-Messwerten in den OSI-Schichten 1 und 2 vor.

**[0011]** In der WO 2001093513 A2 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Verbessern von Paketdatenkommunikationen auf einem eine Funkverbindung aufweisenden Kommunikationspfad beschrieben. Bedingungen auf der Funkverbindung werden ermittelt, wenn die optimale Größe eines Übertragungsfensters ausgewählt werden soll, innerhalb dessen Datenpakete übertragen werden sollen.

**[0012]** In der US 20100054123 A1 werden ein Verfahren und eine Vorrichtung beschrieben, die die aktuell verfügbare Bandbreite für jede TCP-Verbindung bestimmen und die Fenstergröße dynamisch entsprechend der verfügbaren Bandbreite anpassen können.

**[0013]** In der US 20130176854 A1 werden ein Verfahren und ein System beschrieben, das eine Verschlechterung einer Datensitzung bei einer Funkverbindung mit einem End-Server verringert, indem Ressourcen einem drahtlosen Kommunikationsge-

rät basierend auf Echtzeit-Funkfrequenz-Kanalbedingungen zugewiesen werden.

**[0014]** In der US 20140241163 A1 werden schließlich auf dem Empfänger basierende Verfahren zum Steuern des TCP-Senderverhaltens in zellularen Kommunikationsnetzwerken mit großen Puffergrößen offenbart.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0015]** In einem ersten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung ein Kommunikationsendgerät gemäß Anspruch 1 bereit. In weiteren Aspekten werden ein Verfahren zur Steuerung einer Datenübertragung gemäß Anspruch 13 und ein Computerlesbares Medium gemäß Anspruch 25 bereitgestellt. Zusätzliche Merkmale für vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

#### Figurenliste

**[0016]** In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen in all den verschiedenen Ansichten grundsätzlich dieselben Teile. Die Zeichnungen sind nicht unbedingt maßstabsgetreu, der Schwerpunkt wurde stattdessen grundsätzlich auf die Veranschaulichung der Prinzipien der Erfindung gelegt. In der folgenden Beschreibung werden verschiedene Aspekte anhand der folgenden Zeichnungen beschrieben:

**Fig. 1** zeigt ein Kommunikationssystem gemäß einem Mobilkommunikationsstandard, wie etwa LTE.

**Fig. 2** zeigt eine Kommunikationsanordnung, die eine Verbindung zwischen einem mobilen Endgerät und einem Server veranschaulicht.

**Fig. 3** veranschaulicht ein mögliches Fallenlassen („Dropping“) von TCP-Paketen in der Kommunikationsanordnung der **Fig. 2**.

**Fig. 4** zeigt einen Zeitsequenzgraph und einen Durchsatzgraph für das Szenario der **Fig. 3**.

**Fig. 5** zeigt ein Kommunikationsendgerät.

**Fig. 6** zeigt ein Flussdiagramm, das ein Verfahren zur Steuerung einer Datenübertragung, z.B. durch ein Kommunikationsendgerät ausgeführt, veranschaulicht.

**Fig. 7** veranschaulicht eine Angleichung der TCP-Fenster-/Speichergröße in der Kommunikationsanordnung der **Fig. 2**.

**Fig. 8** veranschaulicht die Verarbeitung beim Angleichen der TCP-Fenster/Speichergröße in der Kommunikationsanordnung der **Fig. 2**.

**Fig. 9** zeigt ein Flussdiagramm, das einen beispielhaften Berechnungsfluss zur Computerberechnung eines maximalen TCP-Fensters/Speichers veranschaulicht.

**Fig. 10** zeigt ein Flussdiagramm, das veranschaulicht, wie der Prozess, der in der **Fig. 9** veranschaulicht ist, und sein Ergebnis zum Beispiel verwendet wird.

#### Beschreibung der Ausführungsformen

**[0017]** Die folgende detaillierte Beschreibung bezieht sich auf die begleitenden Zeichnungen, die spezifische Details und Aspekte dieser Offenbarung, in denen die Erfindung ausgeführt sein kann, zur Veranschaulichung zeigen. Andere Aspekte können genutzt werden und strukturelle, logische und elektrische Änderungen können vorgenommen werden, ohne vom Schutzbereich der Erfindung abzuweichen. Die verschiedenen Aspekte dieser Offenbarung schließen sich nicht zwangsläufig gegenseitig aus, da einige Aspekte dieser Offenbarung mit einem oder mehreren anderen Aspekten dieser Offenbarung kombiniert werden können, um neue Aspekte zu bilden.

**[0018]** **Fig. 1** zeigt ein Kommunikationssystem **100**.

**[0019]** Das Kommunikationssystem **100** kann ein zellulares Mobilkommunikationssystem sein (im Folgenden auch als zellulares Funkkommunikationsnetz bezeichnet), das ein Funkzugangsnetz (z.B. ein E-UTRAN, Evolved **UMTS** (Universal Mobile Telecommunications System) Terrestrial Radio Access (Weiterentwickeltes **UMTS** (universelles Mobiltelekommunikationssystem) terrestrisches Funkzugangsnetzwerk) gemäß **LTE** (Long Term Evolution, langfristige Entwicklung) oder **LTE-Advanced** (erweitertes **LTE**)) **101** und ein Kernnetz (z.B. ein **EPC**, Evolved Packet Core (weiterentwickelter Paketkern) gemäß **LTE** oder **LTE-Advanced**) **102** umfasst. Das Funkzugangsnetz **101** kann Basisstationen (z.B. Basis-Sende/Empfangs-Stationen, **eNodeBs**, **eNBs**, Heimbasisstationen, Heim-**eNodeBs**, **HeNBs** gemäß **LTE** oder **LTE-Advanced**) **103** enthalten. Jede Basisstation **103** kann Funkversorgung für eine oder mehrere Mobilfunkzellen **104** des Funkzugangsnetzes **101** bereitstellen. Mit anderen Worten: Die Basisstationen **103** des Funkzugangsnetzes **101** können verschiedene Arten von Zellen **104** (z.B. Makrozellen, Femtozellen, Picozellen, kleine Zellen, offene Zellen, Zellen für geschlossene Teilnehmergruppen, Hybrid-Zellen, zum Beispiel gemäß **LTE** oder **LTE-Advanced**) überspannen. Es sei angemerkt, dass im folgenden beschriebene Beispiele auch auf andere Kommunikationsnetze als **LTE**-Kommunikationsnetze angewendet werden können, z.B. Kommunikationsnetze gemäß **UMTS**, **GSM** (Global System for Mobile Communication) usw.

**[0020]** Ein mobiles Endgerät (z.B. **UE**, user equipment, zu Deutsch Benutzereinrichtung) **105**, das sich in einer Mobilfunkzelle **104** befindet, kann mit dem Kernnetz **102** und mit anderen mobilen Endgerä-

ten **105** über die Basisstation **103**, die Funkversorgung in der Mobilfunkzelle **104** bereitstellt (mit anderen Worten, die Mobilfunkzelle betreibt), kommunizieren. Mit anderen Worten, kann die Basisstation **103**, die die Mobilfunkzelle **104** betreibt, in dem sich das mobile Endgerät **105** befindet, die E-UTRA-Benutzerebenenabschlusspunkte einschließlich der PDCP (Packet Data Convergence Protocol)-Schicht (Paketdatenkonvergenzprotokollschicht), der RLC (Radio Link Control)-Schicht (Funkverbindungskontrollschicht) und der MAC (Medium Access Control)-Schicht (Mediumzugriffskontrollschicht) und die Steuerebenenabschlusspunkte einschließlich der RRC (Radio Resource Control)-Schicht (Funkressourcenkontrollschicht) zum mobilen Endgerät **105** bereitstellen.

**[0021]** Steuer- und Benutzerdaten können zwischen einer Basisstation **103** und einem mobilen Endgerät **105**, das sich in der Mobilfunkzelle **104** befindet, die durch die Basisstation **103** betrieben wird, über die Luftschnittstelle **106** auf der Basis eines Vielfachzugriffsverfahrens übertragen werden. Auf der LTE-Luftschnittstelle **106** können verschiedene Duplexverfahren, wie **FDD** (Frequency Division Duplex) oder **TDD** (Time Division Duplex) eingesetzt werden.

**[0022]** Die Basisstationen **103** sind mittels einer ersten Schnittstelle **107**, z.B. einer X2-Schnittstelle miteinander verbunden. Die Basisstationen **103** sind auch mittels einer zweiten Schnittstelle **108**, z.B. einer S1-Schnittstelle, mit dem Kernnetz **102**, z.B. mit einer MME (Mobility Management Entity, Mobilitätsmanagementeinheit) **109** über eine S1-MME-Schnittstelle **108** und mit einem Serving Gateway (S-GW, dienendes Gateway) **110** mittels einer S1-U-Schnittstelle **108** verbunden. Die S1-Schnittstelle **108** unterstützt eine mehrere-zumehrere (many-to-many)-Beziehung zwischen den MMEs/S-GWs **109**, **110** und den Basisstationen **103**, d. h. eine Basisstation **103** kann mit mehr als einem MME/S-GW **109**, **110** verbunden sein, und ein MME/S-GW **109**, **110** kann mit mehr als einer Basisstation **103** verbunden sein. Dies kann die gemeinsame Netznutzung in LTE ermöglichen.

**[0023]** Zum Beispiel kann die MME **109** verantwortlich sein für die Steuerung der Mobilität von mobilen Endgeräten, die sich im Versorgungsbereich von E-UTRAN befinden, während das S-GW **110** dafür verantwortlich sein kann, die Übertragung von Benutzerdaten zwischen mobilen Endgeräten **105** und dem Kernnetz **102** abzuwickeln.

**[0024]** Im Fall von LTE kann das Funkzugangnetz **101**, d. h. das E-UTRAN **101** im Fall von LTE, als aus der Basisstation **103** bestehend angesehen werden, d. h. den eNBs **103** im Fall von LTE, die die E-UTRA-Benutzerebenen(PDCP/RLC/MAC)- und Steuerebenen(RRC)-Protokollabschlusspunkte gegenüber dem UE **105** bereitstellt.

rebenen(RRC)-Protokollabschlusspunkte gegenüber dem UE **105** bereitstellt.

**[0025]** Jede Basisstation **103** des Kommunikationssystems **100** kann Kommunikationen innerhalb ihres geografischen Versorgungsbereiches, nämlich ihrer Mobilfunkzelle **104**, die idealerweise durch eine sechseckige Form dargestellt ist, steuern. Wenn sich das mobile Endgerät **105** innerhalb einer Mobilfunkzelle **104** befindet und sich auf der Mobilfunkzelle **104** im Wartezustand befindet (mit anderen Worten, bei einem der Mobilfunkzelle **104** zugewiesenen Tracking-Bereich (Tracking Area, **TA**) registriert ist), kommuniziert es mit der Basisstation **103**, die diese Mobilfunkzelle **104** steuert. Wenn ein Anruf vom Benutzer des mobilen Endgeräts **105** begonnen wird (mobile originated call) oder ein Anruf an das mobile Endgerät **105** gerichtet wird (mobile terminated call), werden Funkkanäle aufgebaut zwischen dem mobilen Endgerät **105** und der Basisstation **103**, die die Mobilfunkzelle **104**, in der sich die Mobilstation befindet, steuert. Wenn sich das mobile Endgerät **105** von der ursprünglichen Mobilfunkzelle **104**, in dem ein Anruf aufgebaut wurde, weg bewegt und sich die Signalarstärke der Funkkanäle, die in der ursprünglichen Mobilfunkzelle **104** errichtet wurden, abschwächt, kann das Kommunikationssystem einen Übergang des Anrufes zu Funkkanälen einer anderen Mobilfunkzelle **104**, in den sich das mobile Endgerät **105** hinein bewegt, initiieren.

