



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 33 472 T2** 2006.08.03

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 907 300 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 33 472.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 118 516.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **30.09.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.04.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **15.02.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.08.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04Q 11/04** (2006.01)  
**H04L 12/56** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**26904997      01.10.1997      JP**

(73) Patentinhaber:

**Juniper Networks, Inc., Sunnyvale, Calif., US**

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &  
Schwanhäusser, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Kamiya, Satoshi, Minato-ku, Tokyo, JP**

(54) Bezeichnung: **Puffersteueranlage in einem ATM Netzwerk zur Änderung von Zellenübertragungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Dauer von Stau**

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**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Diese Erfindung betrifft ein Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk und insbesondere einen Pufferkontroller für einen verfügbaren Bitratenservice in dem Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk und ein Verfahren zum Steuern desselben.

## BESCHREIBUNG DES VERWANDTEN STANDS DER TECHNIK

**[0002]** Es wird ein verfügbarer Bitratenservice für einen asynchronen Übertragungsmodus in ATM (Asynchronous Transfer Mode) Forum Traffic Management Specification Version 4.1, 1996 vorgestellt. Eine zulässige Zellenrate bedeutet die Zellenübertragungsrate an einem Terminal, und sie wird dynamisch in Abhängigkeit von dem Status des Netzwerkes geändert. Die Zellenübertragungsrate wird durch eine Feedback-Steuerung in dem verfügbaren Bitratenservice verwaltet, und die Feedback-Steuerung verringert die bereitzustellenden Zellen. Somit strebt der verfügbare Bitratenservice die Bereitstellung gleichen Rechtes an, um jeden Teil des Netzwerkes zwischen Benutzern zu besetzen.

**[0003]** Der verfügbare Bitratenservice wird unten spezifiziert. In der folgenden Beschreibung wird die Bezeichnung "Terminal" nicht nur für tatsächliche Terminals für die Benutzer, sondern auch für virtuelle Sendeterminals und virtuelle Empfangsterminals, wie für eine virtuelle Quelle und ein virtuelles Ziel, die in der ATM Forum Traffic Management Specification Version 4.0 definiert sind, gebraucht.

**[0004]** [Fig. 1](#) veranschaulicht das Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk **1** des Stands der Technik. Eine Schalteinheit **2** ist in dem Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk **1** des Stands der Technik enthalten, und Terminals **3/4** sind an dem Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk **1** angeschlossen. Es sei angenommen, dass das Terminal **3** und das Terminal **4** eine Datenquelle bzw. ein Datenziel sind. Wenn das Terminal **3** dem Terminal **4** Daten übermittelt, sendet das Terminal **3** zuerst eine Forward Resource Management-Zelle, die in [Fig. 1](#) mit "FRM" abgekürzt wird, an die Schalteinheit **2**, und die Schalteinheit **2** sendet die Forward Resource Management-Zelle FRM zu dem Terminal **4**. Wenn das Terminal **4** die Forward Resource Management-Zelle FRM empfängt, sendet das Terminal **4** eine Backward Resource Management-Zelle, die in [Fig. 1](#) mit "BRM" abgekürzt wird, durch die Schalteinheit **2** zu dem Terminal **3** zurück. Die Schalteinheit **2** hat Teile von Statusdaten-Informationen, die für die Last des Netzwerkes **1** repräsentativ sind, und schreibt Steuerbits ER, ein Stauanzeigebit CI und ein Nicht-Erhö-

hen-Bit NI in die Forward Resource Management-Zelle FRM oder die Backward Resource Management-Zelle BRM. Die Steuerbits ER sind für eine explizite Rate repräsentativ, und die explizite Rate wird auf der Grundlage von dem gegenwärtigen Status des Netzwerkes **1** bestimmt. Das Stauanzeigebit zeigt an, ob das Netzwerk in einem Staustatus ist oder nicht, und das Nicht-Erhöhen-Bit NI zeigt an, ob es dem Terminal **3/4** erlaubt wird oder nicht, die Übertragungsrate zu erhöhen. Das Stauanzeigebit CI wird zwischen "1", einen Staustatus anzeigend, und "0", einen Nicht-Stau-Status anzeigend, geändert. Das Nicht-Erhöhen-Bit NI wird auch zwischen "1", Verbot, die Übertragungsrate zu erhöhen, anzeigend, und "0", Erlaubnis, die Übertragungsrate zu erhöhen anzeigend, geändert. Das Terminal **3** behält die Übertragungsrate der Datenzellen bei oder ändert sie auf der Grundlage von den Steuerbits, dem Stauanzeigebit und dem Nicht-Erhöhen-Bit NI, die in die Backward Resource Management-Zelle BRM geschrieben sind, und sendet Datenzellen mit der Datenübertragungsrate über die Schalteinheit **2** an das Terminal **4**. So führen die Terminals **3/4** die Datenübertragung unter der Steuerung der Schalteinheit durch.

**[0005]** Wie vorstehend beschrieben, werden eine virtuelle Quelle und ein virtuelles Ziel für den verfügbaren Bitratenservice definiert. Die virtuelle Quelle und das virtuelle Ziel befinden sich in dem Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk und fungieren virtuell als Terminals. In anderen Worten verarbeiten die virtuelle Quelle und das virtuelle Ziel virtuell die Forward Resource Management-Zelle FRM und die Backward Resource Management-Zelle BRM und unterteilen die Übertragungssteuerschleife für die Forward/Backward Resource Management-Zellen in Segmente. Die Unterteilung in die Segmente ist wünschenswert, weil die Segmente die Übertragung der Steuerdateninformationen beschleunigen. Die Beschleunigung der Übertragung resultiert in einer Verbesserung der Ratensteuereigenschaften in dem Terminal **3**.

**[0006]** [Fig. 2](#) veranschaulicht ein anderes Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk **10** des Stands der Technik für den verfügbaren Bitratenservice, und das Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk **10** des Stands der Technik stellt eine Datenübertragungsteuerschleife zwischen Terminals **11/12** zur Verfügung. In der folgenden Beschreibung wird eine Kombination der virtuellen Quelle VS und des virtuellen Ziels VD als "virtuelles Terminalmodul" bezeichnet, und eine Position näher an einem Sendeterminal und eine andere Position näher an einem Empfangsterminal werden als "stromaufwärts liegende Seite" bzw. "stromabwärts liegende Seite" bezeichnet.

**[0007]** Zwei virtuelle Terminalmodule **13/14** werden in die Übertragungssteuerschleife eingesetzt und un-

terteilen die Datenübertragungsteuerschleife in Segmente **15a/15b/15c**. Das Terminal **11** kommuniziert mit dem virtuellen Terminalmodul **14**, und es werden eine Forward Resource Management-Zelle FRM1 und eine Backward Resource Management-Zelle BRM1 für die Übertragungssteuerung dazwischen benutzt. Die virtuellen Terminalmodule **13** und **14** kommunizieren miteinander, indem sie eine Forward Resource Management-Zelle FRM2 und eine Backward Resource Management BRM2 verwenden. Das virtuelle Terminalmodul **14** kommuniziert mit dem Terminal **12**, und es werden eine Forward Resource Management-Zelle FRM3 und eine Backward Resource Management-Zelle BRM3 für die Übertragungssteuerung dazwischen benutzt. Die Datenübertragung wird von dem Terminal **11** über die virtuellen Terminalmodule **13/14** zu dem Terminal **12** durchgeführt, und die Datenübertragungsrate wird zwischen den Segmenten **15a/15b/15c** verändert.

**[0008]** In den Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerken **1/10** des Stands der Technik veranlassen ein Stoßverkehr von mehreren Terminals, eine Veränderung des Bereichs, der für die Datenübertragung verfügbar ist, und eine Veränderung der Übertragungsrate wegen eines Staus an einem Terminal die Schalteinheit **2** und das virtuelle Terminalmodul **13/14** dazu, eine große Menge von zu übertragenden Datenzellen anzusammeln, und es werden Zellenpuffer in der Schalteinheit **2** und dem virtuelle Terminalmodul **13/14** zur Verfügung gestellt, um die Datenzellen vorübergehend zu speichern. Wenn die Datenzellen in dem Zellenpuffer angesammelt werden, treten die Schalteinheit und das virtuelle Terminalmodul in einen Staustatus ein. Folglich erfordern die Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerke **1/10** des Stands der Technik einen Pufferkontroller, um den Zellenpuffer an dem Staustatus zu hindern.

**[0009]** Die japanische Patentveröffentlichung der ungeprüften Anmeldung Nr. 8-223174 lehrt einen Kontroller für die Zellenpuffer. Entsprechend der japanischen Patentveröffentlichung der ungeprüften Anmeldung überwacht der Staudetektor den Pufferspeicher, um zu erkennen, wie viele Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen in eine Warteschlange kommen. Wenn die Warteschlange eine vorbestimmte Länge erreicht oder eine Asynchroner-Übertragungsmodus-Zelle den Pufferspeicher zum Überlauf bringt, bestimmt der Kontroller, dass das Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk in einen Staustaus eintritt und benachrichtigt mehrere Pfade, die aus einer Verbindungstabelle tritt und benachrichtigt mehrere Pfade, die aus einer Verbindungstabelle ausgewählt werden. Somit ist das Kriterium die Warteschlangenlänge oder die Anzahl der Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen, die in dem Pufferspeicher gespeichert werden.

**[0010]** Ein anderes Verfahren für das Steuern des

Staustatus wird in der japanischen Patentveröffentlichung der ungeprüften Anmeldung Nr. 7-183886 offenbart. Entsprechend der japanischen Patentveröffentlichung der ungeprüften Anmeldung werden zwei Paare von Schwellenwerten, d.h. vier Schwellenwerte, dem Puffer in jedem Knoten gegeben, und der Puffer wird überwacht, um zu erkennen, ob oder ob nicht die Warteschlange irgendeinen der Schwellenwerte erreicht. Das erste Paar der Schwellenwerte bietet eine Grenze für eine Mitteilung des Staustatus an ein empfangendes Terminal und eine Grenze für die Erholung von demselben, und das zweite Paar der Schwellenwerte bietet eine Grenze für eine Unterbrechung der Zellenübertragung von einem sendenden Terminal und eine Grenze für eine Wiederaufnahme von demselben an. Somit ist die Warteschlangenlänge oder die Anzahl von Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen das Kriterium für den Staustatus.

**[0011]** Noch ein weiteres Stausteuerverfahren wird in der japanischen Patentveröffentlichung der ungeprüften Anmeldung Nr. 7-95212 offenbart. Entsprechend der japanischen Patentveröffentlichung der ungeprüften Anmeldung wird jeder Asynchroner-Übertragungsmodus-Zelle entweder eine hohe oder eine niedrige Priorität zugewiesen. Wenn die Warteschlange in dem First-In-First-Out-Puffer eine vorbestimmte Länge erreicht, wird die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zelle niedriger Priorität verworfen. Das Kriterium für den Staustatus ist die Warteschlangenlänge oder die Anzahl an Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen, die in dem First-In-First-Out-Puffer gespeichert sind.

**[0012]** Noch ein weiteres Stausteuerverfahren wird in der japanischen Patentveröffentlichung der ungeprüften Anmeldung Nr. 6-30019 offenbart. Der Lastmanager überwacht den gemeinsamen Pufferspeicher, um zu erkennen, ob die Höchstzahl von Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet oder nicht. Wenn die Höchstzahl den Schwellenwert überschreitet, erkennt der Lastmanager den Staustatus. Somit ist das Kriterium für den Staustatus die Warteschlangenlänge oder die Anzahl von Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen, die in dem gemeinsamen Pufferspeicher gespeichert sind.

**[0013]** Das Dokument WO-A-9519077 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren für eine ATM-Endsystem-Zellenfluss-Regulation zum Einstellen und Überwachen des Zellenflusses für jede ATM-Verbindung, die aus dem Endsystem ausgeht (Beschreibungsseite 4, Zeilen 7–10). Es werden die Stau-Feedback-Informationen von einem Staustatusermittler zum Bestimmen des Staustatus verwendet. Stau-Feedback-Informationen werden typischer Weise zumindest von einem von dem Quellkantenknoten, dazwischenliegenden Knoten, Zielkanten-

knoten und dem Zielendsystem (Beschreibungsseite 4, Zeilen 24–29) bereitgestellt.

**[0014]** Weiterhin beschreibt das Dokument EP-A-0 661 851 (NEC Corporation) ein Netzwerksystem, in dem Informationsblöcke asynchron über eine Mehrzahl an Kanälen übertragen werden, und ein Stausteuerungsverfahren, das auf der Grundlage der Länge einer Warteschlange in jedem Knoten in einem Asynchroner-Übertragungsmodus (ATM)-Netzwerk durchgeführt wird. Bei diesem Stausteuerungsverfahren wird, wenn eine Warteschlangenlänge eines Knotens (**102**, **103**, **110**, **111**) in einem virtuellen Kanal, der in einem ATM-Netzwerk eingerichtet ist, einen ersten Schwellenwert oder mehr erreicht, ein Quellterminal (**101**) in dem virtuellen Kanal angewiesen, eine Übertragungsrate zu verringern. Wenn die Warteschlangenlänge einen zweiten Schwellenwert oder mehr erreicht, der größer als der erste Schwellenwert ist, wird die Übertragung von Datenzellen von den vorhergehenden Knoten oder Quellterminals zu dem Flaschenhalsknoten angehalten ([Fig. 1](#), Sp. 2, Zeilen 26–35).

**[0015]** Das Verfahren der Verringerung der Übertragungsrate von dem Quellterminal umfasst eine erste Weise, in der Staudaten zu dem Header einer Datenzelle addiert werden, die durch einen Knoten läuft, in dem die Datenzellenwarteschlange den ersten Schwellenwert oder mehr erreicht, und das Zielterminal, das die Datenzelle empfangen hat, die die Staudaten enthält, sendet eine ratenverringemde Steuerzelle über das Netzwerk an das Quellterminal. Auf eine zweite Weise wird in einem Knoten, in dem die Datenzellenwarteschlange den ersten Schwellenwert oder mehr erreicht, eine ratenverringemde Steuerzelle erzeugt und zu dem Quellterminal übertragen. Wenn es die ratenverringemde Steuerzelle empfängt, verringert das Quellterminal die Übertragungsrate von Datenzellen (Sp. 2, Zeilen 36–56).

**[0016]** Verschiedene Rechenverfahren für die Zellenübertragungsrate sind für den Schalter für den verfügbaren Bitratenservice vorgeschlagen worden, und die ATM Forum Traffic Management Specification Version 4.0 schlägt ein Beispiel vor. Die Steuereigenschaften für den Staustatus sind jedoch in den vorgeschlagenen Rechenverfahren unterschiedlich. Die Schnelligkeit der Ratenänderung in der Übertragungsphase, eine Amplitude von Oszillationen in der Ratenänderung in einem stabilen Zustand und die Verarbeitungsgeschwindigkeit für die Warteschlange in dem Puffer sind Beispiele für die Steuereigenschaften. Nur ein Rechenverfahren wird in der Schalteinheit **2** des vorherigen Stands der Technik eingesetzt, und die Zellenübertragungsrate wird einheitlich durch das Verfahren unabhängig von dem Grad des Staus und der Dauer des Staustatus bestimmt.

**[0017]** Wie vorstehend beschrieben, wird in den Steuerverfahren des vorherigen Stands der Technik die Warteschlangenlänge mit einem Schwellenwert verglichen, um festzustellen, ob ein Staustatus vorliegt oder nicht. Ein Problem, das bei den Steuerverfahren des vorherigen Stands der Technik auftritt, liegt darin, dass die Zellenübertragungsrate zu klein ist, um die Erholung des Kanals von dem Staustatus schnell zu erreichen. Im Einzelnen wird, wenn ein Kanal in den Staustatus eintritt, die Zellenübertragungsrate auf einen vorbestimmten Wert verringert. Wenn die Warteschlangenlänge nah an dem Schwellenwert nach Eintritt in den Staustatus ist, ist die vorbestimmte Zellenübertragungsrate zu klein, um die Erholung des Kanals von dem Staustatus schnell zu erreichen. Des Weiteren benachrichtigt, wenn ein Sendeterminale die Übertragung von Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen zu dem Puffer mit einer Warteschlangenlänge vollendet, die den Schwellenwert leicht überschreitet, der Controller des vorherigen Stands der Technik das Sendeterminale über den Staustatus, um die Zellenübertragungsrate zu verringern. Obgleich der Kanal sich nach und nach aus von dem Staustatus erholt, beginnt das Sendeterminale erneute die Übertragung von Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen mit der verringerten Zellenübertragungsrate.

**[0018]** Ein anderes Problem stellt der unerwartete Überlauf von Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen dar. Es wird angenommen, dass der Puffer für eine lange Zeit die Warteschlange leicht unterhalb des Schwellenwerts vergrößert und verkleinert. Der Controller des vorherigen Stands der Technik teilt dem Sendeterminale den Staustatus nicht mit und hält die Zellenübertragungsrate konstant. In dieser Situation kann, wenn der Stoßverkehr stattfindet, der Puffer nicht sämtliche Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen speichern, und ein Teil der Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen lässt den Puffer überlaufen. Somit können die Controller des vorherigen Stands der Technik trotz des verfügbaren Bitratenservices kein niedriges Zellenverlustverhältnis erzielen.

**[0019]** Noch ein anderes Problem tritt in dem Steuersystem mit einem gemeinsamen Puffer durch die Ungleichmäßigkeit unter den virtuellen Verbindungen auf. In diesem Fall werden an den virtuellen Verbindungen virtuelle Warteschlangen gebildet. Es besteht die Möglichkeit, dass eine bestimmte virtuelle Verbindung den gesamten gemeinsamen Puffer besetzt. In dieser Situation sind Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen dafür verantwortlich, dass der Puffer an einer anderen virtuellen Verbindung überläuft. Der Überlauf verursacht verlorene Zellen. Andererseits wird die Zellenübertragungsrate drastisch verringert, um die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen an dem Überlauf zu hindern. So findet die Ungleichmäßigkeit zwischen den virtuellen Verbindungen statt.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0020]** Es ist folglich ein wichtiges Ziel der vorliegenden Erfindung, einen Controller bereitzustellen, der ein Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk einen hohen Durchsatz erreichen lässt, ohne dass es zu Lasten des Zellenverlustverhältnisses geht.

**[0021]** Es ist auch ein wichtiges Ziel der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Steuern eines verfügbaren Bitratenservices für einen hohen Durchsatz, ohne dass es zu Lasten des Zellenverlustverhältnisses geht, zur Verfügung zu stellen.

**[0022]** Um das Ziel zu erreichen, schlägt die vorliegende Erfindung vor, eine Zellenübertragungsrate in Abhängigkeit von einer seit dem Eintritt in einen Staustatus vergangenen Zeitspanne zu ändern.