**[0026]** Unter Verwendung seiner Verbindung zum E-UTRAN **101** und zum Kernnetz **102** kann das mobile Endgerät **105** mit anderen Einrichtungen, die sich in anderen Netzen befinden, z.B. einem Server im Internet, zum Beispiel zum Herunterladen von Daten unter Verwendung einer TCP (Transport Control Protocol)-Verbindung gemäß FTP (File Transport Protocol) kommunizieren.

**[0027]** Eine TCP-Abwärtsstreckenverbindung zwischen einem Server und einer mobilen Einrichtung, wie etwa einem mobilen Endgerät (z.B. ein UE) **105** kann, wie in Fig. 2 gezeigt, in zwei Teile getrennt werden.

**[0028]** Fig. 2 zeigt eine Kommunikationsanordnung **200**.

**[0029]** Die Kommunikationsanordnung **200** enthält ein mobiles Endgerät (in diesem Beispiel ein UE gemäß LTE) **201**, zum Beispiel entsprechend dem mobilen Endgerät **105**, eine Basisstation **202**, (in diesem Beispiel eine eNodeB gemäß LTE), zum Beispiel entsprechend der Basisstation **103**, die dem mobilen Endgerät **105** und einem Server **203**, z.B. einem im Internet befindlichen FTP-Server, dient.

**[0030]** Der Server **203** überträgt Daten an das mobile Endgerät über eine erste Verbindung **204** zwischen

sich und der Basisstation **202** und eine zweite Verbindung **205** zwischen der Basisstation **202** und dem mobilen Endgerät **201**, zum Beispiel über die Luftschnittstelle **106**.

**[0031]** Der verfügbare Durchsatz der Verbindungen **204**, **205**, oder, mit anderen Worten, das Volumen der Durchsatzleitung in beiden Abschnitten hängt von verschiedenen Parametern ab.

**[0032]** Die eNodeB-UE-Leitung, d. h. die zweite Verbindung **205**, hängt z.B. von den Funkbedingungen, der Zellenlast, usw. ab, während die Server-eNodeB-Leitung, d. h. die erste Verbindung **204**, von der (maximalen) TCP-Fenster-/Speichergröße (auch als TCP-Empfangsfenstergröße bezeichnet), die der TCP-Stapel auf dem UE **201** dem Server **203** bekannt macht (d. h. signalisiert) abhängt (und durch z.B. Internetlast, Remote-Server-Last, usw. begrenzt werden kann). Zum Festlegen der maximalen TCP-Fenster-/Speichergröße sollte der gesamte maximale mögliche Durchsatz berücksichtigt werden, der auch den Datenverkehr anderer Übertragungsstandards wie WLAN (Wireless Local Area Network), USB (Universal Serial Bus), usw. enthalten kann, wenn sie denselben TCP-Stapel auf dem UE **201** teilen.

**[0033]** Eine TCP-Fenster-/Speichergröße, die zu groß ist, kann zu einem wie in **Fig. 3** veranschaulichten Problem führen.

**[0034]** **Fig. 3** veranschaulicht ein mögliches Fallenlassen („Dropping“) von TCP-Paketen in der Kommunikationsanordnung der **Fig. 2**.

**[0035]** Die Kommunikationsanordnung **300** der **Fig. 3** entspricht der Kommunikationsanordnung **200** und umfasst dementsprechend ein mobiles Endgerät **301**, eine Basisstation **302** und einen Server **303** mit einer ersten Verbindung **304** und einer zweiten Verbindung **305**.

**[0036]** Im Beispiel ist der Durchsatz auf der drahtlosen Strecke, d. h. der zweiten Verbindung **305**, aufgrund schlechter RF (radio frequency, zu Deutsch Funkfrequenz)-Bedingungen (mit einem schmalen Pfeil angezeigt) niedrig. Dennoch ist das dem Server **303** bekannte TCP-Fenster-/Speichergröße größer (mit einem breiteren Pfeil angezeigt), d. h. der Server pumpt eine große Menge an TCP-Paketen zur eNodeB **302**. Da die eNodeB **302** sie nicht alle rechtzeitig an das UE **301** senden kann, lässt sie einige TCP-Pakete fallen. Demzufolge vermisst das UE **301** einige TCP-Pakete und sendet doppelte Bestätigungen (ACKs, acknowledgements) (für das letzte Paket in der Abfolge) zum Server **303**, um fehlende Pakete anzuzeigen. Dadurch wird der Stauvermeidungsalgorithmus beim Server **303** ausgelöst, der zu einem drastischen Rückgang beim Durchsatz, sogar

weit unter dem auf der drahtlosen Strecke **305** möglichen Durchsatz, führen kann.

**[0037]** **Fig. 4** zeigt einen Zeitsequenzgraph **401** und einen Durchsatzgraph **402**, der dieses Problem veranschaulicht.

**[0038]** Bei beiden Graphen **401**, **402** nimmt die Zeit von links nach rechts entlang der Zeitachsen **403** zu. Im Zeitsequenzgraph **401** wird die TCP-Sequenznummer eines zu einer bestimmten Zeit versandten Pakets entsprechend einer TCP-Sequenznummernachse **404** angezeigt, wobei die TCP-Sequenznummern von unten nach oben zunehmen. Für den Durchsatzgraph **402** nimmt der Durchsatz von unten nach oben entlang einer Durchsatzachse **405** zu. Eine gestrichelte Linie **406** zeigt in diesem Beispiel den möglichen Durchsatz an.

**[0039]** In diesem Beispiel werden TCP-Pakete so verloren, dass zu einem ersten Zeitpunkt **407** das UE mit einer oder mehreren doppelten ACKs (Bestätigungsmeldungen) reagiert, was einen Rückgang des Durchsatzes zur Folge hat, da zum Beispiel der Server **303** mit einem langsamen Start reagiert.

**[0040]** Der Durchsatz steigt dann wieder an, bis an einem zweiten Zeitpunkt **408** das mobile Endgerät eine oder mehrere doppelte ACKs sendet und der Durchsatz infolge der Reaktion des Servers wieder zurückgeht.

**[0041]** Es sei angemerkt, dass der Server **303** auf die doppelten ACKs auch mit einer aktiven Stauvermeidung reagieren kann, die ein „Sägezahn“-Verhalten des Durchsatzes, wie durch einen gestrichelten Graph **409** angezeigt, verursacht. Eine hohe Anzahl von gleichzeitigen doppelten ACKs lösen jedoch typischerweise einen langsamen Start aus, wie durch den Durchsatzgraph **401** angezeigt. Es kann beobachtet werden, dass in drahtlosen Netzen, im Unterschied zu z.B. Festnetzen, die RTT (Round Trip Time, zu dt. Schleifenlaufzeit) einer Verbindung häufig sehr lang ist, was vielfache doppelte ACKs zur Folge hat, die erzeugt werden, bis der Server auf die doppelten ACKs reagieren kann. Somit kann der Server **303** vielfache doppelte ACKs sehen und ein sehr kritisches Szenario vermuten und den TCP-Fluss von vorne starten, z.B. mit einem langsamen Start.

**[0042]** Es sei ferner angemerkt, dass Ansätze wie Mobil-TCP (M-TCP) typischerweise mit TCP nicht kompatibel sind und somit nur in proprietären Netzwerken angewandt werden können. Moderne Mobilfunknetze, in denen Smartphones mit dem Internet verbunden sind, sind typischerweise darauf angewiesen, dass einfaches TCP verwendet wird.

**[0043]** Im Folgenden wird ein Ansatz beschrieben, der ohne eine Veränderung des TCP-Protokollsta-

pels implementiert werden kann, und somit vollständig kompatibel und konform zu vorhandenen Netzen implementiert werden kann.

**[0044]** Fig. 5 zeigt ein Kommunikationsendgerät 500.

**[0045]** Das Kommunikationsendgerät 500 umfasst einen Qualitätsbestimmer 501, der dazu konfiguriert ist, einen Qualitätsparameter für eine drahtlose Kommunikationsstrecke zwischen dem Kommunikationsendgerät und einer Funkzugangsnetzkomponente (z.B. eine Basisstation) auf der Basis von einem oder mehreren über die drahtlose Kommunikationsstrecke empfangenen Signalen zu bestimmen.

**[0046]** Ferner umfasst das Kommunikationsendgerät 500 einen Durchsatzbestimmer 502, der dazu konfiguriert ist, um auf der Basis des Qualitätsparameters einen Durchsatz einer Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangsnetzkomponente und einem Server zu bestimmen, der zur Übertragung von Daten von dem Server zu dem Kommunikationsendgerät über die Kommunikationsverbindung und die drahtlose Kommunikationsstrecke zu verwenden ist.

**[0047]** Das Kommunikationsendgerät 500 umfasst ferner eine Steuereinrichtung 503, die dazu konfiguriert ist, eine Instruktion zu senden, damit der Server Daten über die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangsnetzkomponente und dem Server gemäß dem bestimmten Durchsatz überträgt.

**[0048]** Mit anderen Worten, stellt zum Beispiel ein Kommunikationsendgerät (z.B. ein mobiles Endgerät wie etwa ein Mobiltelefon oder ein Tablet-Computer) den für eine Übertragung von Daten von einem Server zu einer Funkzugangsnetzkomponente zu verwendenden Durchsatz auf der Basis der Qualität seiner Verbindung zur Funkzugangsnetzkomponente ein. Das Kommunikationsendgerät kann dies dynamisch und für eine hergestellte Verbindung zum Server tun. Zum Beispiel kann das Kommunikationsendgerät die maximale TCP-Fenster-/Speichergröße, die es dem Server bekannt macht, an den möglichen Durchsatz auf einer drahtlosen Verbindung, die es zur Funkzugangsnetzkomponente aufweist, anpassen (e.g. reduzieren). Dadurch vermeidet es das Auslösen von Staualgorithmien durch Pakete, die im Funkzugangsnetz (z.B. bei der Funkzugangsnetzkomponente) fallen gelassen werden. Das Kommunikationsendgerät kann zum Beispiel die bekannte maximale TCP-Fenster-/Speichergröße auf der Basis von einem oder einer Kombination von Qualitätsparametern oder Messungen der drahtlosen Verbindung, wie etwa ein SNR oder eine Schleifenlaufzeit (Round Trip Time, RTT) der drahtlosen Verbindung, anpassen, und kann zusätzliche Parameter, die die Performance der drahtlosen Verbindung cha-

rakterisieren, wie etwa eine SIM(Subscriber Identity Module)-Karten-Grenze, berücksichtigen.

**[0049]** Die Komponenten des Kommunikationsendgeräts (z.B. der Qualitätsbestimmer, der Durchsatzbestimmer, die Steuereinrichtung und der Sender-Empfänger) können zum Beispiel durch eine oder mehrere Schaltungen implementiert sein. Eine „Schaltung“ kann als jede Art von Einheit verstanden werden, die eine Logik implementiert, die einen Spezialzweckschaltungsaufbau oder eine Prozessorausführungssoftware, die in einem Speicher, einer Firmware oder jeglicher Kombination daraus gespeichert ist, sein kann. So kann eine „Schaltung“ eine fest verdrahtete Logikschaltung oder eine programmierbare Logikschaltung, wie etwa ein programmierbarer Prozessor, z.B. ein Mikroprozessor, sein. Eine „Schaltung“ kann auch eine Prozessorausführungssoftware, z.B. jegliche Art von Computerprogramm, sein. Jede andere Art der Implementierung der jeweiligen Funktionen, die im Folgenden genauer beschrieben werden, kann ebenfalls als „Schaltung“ verstanden werden.

**[0050]** Das Kommunikationsendgerät führt zum Beispiel ein Verfahren, wie in Fig. 6 veranschaulicht, aus.

**[0051]** Fig. 6 zeigt ein Flussdiagramm 600, das ein Verfahren zur Steuerung einer Datenübertragung, z.B. durch ein Kommunikationsendgerät ausgeführt, veranschaulicht.

**[0052]** Bei 601 bestimmt das Kommunikationsendgerät, auf der Basis von einem oder mehreren Signalen, die durch das Kommunikationsendgerät über die drahtlose Kommunikationsstrecke empfangen wurden, einen Qualitätsparameter für eine drahtlose Kommunikationsstrecke zwischen einem Kommunikationsendgerät und einer Funkzugangsnetzkomponente.

**[0053]** Bei 602 bestimmt das Kommunikationsendgerät, auf der Basis des Qualitätsparameters, einen Durchsatz einer Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangsnetzkomponente und einem Server, der zur Übertragung von Daten von dem Server zu dem Kommunikationsendgerät über die Kommunikationsverbindung und die drahtlose Kommunikationsstrecke zu verwenden ist.

**[0054]** Bei 603 sendet das Kommunikationsendgerät eine Instruktion, damit der Server über die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangsnetzkomponente und dem Server gemäß dem bestimmten Durchsatz überträgt.

**[0055]** Die folgenden Beispiele beziehen sich auf weitere Ausführungsformen.

**[0056]** Beispiel 1 ist ein Kommunikationsendgerät wie in **Fig. 5** dargestellt.

**[0057]** Im Beispiel 2 kann der Gegenstand des Beispiels 1 optional enthalten, dass die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangsnetzkomponente und dem Server eine TCP-Verbindung ist.

**[0058]** Im Beispiel 3 kann der Gegenstand des Beispiels 1 optional umfassen, dass das Senden einer Instruktion, damit der Server Daten über die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangsnetzkomponente und dem Server gemäß dem bestimmten Durchsatz überträgt, das Signalisieren eines auf dem bestimmten Durchsatz basierenden Durchsatzparameters zur Funkzugangsnetzkomponente umfasst.

**[0059]** Im Beispiel 4 kann der Gegenstand des Beispiels 3 optional umfassen, dass die Steuereinrichtung ferner dazu konfiguriert ist, den Durchsatzparameter von dem bestimmten Durchsatz abzuleiten.

**[0060]** Im Beispiel 5 kann der Gegenstand des Beispiels 3 optional umfassen, dass die Verbindung zwischen der Funkzugangsnetzkomponente und dem Server eine TCP-Verbindung ist und der Durchsatzparameter eine TCP-Empfangsfenstergröße ist.

**[0061]** Im Beispiel 6 kann der Gegenstand des Beispiels 1 umfassen, dass ein Empfänger dazu konfiguriert ist, Daten von dem Server über die Kommunikationsverbindung und die drahtlose Kommunikationsstrecke zu empfangen.

**[0062]** Im Beispiel 7 kann der Gegenstand des Beispiels 6 optional umfassen, dass der Empfänger dazu konfiguriert ist, ein oder mehrere Signale von der Funkzugangsnetzkomponente zu empfangen, und der Qualitätsbestimmer dazu konfiguriert ist, den Qualitätsparameter auf der Basis des Empfangs des einen oder der mehreren Signale zu messen.

**[0063]** Im Beispiel 8 kann der Gegenstand des Beispiels 7 optional umfassen, dass der Qualitätsparameter auf einer Signal-Rausch-Messung des empfangenen einen Signals oder der empfangenen mehreren Signale basiert.

**[0064]** Im Beispiel 9 kann der Gegenstand des Beispiels 1 optional umfassen, dass der Qualitätsparameter eine Schleifenlaufzeit zwischen dem Kommunikationsendgerät und dem Server ist.

**[0065]** Im Beispiel 10 kann der Gegenstand des Beispiels 1 optional umfassen, dass der Durchsatzbestimmer dazu konfiguriert ist, den Durchsatz auf der Basis des Qualitätsparameters und eines zusätzlichen Parameters, der eine Performance der draht-

losen Kommunikationsstrecke charakterisiert, zu bestimmen.

**[0066]** Im Beispiel 11 kann der Gegenstand des Beispiels 10 optional umfassen, dass der zusätzliche Parameter eine Durchsatzgrenze der drahtlosen Kommunikationsstrecke oder eine Menge an für die drahtlose Kommunikationsstrecke verfügbaren Kommunikationsressourcen spezifiziert.

**[0067]** Im Beispiel 12 kann der Gegenstand des Beispiels 1 optional umfassen, dass der Durchsatzbestimmer dazu konfiguriert ist, den Durchsatz auf der Basis des Qualitätsparameters mittels einer vorbestimmten Nachschlagetabelle zu bestimmen.

**[0068]** Beispiel 13 ist ein Verfahren zur Steuerung einer Datenübertragung wie in **Fig. 6** veranschaulicht.

**[0069]** Im Beispiel 14 kann der Gegenstand des Beispiels 13 optional enthalten, dass die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangsnetzkomponente und dem Server eine TCP-Verbindung ist.

**[0070]** Im Beispiel 15 kann der Gegenstand des Beispiels 13 optional umfassen, dass das Senden einer Instruktion, damit der Server Daten über die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangsnetzkomponente und dem Server gemäß dem bestimmten Durchsatz überträgt, das Signalisieren eines auf dem bestimmten Durchsatz basierenden Durchsatzparameters zur Funkzugangsnetzkomponente umfasst.

**[0071]** Im Beispiel 16 kann der Gegenstand des Beispiels 15 optional umfassen, dass der Durchsatzparameter von dem bestimmten Durchsatz abgeleitet wird.

**[0072]** Im Beispiel 17 kann der Gegenstand des Beispiels 15 optional umfassen, dass die Verbindung zwischen der Funkzugangsnetzkomponente und dem Server eine TCP-Verbindung ist und der Durchsatzparameter eine TCP-Empfangsfenstergröße ist.

**[0073]** Im Beispiel 18 kann der Gegenstand des Beispiels 13 ferner umfassen, dass Daten von dem Server über die Kommunikationsverbindung und die drahtlose Kommunikationsstrecke empfangen werden.

**[0074]** Im Beispiel 19 kann der Gegenstand des Beispiels 18 optional das Empfangen von einem oder mehreren Signalen von der Funkzugangsnetzkomponente und das Messen des Qualitätsparameters auf der Basis des Empfangs des einen oder der mehreren Signale umfassen.



**[0075]** Im Beispiel 20 kann der Gegenstand des Beispiels 19 optional umfassen, dass der Qualitätsparameter auf einer Signal-Rausch-Messung des empfangenen einen Signals oder der empfangenen mehreren Signale basiert.

**[0076]** Im Beispiel 21 kann der Gegenstand des Beispiels 13 optional umfassen, dass der Qualitätsparameter eine Schleifenlaufzeit zwischen dem Kommunikationsendgerät und dem Server ist.

**[0077]** Im Beispiel 22 kann der Gegenstand des Beispiels 13 optional das Bestimmen des Durchsatzes auf der Basis des Qualitätsparameters und eines zusätzlichen Parameters, der eine Performance der drahtlosen Kommunikationsstrecke charakterisiert, umfassen.

**[0078]** Im Beispiel 23 kann der Gegenstand des Beispiels 22 optional umfassen, dass der zusätzliche Parameter eine Durchsatzgrenze der drahtlosen Kommunikationsstrecke oder eine Menge an für die drahtlose Kommunikationsstrecke verfügbaren Kommunikationsressourcen spezifiziert.

**[0079]** Im Beispiel 24 kann der Gegenstand des Beispiels 13 optional das Bestimmen des Durchsatzes auf der Basis des Qualitätsparameters mittels einer vorbestimmten Nachschlagetabelle umfassen.

**[0080]** Beispiel 25 ist ein computerlesbares Medium, das aufgezeichnete Befehle darauf aufweist, die bei Ausführung durch einen Prozessor den Prozessor ein Verfahren zum Steuern einer Datenübertragung gemäß einem der Beispiele 13 bis 24 durchführen lassen.

**[0081]** Beispiel 26 ist ein Kommunikationsendgerät, das umfasst: ein qualitätsbestimmendes Mittel zum Bestimmen eines Qualitätsparameters für eine drahtlose Kommunikationsstrecke zwischen dem Kommunikationsendgerät und einer Funkzugangskomponente auf der Basis eines oder mehrerer über die drahtlose Kommunikationsstrecke empfangenen Signale, ein durchsatzbestimmendes Mittel zum Bestimmen, auf der Basis des Qualitätsparameters, eines Durchsatzes einer Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente und einem Server, der zum Übertragen von Daten von dem Server zu dem Kommunikationsendgerät über die Kommunikationsverbindung und die drahtlose Kommunikationsstrecke zu verwenden ist, und ein steuerndes Mittel zum Senden einer Instruktion, damit der Server Daten über die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente und dem Server gemäß dem bestimmten Durchsatz überträgt.

**[0082]** Im Beispiel 27 kann der Gegenstand des Beispiels 26 optional enthalten, dass die Kommunikati-

onsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente und dem Server eine TCP-Verbindung ist.

**[0083]** Im Beispiel 28 kann der Gegenstand des Beispiels 26 optional umfassen, dass das Senden einer Instruktion, damit der Server Daten über die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente und dem Server gemäß dem bestimmten Durchsatz überträgt, das Signalisieren eines auf dem bestimmten Durchsatz basierenden Durchsatzparameters zur Funkzugangskomponente umfasst.

**[0084]** Im Beispiel 29 kann der Gegenstand des Beispiels 28 optional umfassen, dass das steuernde Mittel zum Ableiten des Durchsatzparameters von dem bestimmten Durchsatz ist.

**[0085]** Im Beispiel 30 kann der Gegenstand des Beispiels 28 optional umfassen, dass die Verbindung zwischen der Funkzugangskomponente und dem Server eine TCP-Verbindung ist und der Durchsatzparameter eine TCP-Empfangsfenstergröße ist.

**[0086]** Im Beispiel 31 kann der Gegenstand des Beispiels 26 optional ein empfangendes Mittel zum Empfangen von Daten von dem Server über die Kommunikationsverbindung und die drahtlose Kommunikationsstrecke umfassen.

**[0087]** Im Beispiel 32 kann der Gegenstand des Beispiels 31 optional umfassen, dass das empfangende Mittel zum Empfangen eines oder mehrerer Signale von der Funkzugangskomponente ist, und das qualitätsbestimmende Mittel zum Messen des Qualitätsparameters auf der Basis des Empfangs des einen oder der mehreren Signale ist.