**[0023]** In Übereinstimmung mit einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Puffercontroller, der betriebsfähig ist, Datenzellen von einem sendenden Terminal zu einem empfangenden Terminal zu übertragen, die beide in einem Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk für einen verfügbaren Bitratenservice, der einen Zellenpuffer zum zeitweiligen Speichern für mindestens eine Warteschlange der Zellen umfasst, enthalten sind, eine Beurteilungseinrichtung zum Feststellen eines gegenwärtigen Grads eines Staustatus in dem Zellenpuffer auf der Grundlage von einer Zeitspanne, die nach dem Eintritt in den Staustatus vergangen ist, und der genannten Länge der Warteschlange, eine Recheneinrichtung für die Berechnung von Zellenübertragungsraten, die zu einander verschieden sind, durch unterschiedliche Algorithmen, und eine Wahleinrichtung, die auf ein Steuersignal reagiert, das für den gegenwärtigen Grad des Staustatus repräsentativ ist, um die Recheneinrichtung zu veranlassen, eine der Zellenübertragungsraten an das Sendeterminal zu liefern, zur Verfügung gestellt.

**[0024]** In Übereinstimmung mit einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Steuern einer Zellenübertragung von einem sendenden Terminal zu einem empfangenden Terminal zur Verfügung gestellt, die beide in einem Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk für einen verfügbaren Bitratenservice enthalten sind, das die Schritte des Überprüfens einer Warteschlange von Zellen, um zu erkennen, ob oder ob nicht eine Warteschlangenlänge einen Staustatus anzeigt, des Zählens einer Zeitspanne, die nach Eintritt in den Staustatus vergangen ist, des Feststellens eines gegenwärtigen Grads des Staustatus auf der Grundlage der Warteschlangenlänge und der vergangenen Zeitspanne, des Ändern einer Zellenübertragungsrate auf einen Wert, der für den gegenwärtigen Grad des Staustatus geeignet ist, und des Benachrichtigens des sendenden Terminals über den Wert der Zellen-

übertragungsrate, um die Menge der Zellen zu verändern, die pro Zeiteinheit von dem sendenden Terminal geliefert werden, umfasst.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0025]** Die Eigenschaften und die Vorteile des Controllers und des Verfahrens werden deutlicher aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen verständlich, in denen:

**[0026]** [Fig. 1](#) eine schematische Ansicht ist, die das Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk des vorherigen Stands der Technik für den verfügbaren Bitratenservice zeigt;

**[0027]** [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm ist, welches das Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk des vorherigen Stands der Technik mit der Datenübertragungsteuerschleife zeigt, die in die Segmente unterteilt ist;

**[0028]** [Fig. 3](#) ein Blockdiagramm ist, welches die Schaltungsanordnung für einen Puffercontroller entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0029]** [Fig. 4](#) eine Ansicht ist, welche die Steuerungssequenz für die Berechnung einer Zellenübertragungsrate zeigt, die in dem Puffercontroller durchgeführt wird;

**[0030]** [Fig. 5](#) ein Blockdiagramm ist, welches die Schaltungsanordnung für einen anderen Puffercontroller entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0031]** [Fig. 6](#) eine Ansicht ist, die eine andere Steuerungssequenz für die Berechnung einer Zellenübertragungsrate zeigt, die in den beiden Puffercontroller durchgeführt wird;

**[0032]** [Fig. 7](#) eine Ansicht ist, die noch eine andere Steuerungssequenz für die Berechnung einer Zellenübertragungsrate, die in den beiden Puffercontroller durchgeführt wird, zeigt;

**[0033]** [Fig. 8](#) eine Ansicht ist, die noch eine andere Steuerungssequenz für die Berechnung einer Zellenübertragungsrate zeigt, die in den beiden Puffercontroller durchgeführt wird;

**[0034]** [Fig. 9](#) eine Ansicht ist, die eine weitere Steuerungssequenz für die Berechnung einer Zellenübertragungsrate zeigt, die in den beiden Puffercontroller durchgeführt wird;

**[0035]** [Fig. 10](#) ein Blockdiagramm ist, welches die Schaltungsanordnung für noch einen anderen Puffercontroller entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0036] [Fig. 11](#) ein Blockdiagramm ist, das die Schaltungsanordnung für noch einen anderen Pufferkontroller entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt.

## BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

### Erste Ausführungsform

[0037] Mit Bezug auf [Fig. 3](#) der Zeichnungen ist ein Pufferkontroller **21**, der die vorliegende Erfindung verkörpert, zwischen einem sendenden Terminal **22** und einem empfangenden Terminal **23** angeschlossen. Schalteinheiten SW10 und SW11 werden zwischen dem Pufferkontroller **21** und dem senden/empfangenden Terminal **22/23** in dem verfügbaren Bitratenservice eingesetzt. Pfeil AR1 zeigt eine Richtung von dem sendenden Terminal **22** zu dem empfangenden Terminal **23** an und wird als "Vorwärtsrichtung" bezeichnet. Andererseits zeigt Pfeil AR2 die zu der Vorwärtsrichtung entgegengesetzte Richtung an und wird als "Rückwärtsrichtung" bezeichnet.

[0038] Der Pufferkontroller **21** schließt einen Eingangsport **21a**, der mit dem sendenden Terminal **22** verbunden ist, einen Ausgangsport **21b**, der mit dem empfangenden Terminal **23** verbunden ist, und einen Zellenpuffer **21c**, der zwischen dem Eingangsport **21a** und dem Ausgangsport **21b** angeschlossen ist, ein. Der Zellenpuffer **21c** besitzt einen Eingangsport **21d**, der mit dem Eingangsport **21a** verbunden ist, und einen Ausgangsport **21e**, der mit dem Ausgangsport **21b** verbunden ist. Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen werden von dem sendenden Terminal **22** an den Zellenpuffer **21c** geliefert und werden in dem Zellenpuffer **21c** von einem Speicherbereich, der dem Ausgangsport **21b** am nächsten liegt, bis zu einem Speicherbereich, der am weitesten von dem Ausgangsport **21b** entfernt liegt, angesammelt. Folglich wird die erste Asynchroner-Übertragungsmodus-Zelle in dem Speicherbereich gespeichert, der dem Ausgangsport **21b** am nächsten ist, und die letzte Asynchroner-Übertragungsmodus-Zelle wird in einem Speicherbereich gespeichert, der näher an dem Eingangsport **21d** als die Speicherbereiche liegt, die durch die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen besetzt sind. Die erste Asynchroner-Übertragungsmodus-Zelle wird zuerst von dem Speicherbereich an den Ausgangsport **21e** ausgegeben. Somit besitzt der Zellenpuffer **21c** einen First-In-First-Out- Puffer, und die Zellen bilden Warteschlangen für virtuelle Verbindungen in dem First-In-First-Out- Puffer. Die Warteschlange ändert die Länge von dem Speicherbereich, der dem Ausgangsport **21e** am nächsten ist, und der Zellenpuffer **21** erzeugt ein Steuerdatensignal CTL1, das für die Warteschlangenlänge für jede virtuelle Verbindung repräsentativ ist, und dementsprechend den Teil des internen Staustatus.

[0039] Der Pufferkontroller **21** schließt weiter eine Steuereinheit **21f** der Ausgaberate, die für den Ausgangsport **21e** bereitgestellt wird, einen Timer **21g**, der mit dem Zellenpuffer **21c** verbunden ist, mehrere Recheneinheiten **21h/21j/21k**, die mit dem Zellenpuffer **21c** verbunden sind, und eine externe Informationsquelle, wie einen Puffer-Kontroller **23a**, und eine Wahleinrichtung **21m**, die mit dem Timer **21g** und den Recheneinheiten **21h** bis **21k** verbunden ist, ein.

[0040] Die Steuereinheit **21f** der Ausgaberate berücksichtigt den Teil der internen Staustatusinformationen, der durch das Steuerdatensignal CTL1 dargestellt wird, und Teile der Netzwerk-Staustatusinformationen, die durch ein anderes Steuerdatensignal CTL2 dargestellt werden, um eine Zellenübertragungsrate zu verändern. Das Steuerdatensignal CTL2 wird an die Steuereinheit **21f** der Ausgaberate in Form der Backward Resource Management-Zelle geliefert. Auch wenn die Backward Resource Management-Zelle von dem empfangenden Terminal **23** geliefert wird, enthält sie die Teile der Netzwerk-Staustatusinformationen, über die von der Schalteinheit SW11 und anderen Schalteinheiten (nicht gezeigt) benachrichtigt wird.

[0041] Der Timer **21c** speichert mehrere Schwellenwerte Q1, Q2... und Qn für die Warteschlangenlänge und einen Schwellenwert Tth für Zeitüberschreitungen. Die mehreren Schwellenwerte Q1 bis Qn sind für Grade des Staustatus repräsentativ. Der Schwellenwert Q2 ist größer als der Schwellenwert Q1 und kleiner als der Schwellenwert Qn, und die Schwellenwerte Q1 bis Qn beziehen sich auf die Recheneinheiten **21h**, **21j** ... bzw. **21k**. Der Timer **21g** vergleicht die Warteschlangenlänge für jede virtuelle Verbindung mit den Schwellenwerten Q1/Q2/Qn, um zu erkennen, ob die Warteschlangenlänge die Schwellenwerte Q1/Q2/Qn überschreitet oder nicht. Wenn die Warteschlangenlänge die Schwellenwerte Q1/Q2/Qn überschreitet, beginnt der Timer **21g** Zeitüberschreitungen an den Schwellenwerten Q1/Q2/Qn zu zählen. Die Zeitüberschreitungen von den Schwellenwerten Q1/Q2/Qn werden durch T1, T2 bzw. Tn ausgedrückt. In diesem Fall ist der Schwellenwert Tth für die Zeitüberschreitungen T1/T2/Tn derselbe. Der Timer **21c** vergleicht die Zeitüberschreitungen T1/T2/Tn mit dem Schwellenwert Tth, um zu erkennen, ob die Zeitüberschreitungen T1/T2/Tn den Schwellenwert Tth überschreiten oder nicht. Wenn die Zeitüberschreitungen T1/T2/Tn den Schwellenwert Tth überschreiten, erzeugt der Timer **21g** ein Steuersignal CTL4, das für das Überschreiten des Schwellenwerts Tth repräsentativ ist, und liefert das Steuersignal CTL4 an die Wahleinrichtung **21m**. Während die Warteschlange verkürzt wird, erzeugt der Timer **21g** das Steuersignal CTL4 an jedem der Schwellenwerte Q1 zu Qn. Folglich repräsentiert das Steuersignal CTL4 weiterhin eine Abnahme zu jedem Schwellenwert Q1-Qn.