**[0088]** Im Beispiel 33 kann der Gegenstand des Beispiels 32 optional umfassen, dass der Qualitätsparameter auf einer Signal-Rausch-Messung des empfangenen einen Signals oder der empfangenen mehreren Signale basiert.

**[0089]** Im Beispiel 34 kann der Gegenstand des Beispiels 26 optional umfassen, dass der Qualitätsparameter eine Schleifenlaufzeit zwischen dem Kommunikationsendgerät und dem Server ist.

**[0090]** In Beispiel 35 kann der Gegenstand des Beispiels 26 optional umfassen, dass das durchsatzbestimmende Mittel zum Bestimmen des Durchsatzes auf der Basis des Qualitätsparameters und eines zusätzlichen Parameters, der eine Performance der drahtlosen Kommunikationsstrecke charakterisiert, ist.

**[0091]** Im Beispiel 36 kann der Gegenstand des Beispiels 35 optional umfassen, dass der zusätzliche Pa-

parameter eine Durchsatzgrenze der drahtlosen Kommunikationsstrecke oder eine Menge an für die drahtlose Kommunikationsstrecke verfügbaren Kommunikationsressourcen spezifiziert.

**[0092]** Im Beispiel 37 kann der Gegenstand des Beispiels 26 optional umfassen, dass das durchsatzbestimmende Mittel zum Bestimmen des Durchsatzes auf der Basis des Qualitätsparameters mittels einer vorbestimmten Nachschlagetabelle ist.

**[0093]** Es sei angemerkt, dass ein oder mehrere der Merkmale von jeglichen der obigen Beispiele mit irgendeinem der anderen Beispiele kombiniert werden können.

**[0094]** Im Folgenden werden Beispiele ausführlicher beschrieben.

**[0095]** Wie oben anhand der **Fig. 3** und **Fig. 4** beschrieben, kann, wenn die maximale TCP-Fenster-/Speichergröße, die einem Server **203** durch ein mobiles Endgerät **201** bekannt gemacht wird, festgelegt ist, dies dazu führen, dass TCP-Pakete an der Basisstation **202** fallen gelassen werden.

**[0096]** In den nachfolgend beschriebenen Beispielen kann der Durchsatz zwischen dem Server **203** und der eNodeB **202**, und deshalb die Menge an TCP-Paketen, die durch den Server **203** ausgesendet werden, in etwa gleich eingestellt werden wie der, den die eNodeB **202** tatsächlich zum **UE 201** weiterleiten kann, wie in **Fig. 7** veranschaulicht.

**[0097]** **Fig. 7** veranschaulicht eine Angleichung der TCP-Fenster-/Speichergröße in der Kommunikationsanordnung der **Fig. 2**.

**[0098]** Die Kommunikationsanordnung **700** der **Fig. 7** entspricht der Kommunikationsanordnung **200** und umfasst dementsprechend ein mobiles Endgerät **701**, eine Basisstation **702** und einen Server **703** mit einer ersten Verbindung **704** und einer zweiten Verbindung **705**.

**[0099]** In diesem Beispiel ist der mögliche Durchsatz der zweiten Verbindung **705** relativ niedrig, z.B. wegen schlechter RF-Bedingungen. Entsprechend meldet das mobile Endgerät **701** eine angegliche bekannte maximale Fenster-/Speichergröße an den Server **203**, der als Reaktion den Durchsatz, den er für die erste Kommunikationsverbindung **704** verwendet, anpasst (z.B. reduziert).

**[0100]** Dadurch kann erreicht werden, dass die eNodeB **702** keine TCP-Pakete fallen zu lassen braucht, weil sie alle TCP-Pakete rechtzeitig an das **UE 701** weiterleiten kann.

**[0101]** Es sei ferner angemerkt, dass dieser Ansatz eine Datenüberlastungsbehandlung bei einigen der beteiligten Netzelemente (z.B. PDN (Packet Data Network)/ Internetroutern (wenn SIM-begrenzt) und eNodeB, S/P-GW, IP-Backbone (wenn RF-begrenzt)) unnötig macht (oder diese davon abhält einzusetzen), und so dem Netzwerk bei der Bereitstellung der Ende-zu-Ende-Verbindung zwischen dem Server **203** und dem **UE 201** hilft.

**[0102]** Es sei angemerkt, dass zwar in diesem und den anderen Beispielen LTE-Terminologie verwendet wird, aber ähnliche Ansätze auch auf alle anderen Arten von Kommunikationsnetzen wie etwa 2G, 3G, WLAN und verdrahtete Kommunikationsnetze usw. angewendet werden können.

**[0103]** Das **UE 701** passt das/den maximale/n TCP-Fenster/Speicher an die drahtlose Strecke **705** an (oder allgemeiner, den Abschnitt mit dem niedrigsten Durchsatz in der Übertragungskette, welcher häufig die drahtlose Strecke unter schlechten Bedingungen ist), anstatt einen festgelegten hohen Wert zu verwenden (der vielleicht gleichzeitig für andere/schnellere Verbindungen des **UE 701**, wie WLAN-, USB-Verbindungen usw. verwendet werden kann).

**[0104]** Somit kann es vermieden werden, dass TCP-Pakete am eNodeB **702** weggeworfen werden. Für die Anpassung (häufig die Reduzierung eines gesamten maximalen Werts) kann das **UE 701** Qualitätsmessungen auf der Basis von Signalen, die von der Basisstation **702** empfangen werden, und ihm bekannten zusätzlichen Parametern verwenden. Es kann auch mehrere Parameter verbinden, um die angegliche Fenster-/Speichergröße zu bestimmen.

**[0105]** Ein Beispiel für einen zusätzlichen Parameter, den das **UE 701** berücksichtigen kann, ist eine Durchsatzgrenze durch die SIM-Karte. Zum Beispiel kann das **UE 701** zu LTE Cat4 mit 150 Mbps fähig sein, aber seine SIM-Karte begrenzt den Durchsatz auf z.B. 7,2 Mbps. Der/Das TCP-Speicher/Fenster ist in der Lage die 150 Mbps zu unterstützen, aber mit der SIM-Karten-Begrenzung weiß das **UE 701**, dass der maximale Durchsatz, den es im Netz erreichen kann, etwa um den Faktor **20** geringer ist als der maximale Durchsatz, den es unterstützt. Somit senkt es die bekannt gemachte maximale TCP-Speicher-/Fenstergröße. Die SIM-Grenze wird zwar nicht auf der **UE-eNB-Strecke 705** durchgesetzt, aber typischerweise im Kernnetz, die Wirkung ist ähnlich. Die SIM-Karten-Grenze kann beim **UE 701** bekannt sein, oder das **UE 701** kann es aus der Beobachtung des Verkehrs schließen.

**[0106]** Des Weiteren kann das **UE 701** unter Verwendung der Schleifenlaufzeit (RTT) der TCP-Pakete (z.B. die Zeit zwischen einer ACK-Übertragung in Aufwärtsstrecke und dem Empfang des TCP-Pa-

kets, das durch die ACK in Abwärtsstrecke ausgelöst wird) die möglichen maximalen „Daten-im-Flug“, d. h. die Menge an TCP-Daten, die der Server **703** vor dem Empfang einer ACK für ältere Pakete realistischweise übertragen sollte, schätzen. Daten-im-Flug ist dann grundsätzlich die Kombination von RTT und SIM-Karten-Grenze. Das **UE 701** kann die maximale TCP-Fenster-/Speichergröße entsprechend angleichen. Die RTT könnte z.B. ein theoretischer minimaler Wert (für eine Strecke über ein drahtloses Netz und ein Festnetz) sein, ein theoretischer maximaler Wert (was für gewöhnlich maximal gesehen wird), oder ein durch das **UE 701** während der Datenübertragung selbst gemessener Wert (und dann gemittelt, eine Toleranz hinzugefügt, usw.).

**[0107]** Das **UE 701** kann zum Beispiel die Fenster-/Speichergröße auf der Basis eines oder mehrerer der folgenden Parameter bestimmen (ist aber nicht auf diese beschränkt):

- SIM-Karten-Grenze (die es auch aus einer Messung schließen kann).
- maximaler Durchsatz des verwendeten drahtlosen Standards, z.B. 4G, 3G, 2G.
- maximaler Durchsatz der aktuellen Funkkonfiguration, z.B. Bandbreite, Carrier-Aggregation, Netzfähigkeiten, ....
- aktive Anwendungen (z.B. die Information, dass ein bestimmter Videostreamingdienst nicht mehr als einen bestimmten max. Durchsatz benötigt). Dies kann die Berücksichtigung der Echtzeitanforderungen enthalten, was eine Verkehrsformung (Traffic Shaping) ermöglichen kann, um die Durchsatzanforderungen zu reduzieren.

**[0108]** Das **UE 701** kann zum Beispiel die Fenster-/Speichergröße auf der Basis eines oder mehrerer der folgenden Messungen von Signalen (z.B. Meldungen), die von der Basisstation empfangen werden, bestimmen (ist aber nicht auf diese beschränkt):

- Signal- und Rausch- (und Interferenz-)Messungen wie SNR (signal to noise ratio, zu Deutsch Signal-Rausch-Verhältnis), SINR (signal to interference and noise ratio, zu Deutsch Signal-Interferenz-und-Rausch-Verhältnis), RSRP (received signal received power, zu Deutsch empfangenes Signal empfangene Leistung), RSSI (received signal strength indicator, zu Deutsch Empfangssignalstärkenindikator), RSRQ (received signal received quality, zu Deutsch empfangenes Signal empfangene Qualität), Interferenzmessungen einer benachbarten Zelle, usw. Das **UE 701** reduziert zum Beispiel die maximale Fenster-/Speichergröße, wenn das Signal-Rausch-Verhältnis unter einem bestimmten Wert liegt.

- Schleifenlaufzeit von ACK-Meldungen in Aufwärtsstrecke zu TCP-Paketen in Abwärtsstrecke. Es sei angemerkt, dass, unter der Annahme einer symmetrischen RTT für Aufwärtsstrecke und Abwärtsstrecke, die Aufwärtsstrecken-RTT leichter zu messen sein kann (Zeit zwischen Aufwärtsstreckenpaketübertragung bis Abwärtsstrecken-ACK-Empfang).

- Aufwärtsstrecken/Abwärtsstrecken-Asymmetrien.

**[0109]** Das **UE 701** kann ferner die Fenster-/Speichergröße auf der Basis einer oder mehrerer der folgenden Informationen, die spezifisch für drahtlose Anwendungen sind, bestimmen (ist aber nicht auf diese beschränkt):

- Antennenunausgewogenheit (wenn durch Design bekannt, könnte dies auch ein Parameter sein). Das kann durch das Design bekannt sein oder auch während des Gebrauchs gemessen werden. Zum Beispiel kann der Benutzer eine Antenne mit seiner Hand abdecken, und das Modem des **UE** sieht einen Unterschied zwischen den Antennen, was den maximalen Durchsatz begrenzt.

- Der tatsächliche Anteil, den das **UE 701** in seiner dienenden Funkzelle als Gesamtdurchsatz pro Zelle bekommt, muss zwischen Benutzern geteilt werden. Somit kann z.B. das **UE** eine Zellenbelastungsmessung (z.B. durch RSSI/RSRQ/ ...) oder eine Messung der durchschnittlichen Ressourcen vornehmen, die das Netz für das **UE 701** ansetzt, d. h. bei **LTE** die Anzahl von PRBs (physical resource blocks, zu Deutsch physische Ressourcenblocks) in aktiven TTIs (time transmission intervals, zu Deutsch Übertragungszeitintervalle) und der Prozentsatz an aktiven TTIs. Der maximale mögliche Anteil, den das **UE 701** bekommen kann, wären die durchschnittlichen PRBs mal die durchschnittliche TTI-Aktivität mal die maximale TBS (transport block size, zu Deutsch Transportblockgröße). Anstatt der maximalen TBS kann das **UE 701** auch die durchschnittliche gemessene TBS auf der Basis des durchschnittlichen MCS (modulation and coding scheme, zu Deutsch Modulations- und Codierschema) verwenden.

- Der tatsächliche aktuelle Durchsatz selbst (z.B. durch eine bestimmte Toleranz erhöht; es ist jedoch unrealistisch, dass der Durchsatz in einem sehr kurzen Zeitrahmen um einen Faktor **10** zunimmt). Dazu kann das **UE 701** FBI (feedback indicator)-bezogene Messungen (wie CQI (channel quality indicator, zu Deutsch Kanalqualitätsindikator) oder Rangindikator RI) als einen Indikator für den maximalen erreichbaren DL-Durchsatz verwenden. Das **UE 701** kann den maximalen Durchsatz, der durch Zellenbelastungsin-

diktoren oder Scheduling-Verhältnisse in Frequenz und Zeit skaliert ist, skalieren (z.B. kann es in Betracht ziehen, dass während Spitzenzeiten weniger Ressourcen pro UE verfügbar sind).

**[0110]** Das UE 701 kann während einer Übertragung (z.B. Dateitransfer oder Streaming) ständig Anpassungen der Fenster-/Speichergröße vornehmen, oder auch nur einmal, z.B. wenn ein Szenario (z.B. eine TCP-Verbindung oder ein Download) beginnt oder der verwendete drahtlose Standard geändert wird. Das UE 701 kann z.B. einen Abbruch, eine Rücksetzung oder eine Wiederherstellung der TCP-Verbindung zum Server 303 erwägen, wenn mit den angepassten Einstellungen (d. h. der angeglichenen Speicher-/Fenstergröße), ein besserer Durchsatz erwartet wird und eine insgesamt Zunahme erreicht werden kann. Das UE 701 kann unterschiedliche Einstellungen und Prioritäten an verschiedene gleichzeitige TCP-Verbindungen vergeben, z.B. gemäß spezifischen QoS-Anforderungen der verschiedenen Verbindungen.

**[0111]** Fig. 8 veranschaulicht die Verarbeitung beim Angleichen der TCP-Fenster-/Speichergröße in der Kommunikationsanordnung der Fig. 2.

**[0112]** Die Kommunikationsanordnung 800 der Fig. 8 entspricht der Kommunikationsanordnung 200 und umfasst dementsprechend ein mobiles Endgerät 801, eine Basisstation 802 und einen Server 803.

**[0113]** Der Server 803 sendet einen TCP-Paketstrom 804 an die Basisstation 802, die ihn an das UE 801 weiterleitet. Das UE 801 sendet TCP-ACKs 805 für empfangene Pakete zur Basisstation 802, die diese zum Server 803 weiterleitet.

**[0114]** Das UE 801 umfasst einen TCP-Client 806, der den Empfang von TCP-Paketen und das Senden von TCP-ACKs mittels eines Modems 807 abwickelt. Das UE 801 beinhaltet ferner eine Steuereinrichtung (Steuer- und Kombinationseinheit) 808, die die Ergebnisse von einer oder mehreren Messungen, z.B. wie oben beschrieben, empfängt, in diesem Beispiel bereitgestellt durch das Modem 807 und durchgeführt auf der Basis von Signalen, die durch das Modem 807 von der Basisstation 802 empfangen wurden, und Parameter, z.B. wie oben beschrieben, empfängt (oder bestimmt). Auf der Basis dieser Informationen (Messergebnissen und Parameter) bestimmt die Steuereinrichtung 808 eine Übertragungsfenster-/Übertragungsspeichergröße (oder allgemein einen Durchsatz), die für die Verbindung zwischen Server 803 und Basisstation 802 zu verwenden ist. Zum Beispiel sendet die Steuereinrichtung 808 ein Konfigurationsupdate 809 an den TCP-Client 806, wenn sie bestimmt, dass die Übertragungsfenster-/Übertragungsspeichergröße geändert werden sollte.

Der TCP-Client 806 informiert den Server dann entsprechend.

**[0115]** Fig. 9 zeigt ein Flussdiagramm 900, das einen beispielhaften Berechnungsfluss zum Berechnen eines approximativen realistischen maximalen TCP-Fensters/Speichers auf der Basis von Messungen und Parametern, wie zum Beispiel oben aufgelistet, veranschaulicht, wie er zum Beispiel durch die Steuereinrichtung 808 ausgeführt wird. Es sei angemerkt, dass nicht alle Eingänge (Messergebnisse und Parameter), die in Fig. 9 gezeigt sind, verwendet werden müssen, und andere Eingänge ebenso verwendet werden können.

**[0116]** Bei 901 wird eine einmalige Nachschlage-tabellenerzeugung für UE-Messungen (wie SNR-, RSRP- und Fading-Profil-Messungen) auf der Basis von Simulationen, Labortests oder Feldversuchen durchgeführt, aus denen eine Nachschlagetabelle 902 resultiert.

**[0117]** In der praktischen Anwendung für ein bestimmtes Übertragungsszenario führt das UE 801, z.B. die Steuereinrichtung 808, das Ergebnis von UE-Messungen der Nachschlagetabelle 902 zu und bekommt einen gewissen maximalen Durchsatz als Ergebnis, z.B. einen Durchsatz für eine gewisse Kombination aus SNR-, RSRP- und Fading-Profil.

**[0118]** Dieser maximale Durchsatz wird dann mit dem Ergebnis einer linearen Faktorzerlegung 904 multipliziert 903. Das Ergebnis der linearen Faktorzerlegung 904 wird zum Beispiel im Falle einer MIMO (multiple input multiple Output, zu Deutsch mehrfacher Eingang mehrfacher Ausgang)-Kommunikation erzeugt, indem die effektiven Kommunikationsressourcen des UE (z.B. die durchschnittliche Anzahl von PRBs und aktiven TTIs) oder die gesamte verfügbare Bandbreite (z.B. die Summe aller verwendeten Bänder/Frequenzen im Falle von Carrier-Aggregation) mit dem Durchschnittsrang der letzten x Sekunden (wobei x eine vorbestimmte Zahl ist) multipliziert werden. Wenn der Durchschnittsrang nicht verfügbar ist, kann das UE 801 zum Beispiel die maximale Anzahl von verfügbaren Empfangsantennen, d. h. die maximale Anzahl von MIMO-Schichten verwenden. Es kann den Durchschnittsrang mit der durchschnittlichen Transportblockgröße oder dem Modulations- und Codierschema kombinieren.

**[0119]** Das Ergebnis der Multiplikation 903 wird dann durch das Ergebnis einer Grenzenberechnung 906 begrenzt 905, die zum Beispiel das Minimum nimmt aus: dem Durchsatz, der für die jeweilige UE-Kategorie (z.B. LTE Cat3, Cat4, usw. oder 3G, usw.) möglich ist, der SIM-Karten-Grenze oder Netzgrenze und der Summe der maximalen Durchsätze der Anwendungen, die auf dem UE laufen. Zum Beispiel kann eine Videostreaming-Anwendung auf eine gewisse Anzahl

x von Mbps nach oben begrenzt werden oder für eine gewisse Qualität werden nicht mehr als x Mbps benötigen.

**[0120]** Das Ergebnis der Begrenzung **905** ist der maximale Durchsatz. Dieser maximale Durchsatz wird dann bei **907** mit dem durchschnittlichen gemessenen RTT multipliziert, um die TCP-Fenster-/Speichergröße **908** zu erzeugen, die das **UE 801** dann dem Server **803** melden kann, wobei es gewisse Toleranzen oder eine Hysterese berücksichtigt.

**[0121]** **Fig. 10** zeigt ein Flussdiagramm **1000**, das einen übergeordneten Fluss veranschaulicht, z.B. wie der Prozess, der in der **Fig. 9** veranschaulicht ist, und sein Ergebnis zum Beispiel verwendet werden.

**[0122]** Die in **Fig. 10** veranschaulichte Verarbeitung wird zum Beispiel durch die Steuereinrichtung **808** ausgeführt.

**[0123]** Bei **1001** empfängt die Steuereinrichtung eine Anforderung für eine TCP-Sitzung, z.B. aus einer Anwendung, die auf einem Anwendungsprozessor des mobilen Endgeräts **801** läuft.

**[0124]** Bei **1002** prüft die Steuereinrichtung das maximale TCP-Fenster/Speicher. Dazu führt die Steuereinrichtung bei **1003** eine Berechnung gemäß nicht-linearen, linearen und absoluten Grenzen, zum Beispiel wie in **Fig. 9** beschrieben, durch.

**[0125]** Bei **1004** stellt die Steuereinrichtung das/den TCP-Fenster/Speicher kleiner oder gleich dem maximalen TCP-Fenster/Speicher, das in **1002** gefunden wurde, ein.

**[0126]** Bei **1005**, wenn es ein Rücksetzen der TCP-Verbindung gibt oder ein Update der TCP-Einstellungen möglich ist, oder wenn die Steuereinrichtung bei **1006** detektiert, dass Bedingungen, die die Qualität der drahtlosen Strecke (wie die Funkbedingungen oder die verfügbare Bandbreite) beeinflussen, sich verändert haben, oder ein bestimmter Timer abgelaufen ist, kehrt die Steuereinrichtung zu **1002** zurück d. h. prüft das/den maximale/n TCP-Fenster/Speicher erneut.

**[0127]** Es wurden zwar spezifische Aspekte beschrieben, aber für den Fachmann versteht es sich, dass verschiedene Änderungen in Form und Detail darin vorgenommen werden können, ohne dass vom Wesen und Schutzbereich der Aspekte dieser Offenbarung, wie durch die beigefügten Ansprüche definiert, abgewichen wird. Der Schutzbereich wird somit durch die beigefügten Ansprüche angezeigt und alle Änderungen, die unter den Sinngehalt der Ansprüche und in den Bereich der Gleichwertigkeit zu den An-

sprüchen fallen, werden deshalb als davon umfasst erachtet.

## Patentansprüche

1. Kommunikationsendgerät, umfassend einen Qualitätsbestimmer, der dazu konfiguriert ist, einen Qualitätsparameter für eine drahtlose Kommunikationsstrecke zwischen dem Kommunikationsendgerät und einer Funkzugangskomponente auf der Basis eines oder mehrerer über die drahtlose Kommunikationsstrecke empfangener Signale zu bestimmen;

einen Durchsatzbestimmer, der dazu konfiguriert ist, auf der Basis des Qualitätsparameters einen Durchsatz einer Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente und einem Server zu bestimmen, der zum Übertragen von Daten von dem Server zu dem Kommunikationsendgerät über die Kommunikationsverbindung und die drahtlose Kommunikationsstrecke zu verwenden ist; einen Maximal-Durchsatzbestimmer, der dazu konfiguriert ist, auf der Basis des Durchsatzes und eines Ergebnisses einer linearen Faktorzeugung, einen maximalen Durchsatz zu bestimmen; wobei das Ergebnis der linearen Faktorzeugung durch Multiplikation von effektiven Kommunikationsressourcen des Kommunikationsendgeräts oder von der gesamten verfügbaren Bandbreite mit einem Durchschnittsrang der letzten x Sekunden oder mit einer maximalen Anzahl von verfügbaren Empfangsantennen gebildet ist; und eine Steuereinrichtung, die dazu konfiguriert ist, eine Instruktion zu senden, damit der Server Daten über die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente und dem Server gemäß dem bestimmten maximalen Durchsatz überträgt.

2. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 1, wobei der Durchschnittsrang mit einer durchschnittlichen Transportblockgröße (TBS) oder einem Modulations- und Codierschema (MCS) kombiniert ist.

3. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 1, wobei das Senden einer Instruktion, damit der Server Daten über die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente und dem Server gemäß dem bestimmten maximalen Durchsatz überträgt, das Signalisieren eines auf dem bestimmten maximalen Durchsatz basierenden maximalen Durchsatzparameters zur Funkzugangskomponente umfasst.

4. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 3, wobei die Steuereinrichtung ferner dazu konfiguriert ist, einen maximalen Durchsatzparameter von dem bestimmten maximalen Durchsatz abzuleiten.

5. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 3, wobei die Verbindung zwischen der Funkzugangskomponente

komponente und dem Server eine TCP-Verbindung ist, und der maximale Durchsatzparameter eine TCP-Empfangsfenstergröße ist.

6. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 1, ferner einen Empfänger umfassend, der dazu konfiguriert ist, Daten von dem Server über die Kommunikationsverbindung und die drahtlose Kommunikationsstrecke zu empfangen.

7. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 6, wobei der Empfänger dazu konfiguriert ist, ein oder mehrere Signale von der Funkzugangskomponente zu empfangen, und wobei der Qualitätsbestimmer dazu konfiguriert ist, den Qualitätsparameter auf der Basis des Empfangs des einen oder der mehreren Signale zu messen.

8. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 7, wobei der Qualitätsparameter auf einer Signal-Rausch-Messung des empfangenen einen Signals oder der empfangenen mehreren Signale basiert.

9. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 1, wobei der Qualitätsparameter eine Schleifenlaufzeit zwischen dem Kommunikationsendgerät und dem Server ist.

10. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 1, wobei der Durchsatzbestimmer dazu konfiguriert ist, den Durchsatz auf der Basis des Qualitätsparameters und eines zusätzlichen Parameters, der eine Performance der drahtlosen Kommunikationsstrecke charakterisiert, zu bestimmen.

11. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 10, wobei der zusätzliche Parameter eine Durchsatzgrenze der drahtlosen Kommunikationsstrecke oder eine Menge an für die drahtlose Kommunikationsstrecke verfügbaren Kommunikationsressourcen spezifiziert.

12. Kommunikationsendgerät nach Anspruch 1, wobei der Durchsatzbestimmer dazu konfiguriert ist, den Durchsatz auf der Basis des Qualitätsparameters mittels einer vorbestimmten Nachschlagetabelle zu bestimmen.

13. Verfahren zur Steuerung einer Datenübertragung, umfassend  
Bestimmen, auf der Basis eines oder mehrerer Signale, die durch das Kommunikationsendgerät über die drahtlose Kommunikationsstrecke empfangen wurden, eines Qualitätsparameters für eine drahtlose Kommunikationsstrecke zwischen einem Kommunikationsendgerät und einer Funkzugangskomponente;  
Bestimmen, auf der Basis des Qualitätsparameters, eines Durchsatzes einer Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente und ei-

nem Server, der zum Übertragen von Daten von dem Server zu dem Kommunikationsendgerät über die Kommunikationsverbindung und die drahtlose Kommunikationsstrecke zu verwenden ist;

Bestimmen eines maximalen Durchsatzes auf der Basis des Durchsatzes und eines Ergebnisses einer linearen Faktorzeugung; wobei das Ergebnis der linearen Faktorzeugung durch Multiplikation von effektiven Kommunikationsressourcen des Kommunikationsendgeräts oder von der gesamten verfügbaren Bandbreite mit einem Durchschnittsrang der letzten x Sekunden oder mit einer maximalen Anzahl von verfügbaren Empfangsantennen gebildet wird, und  
Senden einer Instruktion, damit der Server Daten über die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente und dem Server gemäß dem bestimmten maximalen Durchsatz überträgt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei der Durchschnittsrang mit einer durchschnittlichen Transportblockgröße (TBS) oder einem Modulations- und Codierschema (MCS) kombiniert wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Senden einer Instruktion, damit der Server Daten über die Kommunikationsverbindung zwischen der Funkzugangskomponente und dem Server gemäß dem bestimmten maximalen Durchsatz überträgt, das Signalisieren eines auf dem bestimmten maximalen Durchsatz basierenden maximalen Durchsatzparameters zur Funkzugangskomponente umfasst.

16. Verfahren nach Anspruch 15, umfassend das Ableiten des maximalen Durchsatzparameters von dem bestimmten maximalen Durchsatz.

17. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Verbindung zwischen der Funkzugangskomponente und dem Server eine TCP-Verbindung ist, und der maximale Durchsatzparameter eine TCP-Empfangsfenstergröße ist.

18. Verfahren nach Anspruch 13, ferner umfassend das Empfangen von Daten von dem Server über die Kommunikationsverbindung und die drahtlose Kommunikationsstrecke.

19. Verfahren nach Anspruch 18, umfassend das Empfangen von einem oder mehreren Signalen von der Funkzugangskomponente und das Messen des Qualitätsparameters auf der Basis des Empfangs des einen oder der mehreren Signale.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei der Qualitätsparameter auf einer Signal-Rausch-Messung des empfangenen einen Signals oder der empfangenen mehreren Signale basiert.

21. Verfahren nach Anspruch 13, wobei der Qualitätsparameter eine Schleifenlaufzeit zwischen dem Kommunikationsendgerät und dem Server ist.

22. Verfahren nach Anspruch 13, umfassend das Bestimmen des Durchsatzes auf der Basis des Qualitätsparameters und eines zusätzlichen Parameters, der eine Performance der drahtlosen Kommunikationsstrecke charakterisiert.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der zusätzliche Parameter eine Durchsatzgrenze der drahtlosen Kommunikationsstrecke oder eine Menge an für die drahtlose Kommunikationsstrecke verfügbaren Kommunikationsressourcen spezifiziert.

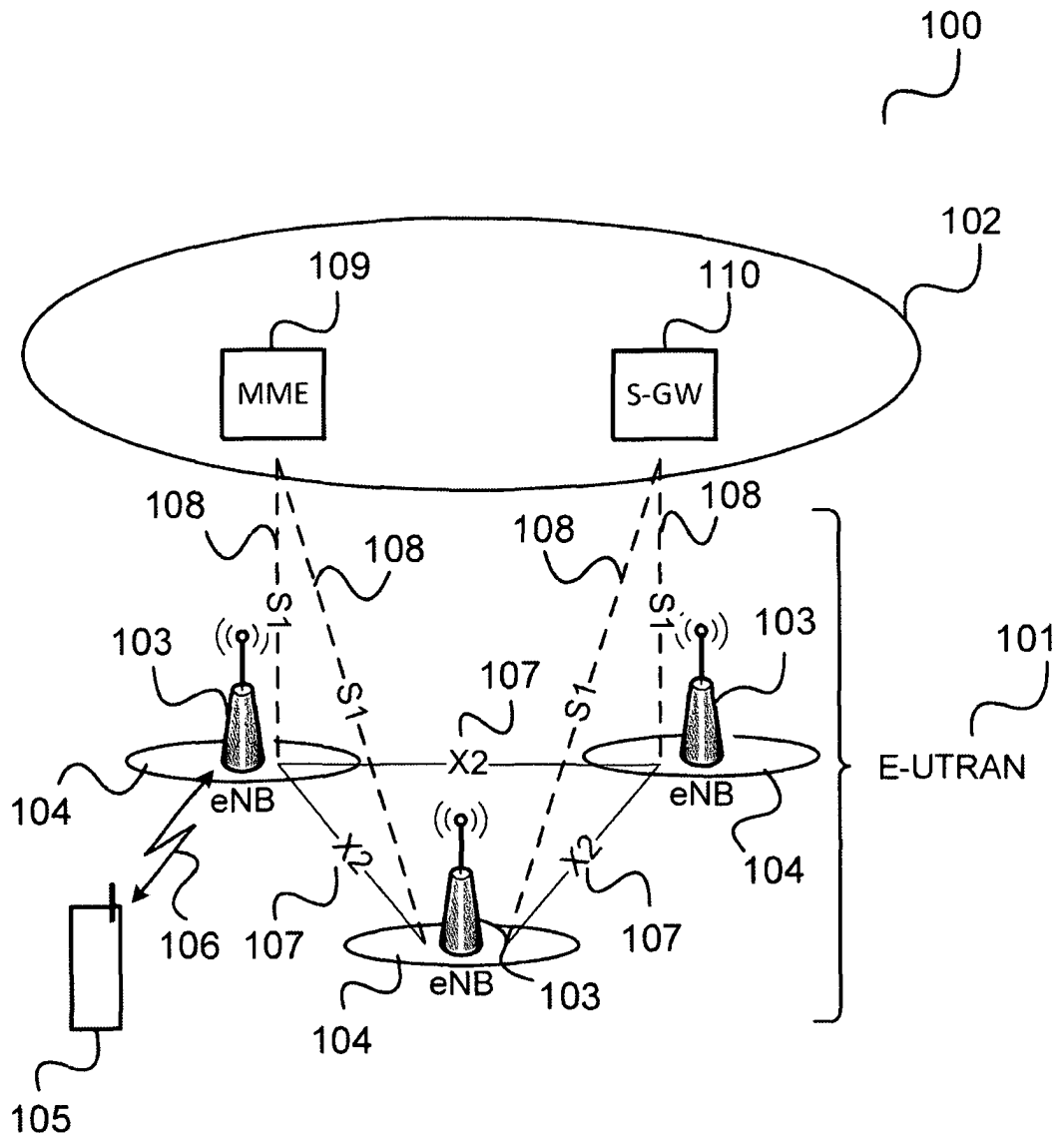
24. Verfahren nach Anspruch 13, umfassend das Bestimmen des Durchsatzes auf der Basis des Qualitätsparameters mittels einer vorbestimmten Nachschlagetabelle.

25. Computerlesbares Medium, das aufgezeichnete Befehle darauf aufweist, die bei Ausführung durch einen Prozessor den Prozessor ein Verfahren zum Steuern einer Datenübertragung gemäß einem der Ansprüche 13 bis 24 durchführen lassen.