**[0042]** Die Recheneinheiten **21h/21j/21k** haben jeweilige Algorithmen für die Berechnung der Zellenübertragungsrate, und die Algorithmen sind untereinander verschieden. Das Steuersignal CTL1 wird an die Recheneinheiten **21h/21j/21k** geliefert, und ein Steuerdatensignal CTL5 wird weiterhin von dem Pufferkontroller **23a** an die Recheneinheiten **21h/21j/21k** geliefert. Das Steuerdatensignal CTL5 ist für Teile von Dateninformationen repräsentativ, die für die Berechnung der Zellenübertragungsrate verwendet werden. Die Recheneinheiten **21h/21j/21k** errechnen der Zellenübertragungsrate durch die Algorithmen und erzeugen Steuerdatensignale ER1, ER2 ... und ERn, die für die Werte der Zellenübertragungsrate bzw. der expliziten Rate repräsentativ sind. Wenn die Recheneinheiten **21h** bis **21k** die Zellenübertragungsrate auf der Grundlage derselben Warteschlangenlänge und derselben Teile von Dateninformationen errechnen, wird der Wert der Zellenübertragungsrate in der Reihenfolge von dem Steuerdatensignal ER1 zu dem Steuerdatensignal ERn gesenkt. In der folgenden Beschreibung werden die Recheneinheiten **21h** und **21j** als "erste Recheneinheit" bzw. "zweite Recheneinheit" bezeichnet, und die Recheneinheit **21k** wird als "n-te Recheneinheit" bezeichnet.

**[0043]** Die Wahleinrichtung **21m** reagiert auf das Steuerdatensignal CTL4, um festzustellen, welche Recheneinheit **21h** bis **21k** die geeignetste zum Errechnen der Zellenübertragungsrate ist. Die Wahleinrichtung **21m** erzeugt Auswahlsignale CS1, CS2, ... und CSn, die für die Änderung von einer Recheneinheit zu einer anderen repräsentativ sind, und liefert die Auswahlsignale CS1 bis CSn an die jeweiligen Recheneinheiten **21h** bis **21k**. Das Steuerdatensignal ER1/ER2/ERn von der ausgewählten Recheneinheit wird, als ein Steuersignal ERnew, das für eine explizite Rate repräsentativ ist, an den Pufferkontroller **22a** des sendenden Terminals **22** geliefert.

**[0044]** Im weiteren erfolgt eine Beschreibung des Verhaltens des Pufferkontrollers **21** unter der Annahme, dass die k-te Recheneinheit das Steuerdatensignal ERnew an den Pufferkontroller **22a** liefert. Auch wenn es in [Fig. 3](#) nicht gezeigt ist, so befindet sich die k-te Recheneinheit zwischen der Recheneinheit **21j** und der Recheneinheit **21k**, und es wird ein Auswahlsignal CSk von der Wahleinrichtung **21m** an die k-te Recheneinheit geliefert. Ein Schwellenwert Qk entspricht der k-ten Recheneinheit, und eine Zeitüberschreitung Tk stellt die Zeitspanne dar, die von der Schwelle Qk an vergangen ist.

**[0045]** Das sendende Terminal **22** liefert mehrmals hintereinander Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen an den Zellenpuffer **21c**, und die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen werden darin angesammelt. Die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen treten in die Warteschlange ein und er-

höhten die Warteschlangenlänge Q. Der Zellenpuffer **21c** benachrichtigt den Timer **21g** durch das Steuerdatensignal CTL1 über die Warteschlangenlänge Q. Wenn die Warteschlangenlänge Q den Schwellenwert Qk überschreitet, beginnt der Timer die Zählung und zählt die Zeitüberschreitung Tk hoch.

**[0046]** Wenn die Zeitüberschreitung Tk über den Schwellenwert Tth hinausgeht, liefert der Timer das Steuersignal CTL4, das für die Überschreitung des Schwellenwerts Tth repräsentativ ist, an die Wahleinrichtung **21m**, und die Wahleinrichtung ändert das Auswahlsignal CSk auf ein inaktives Niveau und das Auswahlsignal CSk + 1 auf ein aktives Niveau. Das Auswahlsignal CSk + 1 veranlasst die (k + 1)-te Recheneinheit, das Steuerdatensignal ERnew an den Pufferkontroller **22a** zu liefern. Infolgedessen wird die Zellenübertragungsrate verringert, und die Warteschlangenlänge Q in dem Zellenpuffer **21c** wird kürzer. Wenn die Warteschlangenlänge Q auf den Schwellenwert Qk verringert worden ist, liefert der Timer das Steuersignal CTL, das für die Abnahme auf den Schwellenwert Qk repräsentativ ist, und die Wahleinrichtung **21m** ändert das Auswahlsignal CSk + 1 auf das inaktive Niveau und das Auswahlsignal CSk auf das aktive Niveau. Infolgedessen wird das Steuerdatensignal ERnew von der k-ten Recheneinheit anstelle von der (k + 1)-ten Recheneinheit geliefert.

**[0047]** Auf der anderen Seite verlängern, selbst nachdem von der k-ten Recheneinheit zu der (k + 1)-ten Recheneinheit gewechselt worden ist, die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen weiterhin die Warteschlange. Wenn die Warteschlangenlänge Q den Schwellenwert Qk + 1 überschreitet, beginnt der Timer **21g** wieder die Zeitüberschreitung Tk + 1 zu zählen und die Zeitüberschreitung Tk + 1 hochzuzählen. Wenn die Zeitüberschreitung Tk + 1 den Schwellenwert Tth erreicht, liefert der Timer **21g** das Steuersignal CTL4, das für die Überschreitung der Schwelle Qk + 1 repräsentativ ist, an die Wahleinrichtung **21m**. Dann ändert die Wahleinrichtung **21m** das Auswahlsignal CSk + 1 auf das inaktive Niveau und das Auswahlsignal CSk + 2 auf das aktive Niveau. Infolgedessen liefert die (k + 2)-te Recheneinheit das Steuerdatensignal ERnew an den Pufferkontroller **22a**.

**[0048]** Wie erkannt werden wird, wechselt der Pufferkontroller **21** der Reihe nach die Recheneinheit, wie durch die Pfeile angezeigt, die in [Fig. 4](#) gezeigt werden, und die Zellenübertragungsrate wird in Abhängigkeit von der nach dem Eintritt in den Staustatus vergangenen Zeitspanne geändert. Wenn der Staustatus niedrig ist, wird die Übertragungsrate leicht verringert, und das Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk hält den Durchsatz verhältnismäßig hoch. Andererseits wird, wenn der Staustatus schwerwiegend ist, die Übertragungsrate stufen-

weise verringert, und es wird verhindert, dass der Zellenpuffer **21c** überläuft.

**[0049]** Insbesondere setzen die Recheneinheiten **21h** zu **21k** unterschiedliche Algorithmen für die Berechnung der Zellenübertragungsrate ein, und die Algorithmen werden angenommen, um die Warteschlangenlänge auf die dazugehörigen Schwellenwerte  $Q_1$  bis  $Q_n$  zu zwingen. Dieses ergibt das Steuerdatensignal  $ER_{new}$ , das gegen den Staustatus in dem verfügbaren Bitratenservice wirkungsvoll ist.

**[0050]** In dem Zellenpuffer **21c** werden die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen für jede der virtuellen Verbindungen verwaltet. Selbst wenn eine Warteschlange für eine virtuelle Verbindung in den Staustatus eintritt, wird die Zellenübertragungsrate stufenweise zusammen mit der vergangenen Zeitspanne erhöht, und die Warteschlange erholt sich schnell von dem Staustatus. Aus diesem Grund wird der Zellenpuffer **21c** schnell von der virtuellen Verbindung gelöst, und der Zellenpuffer **21c** wird gleichmäßig zwischen den virtuellen Verbindungen aufgeteilt.

**[0051]** Schließlich aktiviert die Wahleinrichtung **21m** selektiv die Recheneinheiten **21h** bis **21k**. Dies heißt, dass nicht-vorgewählte Recheneinheiten die Übertragungsrate nicht berechnen. Somit arbeitet nur eine Recheneinheit für die Zellenübertragungsrate, und elektrische Energie wird gespart.

#### Zweite Ausführungsform

**[0052]** **Fig. 5** veranschaulicht einen anderen Pufferkontrolller **31**, der die vorliegende Erfindung verkörpert. Die Bestandteile des Pufferkontrollers **31** sind denen des Pufferkontrollers **21**, ausgenommen einer Wahleinrichtung **31a**, ähnlich. Aus diesem Grund sind die anderen Bestandteile mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, die entsprechende Bestandteile des Pufferkontrollers **21** ohne ausführliche Beschreibung kennzeichnen.

**[0053]** Die Recheneinheiten **21h** bis **21k** errechnen zu allen Zeiten die Zellenübertragungsraten, um die Steuerdatensignale  $ER_1$  bis  $ER_n$  zu verändern und liefern die Steuerdatensignale  $ER_1$  bis  $ER_n$  an die Wahleinrichtung **31a**. Aus diesem Grund wählt die Wahleinrichtung **31a** nur eines der Steuerdatensignale  $ER_1$  bis  $ER_n$  in Reaktion auf das Steuersignal  $CTL_4$  aus. Wenn auch der elektrische Energieverbrauch größer als der des Pufferkontrollers **21** ist, so ändert der Pufferkontrolller **31** das Steuerdatensignal  $ER_{new}$  schneller als der Pufferkontrolller **21**.

**[0054]** Der Pufferkontrolller **31** ändert die Zellenübertragungsrate ähnlich zu dem Pufferkontrolller **21** in der Reihenfolge, die in **Fig. 4** gezeigt wird. Eine andere Steuerungssequenz, die in **Fig. 6** gezeigt wird, ist für jeden der Pufferkontrolller **21/31** verfügbar. In

der Steuerungssequenz, die in **Fig. 6** gezeigt ist, beginnt, wenn der Pufferkontrolller **21/31** die Zellenübertragungsrate erhöht, der Timer **21g** damit, die Zeitüberschreitung  $T_k$  an der Schwelle  $Q_k$  zu zählen, und die Wahleinrichtung **21m/31a** wechselt die Recheneinheit, ähnlich der Steuerungssequenz, die in **Fig. 4** gezeigt ist, von der  $k$ -ten Recheneinheit zu der  $(k + 1)$ -ten Recheneinheit. Jedoch ist die Verringerung der Zellenübertragungsrate zu der der Steuerungssequenz unterschiedlich, die in **Fig. 4** gezeigt wird. Im Detail wird, wenn das sendende Terminal **22** die Zellenübertragungsrate verringert, die Warteschlangenlänge  $Q$  verkürzt, und sie erreicht den Schwellenwert  $Q_k$ . Jedoch liefert der Timer **21g** nicht sofort das Steuersignal  $CTL_4$ , das für das Erreichen der Schwelle  $Q_k$  repräsentativ ist, an die Wahleinrichtung **21m/31a**, sondern beginnt damit, die Zeitüberschreitung  $T_{k_u}$  zu zählen. Wenn die Warteschlangenlänge  $Q$  nicht wieder den Schwellenwert  $Q_k$  bis zu dem Schwellenwert  $T_{th}$  überschreitet, wechselt die Wahleinrichtung **21m/31a** die Recheneinheit von  $(k + 1)$ -ten zu der  $k$ -ten. Die Steuerungssequenz, die in **Fig. 6** gezeigt wird, wird kaum durch eine kurzzeitige Zunahme der Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen beeinflusst und stabilisiert die Übertragung der Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen mehr als die Steuerungssequenz, die in **Fig. 4** gezeigt wird.

**[0055]** Eine noch andere Steuerungssequenz ist in **Fig. 7** gezeigt. Der Timer **21g** hat einen ersten Satz Schwellenwerte  $Q_{1_o}$  bis  $Q_{n-1_o}$  und einen zweiten Satz Schwellenwerte  $Q_{n-1_u}$  bis  $Q_{1_u}$ . Die Schwellenwerte  $Q_{1_o}$  bis  $Q_{n-1_o}$  sind größer als die entsprechenden Schwellenwerte  $Q_{n-1_u}$  bis  $Q_{1_u}$ . Der Timer **21g** benutzt den ersten Satz der Schwellenwerte  $Q_{1_o}$  bis  $Q_{n-1_o}$  während der Zunahme der Warteschlangenlänge  $Q$  und den zweiten Satz der Schwellenwerte  $Q_{n-1_u}$  bis  $Q_{1_u}$  während der Abnahme der Warteschlangenlänge  $Q$ . Somit bieten die zwei Sätze der Schwellenwerte  $Q_{1_o}$  bis  $Q_{n-1_o}$  und  $Q_{n-1_u}$  bis  $Q_{1_u}$  eine Hysterese der Steuerungssequenz an.

**[0056]** Unter der Annahme nun, dass der Pufferkontrolller **21/31** das sendende Terminal **22** durch die Steuerungssequenz, die in **Fig. 7** gezeigt ist, steuert, verlängern die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen die Warteschlange, und die Warteschlangenlänge  $Q$  überschreitet den Schwellenwert  $Q_{k_o}$ . Dann beginnt der Timer **21g**, die Zeitüberschreitung  $T_k$  zu zählen und zählt die Zeitüberschreitung  $T_k$  hoch. Wenn die Zeitüberschreitung  $T_k$  den Schwellenwert  $T_{th}$  erreicht, liefert der Timer **21g** das Steuersignal  $CTL_4$  an die Wahleinrichtung **21m/31a**, und die Wahleinrichtung **21m/31a** wechselt die  $k$ -te Recheneinheit zu der  $(k + 1)$ -ten Recheneinheit, um die Zellenübertragungsrate zu verringern.

**[0057]** Auf der anderen Seite erreicht, während die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen die Warte-

schlangenlänge  $Q$  verringern, die Warteschlangenlänge  $Q$  den Schwellenwert  $Q_{k\_u}$ , der dem Wert nach kleiner als der Schwellenwert  $Q_{k\_o}$  ist, und die Wahleinrichtung **21m/31a** wechselt die  $(k + 1)$ -te Recheneinheit zu der  $k$ -ten Recheneinheit.

**[0058]** Eine noch weitere andere Steuerungssequenz ist für den Pufferkontroller **21/31** verfügbar und wird in **Fig. 8** veranschaulicht. Die Steuerungssequenz, die in **Fig. 8** gezeigt wird, benutzt einen variablen Schwellenwert für die vergangene Zeitspanne. Während die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen die Warteschlange verlängern, überschreitet die Warteschlangenlänge  $Q$  den Schwellenwert  $Q_k$  zu einer bestimmten Zeit. Dann beginnt der Timer **21g** damit, die Zeitüberschreitung  $T_k$  zu zählen und Zeitüberschreitung  $T_k$  hochzuzählen. Wenn die Zeitüberschreitung  $T_k$  den Schwellenwert  $T_{th\_k}$  erreicht, liefert der Timer **21g** das Steuersignal CTL4 an die Wahleinrichtung **21m/31a**, und die Wahleinrichtung **21m/31a** wechselt die  $k$ -te Recheneinheit zu der  $(k + 1)$ -ten Recheneinheit, um die Zellenübertragungsrate verringern.

**[0059]** Auf der anderen Seite erreicht, während die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen die Warteschlangenlänge  $Q$  verringern, die Warteschlangenlänge  $Q$  den Schwellenwert  $Q_k$ , und dann wechselt die Wahleinrichtung **21m/31a** die  $(k + 1)$ -te Recheneinheit zu der  $k$ -ten Recheneinheit.

**[0060]** **Fig. 9** veranschaulicht eine andere Steuerungssequenz, die für die Pufferkontroller **21/31** verfügbar ist. In der Steuerungssequenz, die in **Fig. 9** gezeigt wird, werden die Recheneinheiten **21h** bis **21k** der Reihe nach in Abhängigkeit von der vergangenen Zeitspanne nach dem Überschreiten des Schwellenwerts  $Q_{th}$  gewechselt. In anderen Worten hat der Timer **21g** nur einen Schwellenwert  $Q_{th}$  für die Warteschlangenlänge  $Q$ .

**[0061]** Wenn die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen die Warteschlange verlängern, überschreitet die Warteschlangenlänge  $Q$  den Schwellenwert  $Q_{th}$  zu einer bestimmten Zeit. Dann beginnt der Timer **21g**, die Zeitüberschreitung  $T$  zu zählen und die Zeitüberschreitung  $T$  hochzuzählen. Wenn die Zeitüberschreitung  $T$  den Schwellenwert  $T_{th}'_k$  erreichen, liefert der Timer **21g** das Steuersignal CTL4 an die Wahleinrichtung **21m/31a**, und die Wahleinrichtung **21m/31a** wechselt die  $k$ -te Recheneinheit zu der  $(k + 1)$ -ten Recheneinheit, um die Zellenübertragungsrate zu verringern.

**[0062]** Auf der anderen Seite erreicht, wenn die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen die Warteschlangenlänge  $Q$  verringern, die Warteschlangenlänge  $Q$  den Schwellenwert  $Q_{th}$ , dann wechselt die Wahleinrichtung **21m/31a** die  $(k + 1)$ -te Recheneinheit zu der ersten Recheneinheit.

**[0063]** **Fig. 10** veranschaulicht ein virtuelles Terminalsystem **41**, welches die vorliegende Erfindung verkörpert. Das virtuelle Terminalsystem **41** umfasst einen Pufferkontroller **42** und virtuelle Terminalmodule **43/44**. Der Pufferkontroller **42** ist in der Anordnung dem Pufferkontroller **21** ähnlich, und Bestandteile davon sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, die entsprechende Bestandteile des Pufferkontrollers **21** kennzeichnen. Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen bilden Warteschlangen in dem Zellenpuffer **21c** für jeweilige virtuelle Verbindungen. Obgleich **Fig. 10** nur die Funktionsblöcke für eine Datenübertragung von einem sendenden Terminal zu einem empfangenden Terminal zeigt, verhält sich das virtuelle Terminalsystem **41** symmetrisch zwischen dem Datensendeterminal und dem Daten empfangenden Terminal und hat einen anderen Satz von Funktionsblöcken für eine Datenübertragung von dem empfangenden Terminal zu dem sendenden Terminal.