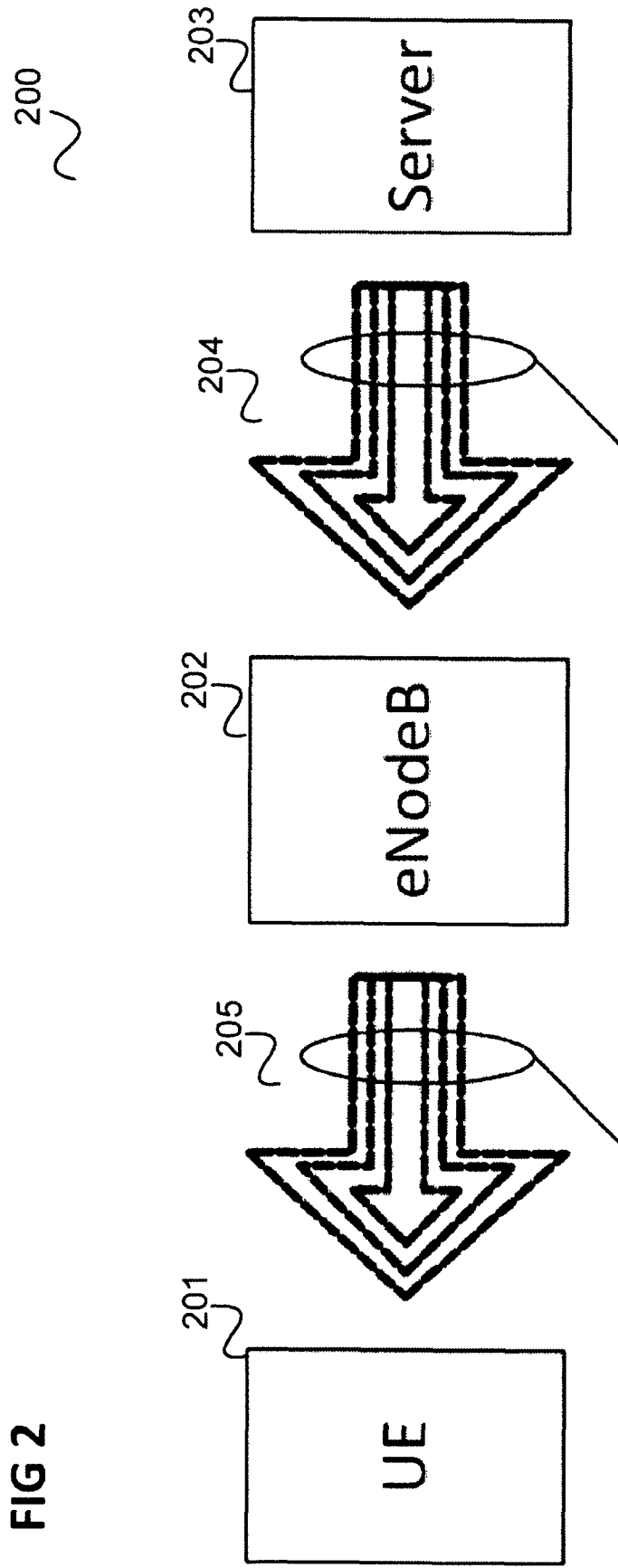
Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1







Hängt z.B. von  
Funkbedingungen,  
Zellenlast usw. ab.

Hängt von bekannt gemachter  
Empfangsfenster-/speichergröße  
ab (und kann durch z.B. Internetlast,  
Remote-Server-Last, usw. begrenzt sein)

FIG 3

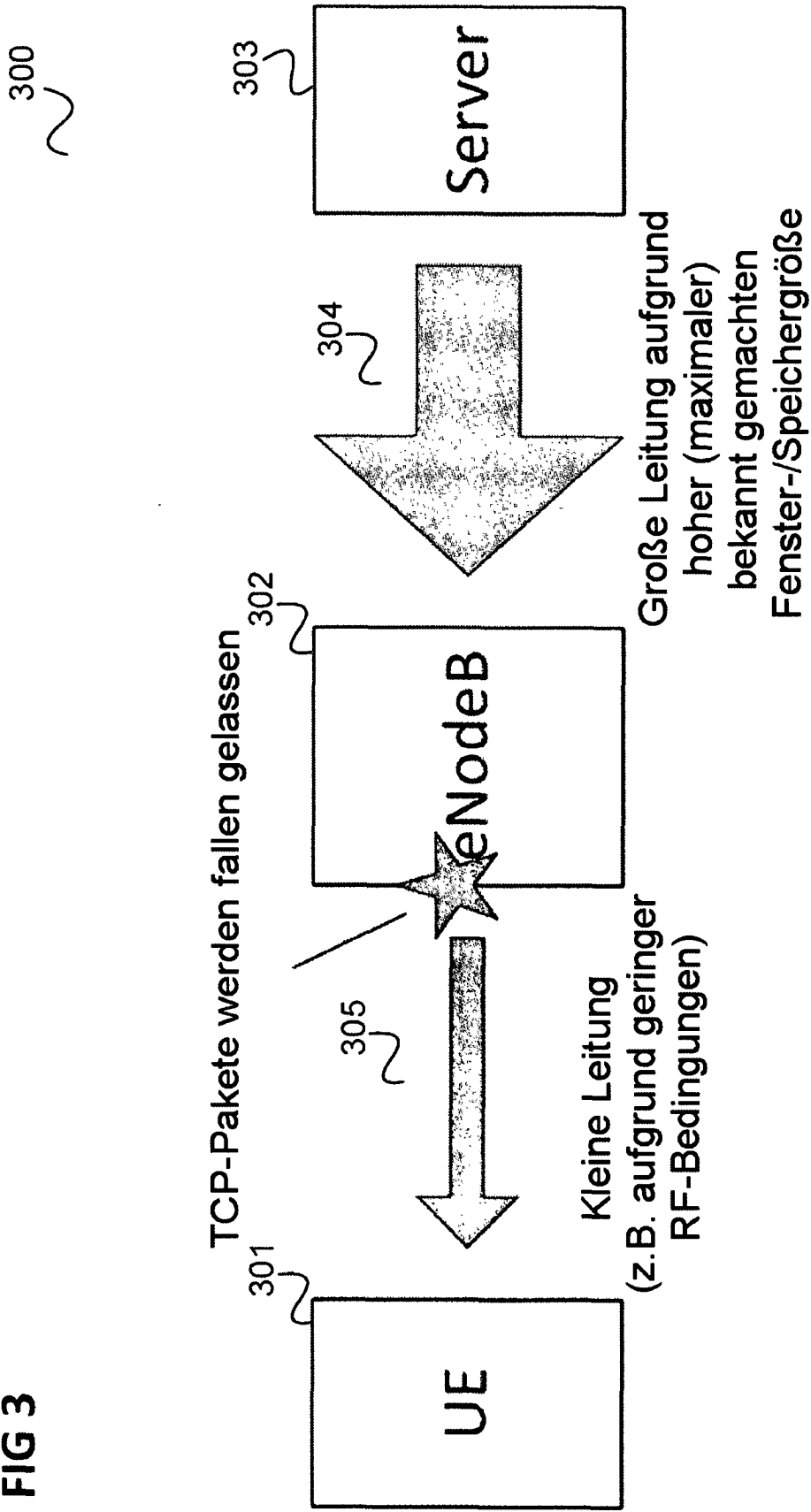
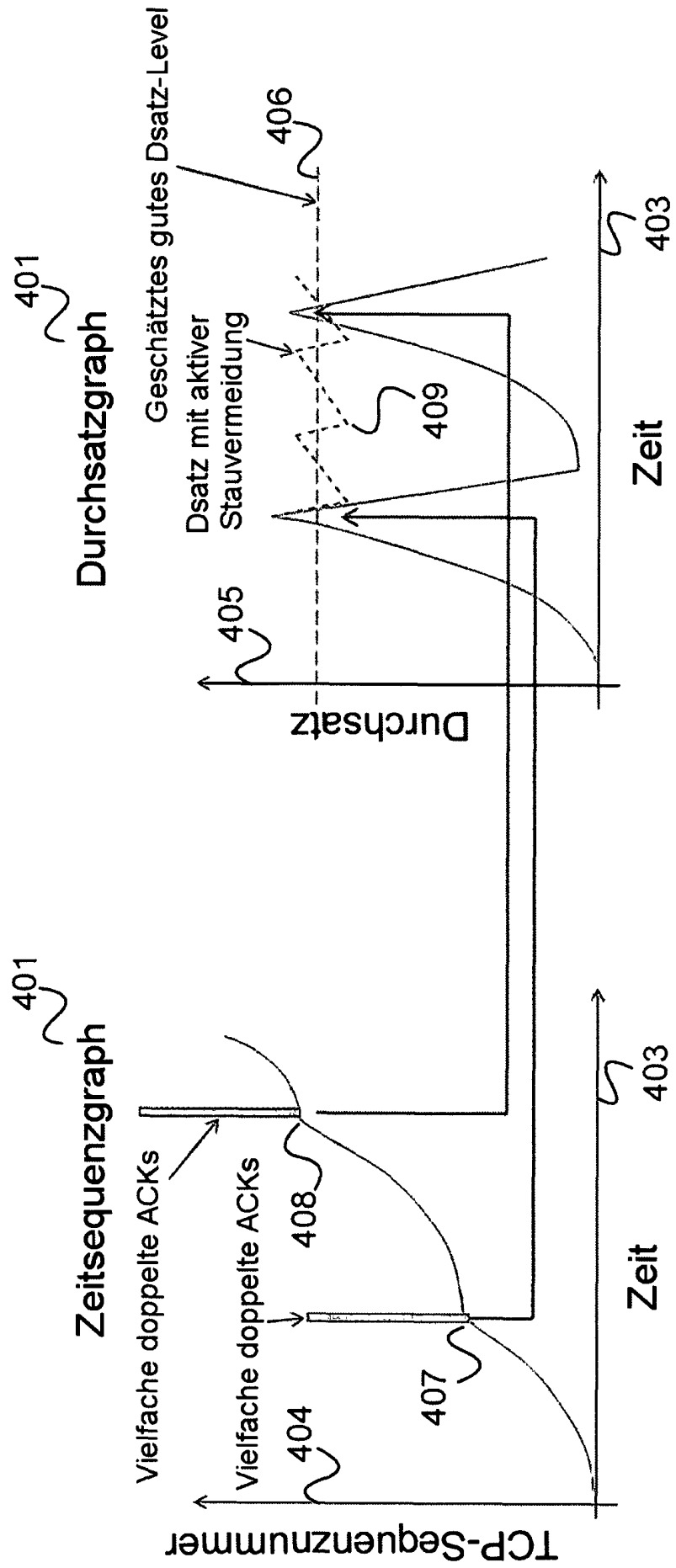