**[0064]** Das virtuelle Terminalmodul **43** schließt ein virtuelles Ziel **43a** und eine virtuelle Quelle **43b** ein. Das virtuelle Ziel **43a** hat einen Eingangsport **43c** und empfängt Forward Resource Management-Zellen von dem sendenden Terminal. Das virtuelle Ziel **43a** überträgt eine Datenzelle von jeder Forward Resource Management-Zelle FRM1 an den Eingangsport **21a**. Die virtuelle Quelle **43b** hat einen Ausgangsport **43d** und überträgt das Steuerdatensignal BRM1, das für eine Backward Resource Management-Zelle repräsentativ ist, an das sendende Terminal. Ähnlich schließt das virtuelle Terminalmodul **44** ein virtuelles Ziel **44a** und eine virtuelle Quelle **44b** ein. Das virtuelle Ziel **44a** hat einen Eingangsport **44c** und empfängt eine Backward Resource Management-Zelle BRM2. Das virtuelle Ziel **44a** überträgt ein Steuerdatensignal ER, das für eine explizite Rate repräsentativ ist, an die Recheneinheiten **21h** bis **21k** und die Steuereinheit **21f** der Ausgaberate. Die virtuelle Quelle **44b** hat einen Ausgangsport **44d** und überträgt Forward Resource Management-Zellen FRM2 an ein sendendes Terminal. Somit werden die virtuellen Ziele **43a/44a** und die virtuellen Quellen **43b/44b** verwendet, um ein Zielverhalten und ein Quellverhalten zu verwirklichen. Die virtuellen Ziele **43a/44a** werden jeweils mit den virtuellen Quellen **43b/44b** paarweise zusammengefasst, und die virtuellen Terminalmodule **43/44** verwirklichen virtuell ein Terminalverhalten während des verfügbaren Bitratenservices. Das Terminalverhalten wird in der ATM Forum Traffic Management Specification Version 4.0 beschrieben.

**[0065]** Das virtuelle Terminalsystem **41** verhält sich wie folgt. Wenn das sendende Terminal eine Forward Resource Management-Zelle FRM1 an das virtuelle Ziel **43a** liefert, trennt das virtuelle Ziel **43a** eine Datenzelle von der Forward Resource Management-Zelle FRM1 ab und überträgt die Datenzelle an

den Zellenpuffer **21c**. Die Datenzelle tritt in eine Warteschlange ein, die in dem Zellenpuffer **21c** gebildet wird.

[0066] Das virtuelle Ziel **44a** empfängt eine Backward Resource Management-Zelle BRM2 und extrahiert die explizite Rate von der Backward Resource Management-Zelle BRM2. Das virtuelle Ziel **44a** erzeugt das Steuerdatensignal ER, das für die explizite Rate repräsentativ ist, und liefert das Steuerdatensignal ER an die Recheneinheiten **21h** bis **21k** und die Steuereinheit **21f** der Ausgaberate. Die Steuereinheit **21f** der Ausgaberate bestimmt eine zulässige Zellenrate auf der Grundlage der expliziten Rate und liest die Datenzellen aus dem Zellenpuffer **21c** mit der zulässigen Zellenrate aus.

[0067] Die aus den Recheneinheiten **21h** bis **21k** ausgewählte berechnet eine explizite Rate ERnew, die in der Beschreibung der ersten Ausführungsform als "Zellenübertragungsrate" bezeichnet wurde, auf der Grundlage der zulässigen Bitrate, die von der Steuereinheit **21f** der Ausgaberate geliefert wird, und der expliziten Rate ER, die von dem virtuellen Ziel **44a** geliefert wird, und liefert das Steuerdatensignal ERnew, das für die explizite Rate repräsentativ ist, an die virtuelle Quelle **43b**.

[0068] Das virtuelle Terminalmodul **43**, d.h. die Kombination des virtuellen Zieles **43a** und der virtuellen Quelle **43b**, empfängt die Forward Resource Management-Zelle FRM1 von dem sendenden Terminal und speichert die explizite Rate, die durch das Steuerdatensignal ERnew repräsentiert wird, in der rückwärtigen Backward Resource Management-Zelle BRM1, um die Backward Resource Management-Zelle BRM1 zu dem sendenden Terminal zurück zu übertragen.

[0069] Somit wird der Zellenpuffer **21c** in dem virtuellen Terminalsystem **41** ähnlich wie in der ersten Ausführungsform gesteuert, und das virtuelle Terminalsystem **41** erzielt sämtliche Vorteile der ersten Ausführungsform.

#### Vierte Ausführungsform

[0070] [Fig. 11](#) veranschaulicht eine Asynchroner-Übertragungsmodus-Schalteinheit **51**, welche die vorliegende Erfindung für den verfügbaren Bitratenservice verkörpert. Der Pufferkontroller **21** wird in der Asynchroner-Übertragungsmodus-Schalteinheit **51** verwendet. Die Asynchroner-Übertragungsmodus-Schalteinheit **51** umfasst den Pufferkontroller **21**, die Eingangsverarbeitungsmodulare **52a/52b** und Ausgangsverarbeitungsmodulare **53a/53b**. Obgleich [Fig. 11](#) nur die Funktionsblöcke für eine Datenübertragung von einem sendenden Terminal zu einem Empfangsterminal zeigt, verhält sich die Asynchroner-Übertragungsmodus-Schalteinheit **51** symmet-

risch zwischen dem Datensendeterminale und dem Daten empfangenden Terminal und weist einen weiteren Satz an Funktionsblöcke für eine Datenübertragung von dem empfangenden Terminal zu dem Sendeterminale auf.

[0071] Bestandteile des Pufferkontrollers **21**, die in der Schalteinheit **51** enthalten sind, sind denen der ersten Ausführungsform ähnlich und werden mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, die entsprechende Bestandteile des Pufferkontrollers **21** bezeichnen, der die erste Ausführungsform implementiert. Virtuelle Warteschlangen werden in dem Zellenpuffer **21c** für jeweilige virtuelle Verbindungen gebildet.

[0072] Das Eingangsverarbeitungsmodulare **52a** ist zwischen einem Eingangsport **54a** und dem Eingangsport **21a** angeschlossen, und das andere Eingangsverarbeitungsmodulare **54b** ist zwischen einem Eingangsport **54b** und den Recheneinheiten **21h** bis **21k** angeschlossen. Das Ausgangsverarbeitungsmodulare **53a** ist zwischen den Recheneinheiten **21h** bis **21k** und einem Ausgangsport **55b** angeschlossen. Der Eingangsport **54a** und der Ausgangsport **55a** sind mit einem Sendeterminale (nicht gezeigt) verbunden, und der andere Eingangsport **54b** und der andere Ausgangsport **55b** sind mit einem empfangenden Terminal (nicht gezeigt) verbunden.

[0073] Die Eingangsverarbeitungsmodulare **52a/52b** empfangen Forward Resource Management-Zellen FRM11 und Backward Resource Management-Zellen BRM11 von den Eingangsporten **54a/54b** und führen eine Analyse des Headers und eine Unterscheidung des Zieles durch. Auf der anderen Seite führen die Ausgangsverarbeitungsmodulare **53a/53b** eine Auslesesteuerung für die Zelle, die in dem Zellenpuffer **21c** gespeichert ist, und eine Änderung des Inhalts in den Feldern der Forward/Backward Resource Management-Zellen durch, die der expliziten Rate, der Stauanzeige und dem Nicht-Erhöhen zugewiesen sind.

[0074] Die Asynchroner-Übertragungsmodus-Schalteinheit **51** für den verfügbaren Bitratenservice veranlasst das Eingangsverarbeitungsmodulare **52a**, den Header der Forward Resource Management-Zelle FRM11 zu analysieren, um die Forward Resource Management-Zelle FRM11 in dem Zellenpuffer **21c** zu speichern. Die Steuereinheit **21f** der Ausgaberate weist den Zellenpuffer **21c** an, die Forward Resource Management-Zellen nacheinander an das Ausgangsverarbeitungsmodulare **53b** zu übertragen.

[0075] Im Detail extrahiert das Eingangsverarbeitungsmodulare **52a**, wenn die Forward Resource Management-Zelle FRM11 an dem Eingangsverarbeitungsmodulare **52a** ankommt, die verfügbare Zellenrate

und die explizite Rate von der Forward Resource Management-Zelle FRM11. Das Eingangsverarbeitungsmodul **52a** liefert Teile von Steuerdateninformationen, die für die verfügbare Zellenrate und die explizite Rate repräsentativ sind, an die Recheneinheiten **21h** an **21k**.

**[0076]** Auf der anderen Seite empfängt das Eingangsverarbeitungsmodul **52b** die Backward Resource Management-Zelle BRM11 und extrahiert die explizite Rate von der Backward Resource Management-Zelle BRM11. Das Eingangsverarbeitungsmodul erzeugt ein Steuerdatensignal ER und liefert es an die Steuereinheit **21f** der Ausgaberate und die Recheneinheiten **21h** bis **21k**.

**[0077]** Die ausgewählte von den Recheneinheiten **21h** bis **21k** errechnet die explizite Rate ERnew und schickt die explizite Rate ERnew zu der Ausgangsverarbeitungseinheit **53a**.

**[0078]** Die Ausgangsverarbeitungseinheit **53a** speichert die explizite Rate ERnew in einem Feld der Backward Resource Management-Zelle BRM11 und liefert die Backward Resource Management-Zelle BRM11 an das sendende Terminal.

**[0079]** Somit wird der Zellenpuffer **21c** ähnlich wie derjenige der ersten Ausführungsform gesteuert, und sämtliche Vorteile werden durch die vierte Ausführungsform erzielt.

**[0080]** Wie aus der vorhergehenden Beschreibung erkannt wird, überprüft der Pufferkontrolller **21/31** die vergangene Zeitspanne nach dem Eintritt in den Staustatus, um den Grad des Staustatus festzustellen, und ändert die Zellenübertragungsrate in Abhängigkeit von dem Grad des Staustatus. Infolgedessen erzielt der Pufferkontrolller **21/31** einen hohen Durchsatz, ohne dass es zu Lasten des Zellenverlustverhältnisses geht.

**[0081]** Der Pufferkontrolller **21/31** errechnet die explizite Rate und liefert sie an das sendende Terminal. Aus diesem Grund steuert der Pufferkontrolller **21/31** effektiv die Zellenübertragungsrate in dem verfügbaren Bitratenservice.