FIG 4



**FIG 5**

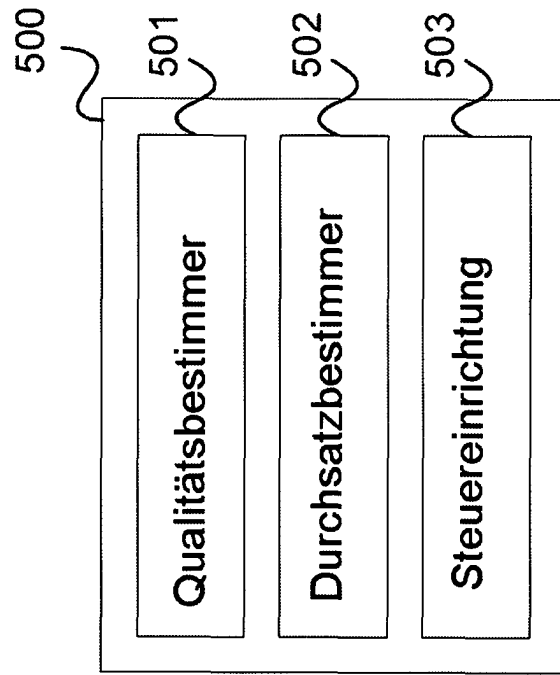


FIG 6

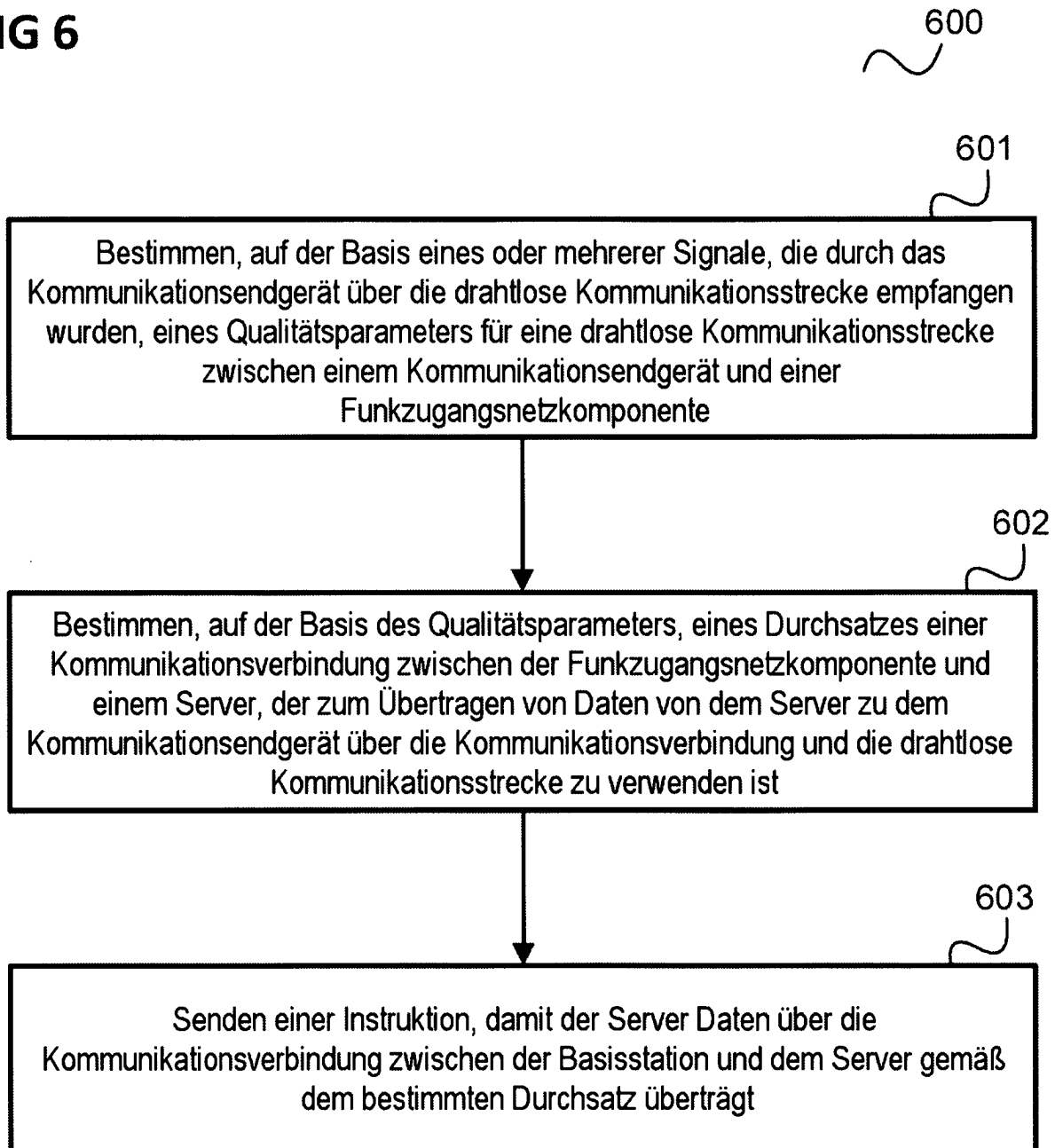


FIG 7

700

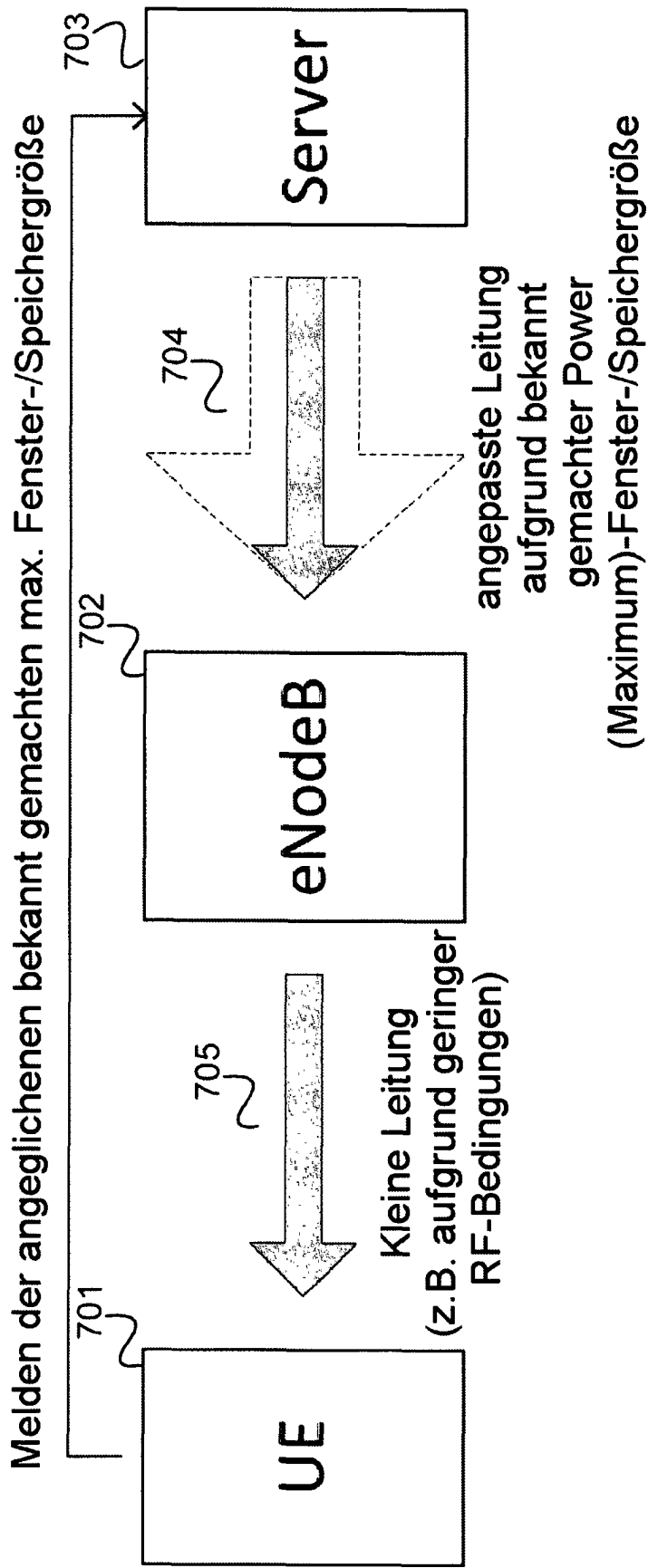


FIG 8

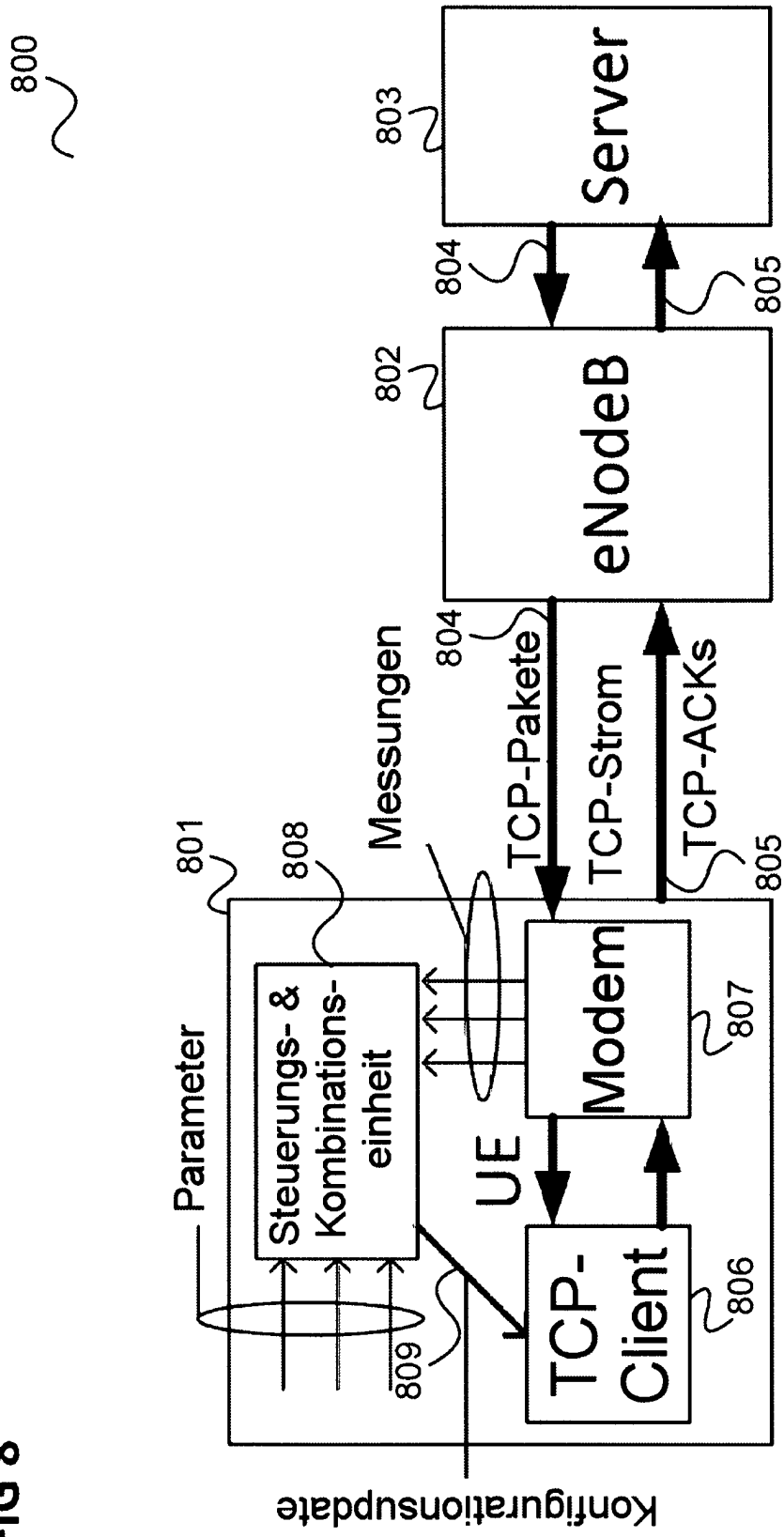


FIG 9