**[0082]** Wenn die Warteschlangen in dem Zellenpuffer für jeweilige virtuelle Verbindungen gebildet werden, evakuiert der Pufferkontrolller **21/31** schnell die Asynchroner-Übertragungsmodus-Zellen aus jeder Warteschlange, und keine virtuelle Verbindung besetzt den Zellenpuffer **21c** ununterbrochen.

**[0083]** In den oben beschriebenen Ausführungsformen dient der Timer **21g** als eine Beurteilungseinrichtung, und die Recheneinheiten **21h** zu **21k** als Ganzes bilden eine Recheneinrichtung. Die Wahleinrichtung **21m/31a** dient als die Auswahleinrichtung.

## Patentansprüche

1. Ein Pufferkontrolller (**21**; **42**) der betriebsfähig ist, Datenzellen von einem sendenden Terminal (**22**) zu einem empfangenden Terminal (**23**), die beide in einem Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk für einen verfügbaren Bitratenservice enthalten sind, zu übertragen, umfassend:

einen Zellenpuffer (**21c**) zum zeitweiligen Speichern zumindest einer Warteschlange von den genannten Zellen; und  
eine Steuereinrichtung (**21f**) zum Ändern der Zellenübertragungsrate in Abhängigkeit von einem Grad eines Staustatus,

**dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung enthält:

eine Beurteilungseinrichtung (**21g**) zum Feststellen des genannten gegenwärtigen Grads eines Staustatus in dem genannten Zellenpuffer (**21c**) auf der Grundlage von einer, nachdem die Warteschlange in den genannten Staustatus eingetreten ist, vergangenen Zeitspanne ( $T1-Tn-1$ ;  $Tth'_1$  bis  $Tth'_n-1$ ) und einer Länge ( $Q$ ) der genannten zumindest einen Warteschlange;

eine Recheneinrichtung (**21h** bis **21k**) für die Berechnung von Zellenübertragungsraten, die zu einander verschieden sind, durch unterschiedliche Algorithmen; und

eine Wahleinrichtung (**21m**; **31a**), die auf ein Steuerdatum reagiert, das für den genannten gegenwärtigen Grad des Staustatus repräsentativ ist, um die genannte Recheneinrichtung zu veranlassen, eine der genannten Zellenübertragungsraten an das genannte Sendeterminal zu tiefem.

2. Der Pufferkontrolller wie in Anspruch 1 dargelegt, in dem die genannte Recheneinrichtung eine Mehrzahl von Recheneinheiten (**21h** bis **21k**) einschließt, die jeweils die genannten Algorithmen aufweisen, um unabhängig voneinander die genannten Zellenübertragungsraten zu berechnen, und die genannte Wahleinrichtung (**21m**) wahlweise die genannte Mehrzahl von Recheneinheiten (**21h** bis **21k**) in Abhängigkeit von den genannten Graden des Staustatus aktiviert.

3. Der Pufferkontrolller wie in Anspruch 2 dargelegt, in dem jeder der genannten Algorithmen einen ersten Teil (ER) von Steuerdateninformationen, der für eine erste Zellenübertragungsrate repräsentativ ist, die für eine Zellenübertragung von dem genannten Zellenpuffer (**21c**) zu der genannten empfangenden Einheit zu verwenden ist, und einen zweiten Teil von Steuerdateninformationen, der für eine zweite Zellenübertragungsrate repräsentativ ist, die für eine Zellenübertragung von dem genannten sendenden Terminal zu dem genannten Zellenpuffer (**21c**) zu verwenden ist, erfordert.

4. Der Pufferkontrolller wie in Anspruch 3 darge-

legt, in dem die genannte erste Zellenübertragungsrates durch eine erlaubte Zellenrate repräsentiert wird, die intern berechnet wird, und die genannte zweite Zellenübertragungsrates durch eine explizite Rate repräsentiert wird, die von dem genannten empfangenden Terminal geliefert wird.

5. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 4 dargelegt, dadurch gekennzeichnet, dass der Pufferkontroller (42) mit einem virtuellen Terminalmodul (43) verbunden ist, das ein virtuelles Ziel (43a) zum Empfangen einer Forward Resource Management-Zelle von dem sendenden Terminal (22) und eine virtuelle Quelle (43b) zum Zurücksenden einer Backward Resource Management-Zelle an das sendende Terminal (22) einschließt, wobei die genannte erlaubte Zellenrate auf der Grundlage der genannten expliziten Rate bestimmt wird, und die genannte explizite Rate von dem virtuellen Zielmodul (43a) geliefert wird, und die genannte eine der genannten Zellenübertragungsrates durch die virtuelle Quelle (43b) an das sendende Terminal (22) geliefert wird.

6. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 3 dargelegt, dadurch gekennzeichnet, dass der Pufferkontroller (21) mit Eingangsverarbeitungseinheiten (52a/52b) zum Empfangen von Forward Resource Management-Zellen bzw. Backward Resource Management-Zellen verbunden ist, wobei die genannte erste Zellenübertragungsrates durch eine erlaubte Zellenrate und eine explizite Zellenrate, die in der genannten Forward Resource Management-Zelle (FRM1) gespeichert ist, die von dem genannten sendenden Terminal (22) geliefert wird, repräsentiert wird, und die genannte zweite Zellenübertragungsrates durch eine explizite Zellenrate, die in der genannten Backward Resource Management-Zelle (BRM2) gespeichert ist, die von dem genannten empfangenden Terminal geliefert wird, repräsentiert wird.

7. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 6 dargelegt, in dem die genannten Eingangsverarbeitungseinheiten (52a/52b) zusammen mit dem genannten Pufferkontroller (21) Teile einer Asynchroner-Übertragungsmodus-Schalteneinheit bilden.

8. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 1 dargelegt, in dem die genannte Beurteilungseinrichtung (21g) die genannte zumindest eine Warteschlange überprüft, um zu erkennen, ob oder ob nicht die genannte Warteschlangenlänge (Q) einen von ersten Schwellenwerte (Q1–Qn), die einer von mehreren vorbestimmten Längen entsprechen, überschreitet, und den genannten gegenwärtigen Grad des genannten Staustatus bestimmt, wenn die genannte Warteschlangenlänge (Q) einen (Q1) der genannten ersten Schwellenwerte überschreitet, der den kleinsten Wert besitzt.

9. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 8 darge-

legt, in dem die genannte Beurteilungseinrichtung (21g) weiterhin einen Zeitnehmer überprüft, um zu erkennen, ob oder ob nicht eine erste vergangene Zeitspanne von einem Überschreiten des genannten einen der ersten Schwellenwerte an einen zweiten Schwellenwert (Th1; Tth\_1 bis Tthn-1) überschreitet, und die genannte Wahleinrichtung (21m; 31a) anweist, die genannten Recheneinheiten (21h bis 21k) zu veranlassen, die genannte eine der genannten Zellenübertragungsrates auf eine andere der genannten Zellenübertragungsrates zu ändern, die einen Wert besitzt, der kleiner als ein Wert der genannten einen der genannten Zellenübertragungsrates ist, wenn die genannte erste vergangene Zeitspanne den genannten zweiten Schwellenwert erreicht.

10. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 9 dargelegt, in dem die genannte Beurteilungseinrichtung (21g) weiterhin die genannte zumindest eine Warteschlange überprüft, um zu erkennen, ob oder ob nicht die genannte Warteschlangenlänge (Q) auf einen der genannten ersten Schwellenwerte (Q1–Qn) verringert worden ist und die genannte Wahleinrichtung (21m; 31a) anweist, die genannten Recheneinheiten (21h bis 21k) zu veranlassen, die genannte eine der genannten Zellenübertragungsrates auf eine andere der genannten Zellenübertragungsrates zu ändern, die einen Wert besitzt, der größer als ein Wert der genannten einen der genannten Zellenübertragungsrates ist, wenn die genannte Länge den genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte erreicht.

11. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 9 dargelegt, in dem die genannte Beurteilungseinrichtung (21g) weiterhin die genannte zumindest eine Warteschlange, um zu erkennen, ob oder ob nicht die genannte Warteschlangenlänge (Q) auf einen der genannten ersten Schwellenwerte (Q1–Qn) verringert worden ist, und einen Zeitnehmer überprüft, um zu erkennen, ob oder ob nicht eine zweite vergangene Zeitspanne (T1\_u bis Tn-1\_u) nach der Verringerung auf den genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte einen dritten Schwellenwert erreicht, und die genannte Wahleinrichtung (21m; 31a) anweist, die genannten Recheneinheiten (21h bis 21k) zu veranlassen, die genannte eine der genannten Zellenübertragungsrates auf eine noch andere der genannten Zellenübertragungsrates zu ändern, die einen Wert besitzt, der größer als ein Wert der genannten einen der genannten Zellenübertragungsrates ist

12. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 10 dargelegt, in dem die genannten ersten Schwellenwerte (T1 bis Tn-1), die für das Erhöhen der Zellenübertragungsrates verwendet werden, jeweils im Wert von den genannten ersten Schwellenwerten (T1\_u bis Tn-1\_u), die für die Verringerung der Zellenübertragungsrates verwendet werden, verschieden sind.

13. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 9 dargelegt, in dem der genannte zweite Schwellenwert (Tth<sub>1</sub> bis Tth<sub>n-1</sub>) in Abhängigkeit von dem genannten ersten Schwellenwert im Wert geändert wird.

14. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 1 dargelegt, in dem die Beurteilungseinrichtung (**21g**) einen ersten Schwellenwert (Qth) für die genannte Länge, die den genannten Staustatus anzeigt, und zweite Schwellenwerte (Tth'<sub>1</sub> bis Tth'<sub>n-1</sub>) für eine Zeitspanne, die seit dem Überschreiten des genannten ersten Schwellenwerts vergangen ist, aufweist und überprüft, um zu erkennen, ob oder ob nicht die genannte vergangene Zeitspanne einen der genannten zweiten Schwellenwerte erreicht, um den genannten gegenwärtigen Grad des genannten Staustatus zu bestimmen.

15. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 14 dargelegt, in dem die Beurteilungseinrichtung (**21g**) die genannte Wahleinrichtung (**21m**; **31a**) anweist, die genannten Recheneinheiten (**21h** bis **21k**) zu veranlassen, die genannte eine der genannten Zellenübertragungsraten auf eine andere der genannten Zellenübertragungsraten zu ändern, die einen Wert besitzt, der kleiner als ein Wert der genannten einen der genannten Zellenübertragungsraten ist, wenn die genannte vergangene Zeitspanne (T) einen der genannten zweiten Schwellenwerte (Tth'<sub>1</sub> bis Tth'<sub>n-1</sub>) überschreitet.

16. Der Pufferkontroller wie in Anspruch 15 dargelegt, in dem die Beurteilungseinrichtung (**21g**) weiterhin die genannte zumindest eine Warteschlange überprüft, um zu erkennen, ob oder ob nicht die genannte Länge (Q) auf den genannten ersten Schwellenwert (Qth) verringert worden ist und die genannte Wahleinrichtung (**21m**; **31a**) anweist, die genannten Recheneinheiten (**21h** bis **21k**) zu veranlassen, die genannte eine der genannten Zellenübertragungsraten auf eine andere der genannten Zellenübertragungsraten zu ändern, die den kleinsten Wert besitzt, wenn die genannte Länge auf den genannten ersten Schwellenwert verringert worden ist.

17. Ein Verfahren zum Steuern einer Zellenübertragung von einem sendenden Terminal (**22**) an ein empfangendes Terminal (**23**), die beide in einem Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk für einen verfügbaren Bitratenservice enthalten sind, die Schritte umfassend:

- a) Überprüfen einer Warteschlange von Zellen, um zu erkennen, ob oder ob nicht eine Länge (Q) der genannten Warteschlange einen Staustatus anzeigt;
- b) Zählen einer nach dem Eintritt in den genannten Staustatus vergangenen Zeitspanne (T);
- c) Bestimmen eines gegenwärtigen Grads des genannten Staustatus auf der Grundlage der genannten Länge der genannten Warteschlange und der genannten vergangenen Zeitspanne;

d) Ändern einer Zellenübertragungsrate auf einen Wert, der für den genannten gegenwärtigen Grad des Staustatus geeignet ist; und

e) Benachrichtigen des genannten sendenden Terminals über den genannten Wert der genannten Zellenübertragungsrate, um die Menge an genannten Zellen, die pro Zeiteinheit von dem genannten sendenden Terminal geliefert wird, zu variieren.

18. Das Verfahren wie in Anspruch 17 dargelegt, in dem der genannte Schritt a) die Unterschritte enthält:

- a-1) Bereitstellen erster Schwellenwerte (Q<sub>1</sub> bis Q<sub>n-1</sub>; Q<sub>1\_o</sub> bis Q<sub>n-1\_o</sub>/Q<sub>1\_u</sub> bis Q<sub>n-1\_u</sub>), die im Wert untereinander verschieden sind und den Graden des genannten Staustatus entsprechen,
- a-2) Vergleichen der genannten Warteschlange mit den genannten ersten Schwellenwerten, um zu erkennen, ob oder ob nicht die genannte Länge der genannten Warteschlange einen der genannten ersten Schwellenwerte überschreitet, und
- a-3) Entscheiden, dass das genannte Asynchroner-Übertragungsmodus-Netzwerk in dem genannten Staustatus ist, wenn die genannte Länge den genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte überschreitet.

19. Das Verfahren wie in Anspruch 18 dargelegt, in dem, wenn die genannte Länge den genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte überschreitet, das Verfahren über den genannten Schritt b) zu dem genannten Schritt c) fortgeführt wird, und der genannte Schritt c) die Unterschritte enthält:

- c-1) Bereitstellen eines zweiten Schwellenwerts (Tth; Tth<sub>1</sub> bis Tth<sub>n-1</sub>),
- c-2) Vergleichen der genannten vergangenen Zeitspanne (T) mit dem genannten zweiten Schwellenwert, um zu erkennen, ob oder ob nicht die genannte vergangene Zeitspanne den genannten zweiten Schwellenwert erreicht, und
- c-3) Bestimmen, dass der genannte gegenwärtige Grad ein Grad entsprechend dem genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte ist.

20. Das Verfahren wie in Anspruch 19 dargelegt, in dem der genannte zweite Schwellenwert (T) für sämtliche der genannten ersten Schwellenwerte konstant ist.

21. Das Verfahren wie in Anspruch 19 dargelegt, in dem der genannte zweite Schwellenwert (Tth<sub>1</sub> bis Tth<sub>n-1</sub>) in Abhängigkeit von dem genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte variiert wird.

22. Das Verfahren wie in Anspruch 17 dargelegt, in dem der genannte Schritt a) die Unterschritte enthält:

- a-1) Bereitstellen erster Schwellenwerte (Q<sub>1</sub> bis Q<sub>n-1</sub>; Q<sub>1\_u</sub> bis Q<sub>n-1\_u</sub>), die im Wert untereinander

verschieden sind und den Graden des genannten Staustatus entsprechen,

a-2) Vergleichen der genannten Warteschlange mit den genannten ersten Schwellenwerten, um zu erkennen, ob oder ob nicht die genannte Länge (Q) der genannten Warteschlange auf einen der genannten ersten Schwellenwerte verringert worden ist, und  
a-3) Entscheiden, dass das genannte Asynchron-Übertragungsmodus-Netzwerk auf dem Weg der Erholung von dem Staustatus ist, wenn die genannte Länge auf den genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte verringert worden ist.

23. Das Verfahren wie in Anspruch 22 dargelegt, in dem, wenn die genannte Länge auf den genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte (Qn-1 bis Q1; Qn-1\_u bis Q1\_u) verringert worden ist, das Verfahren mit dem genannten Schritt c) ohne Ausführung von Schritt b) fortgeführt wird, und der genannte Schritt c) den Unterschritt des Bestimmens des genannten gegenwärtigen Grads als einen Grad entsprechend dem genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte einschließt.

24. Das Verfahren wie in Anspruch 22 dargelegt, in dem, wenn die genannte Länge auf den genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte (Qn-1 bis Q1) verringert worden ist, das Verfahren über den genannten Schritt b) zu dem genannten Schritt c) fortgeführt wird, und der genannte Schritt c) die Unterschritte einschließt:

c-1) Bereitstellen eines zweiten Schwellenwerts (Tth),

c-2) Vergleichen der genannten vergangenen Zeitspanne (Tn-1\_u bis T1\_u) mit dem genannten zweiten Schwellenwert, um zu erkennen, ob oder ob nicht die genannte vergangene Zeitspanne den genannten zweiten Schwellenwert erreicht, und

c-3) Bestimmen, dass der genannte gegenwärtige Grad ein Grad entsprechend dem genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte ist.

25. Das Verfahren wie in Anspruch 17 dargelegt, in dem der genannte Schritt a) die Unterschritte einschließt:

a-1) Bereitstellen erster Schwellenwerte, die im Wert untereinander verschieden sind und den Graden des genannten Staustatus entsprechen,

a-2) Vergleichen der genannten Warteschlange mit den genannten ersten Schwellenwerten, um zu erkennen, ob oder ob nicht die genannte Länge der genannten Warteschlange einen der genannten ersten Schwellenwerte überschreitet oder auf diesen verringert worden ist, und

a-3) Entscheiden, dass das genannte Asynchron-Übertragungsmodus-Netzwerk in einem Staustatus ist, wenn die genannte Länge den genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte überschreitet, und dass es auf dem Weg der Erholung von dem Staustatus ist, wenn die genannte Länge auf

den genannten einen der genannten ersten Schwellenwerte verringert worden ist.

26. Das Verfahren wie in Anspruch 25 dargelegt, in dem die genannten ersten Schwellenwerte auf dem Weg der Erholung von dem Staustatus von den genannten ersten Schwellenwerten verschieden sind, während die genannte Länge diese überschreitet.

27. Das Verfahren wie in Anspruch 17 dargelegt, in dem der genannte Schritt a) die Unterschritte einschließt:

a-1) Bereitstellen eines ersten Schwellenwerts,

a-2) Vergleichen der genannten Warteschlange mit dem genannten ersten Schwellenwert, um zu erkennen, ob die genannte Länge der genannten Warteschlange den ersten Schwellenwert überschreitet, und

a-3) Entscheiden, dass das genannte Asynchron-Übertragungsmodus-Netzwerk dabei ist, in einen Staustatus einzutreten, wenn die genannte Länge den genannten ersten Schwellenwert überschreitet.

28. Das Verfahren wie in Anspruch 27 dargelegt, in dem, wenn die genannte Länge den genannten ersten Schwellenwert überschreitet, das Verfahren über den genannten Schritt b) zu dem genannten Schritt c) fortgeführt wird, und der genannte Schritt c) die Unterschritte enthält:

c-1) Bereitstellen zweiter Schwellenwerte, die im Wert untereinander verschieden sind und Graden des genannten Staustatus entsprechen,

c-2) Vergleichen einer vergangenen Zeitspanne nach dem Eintritt in den genannten Staustatus mit den genannten zweiten Schwellenwerten, um zu erkennen, ob oder ob nicht die genannte vergangene Zeitspanne zwischen irgendwelchen benachbarten zwei der genannten zweiten Schwellenwerte liegt, und

c-3) Bestimmen, dass der genannte gegenwärtige Grad ein Grad entsprechend einem der genannten benachbarten zwei der genannten zweiten Schwellenwerte ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

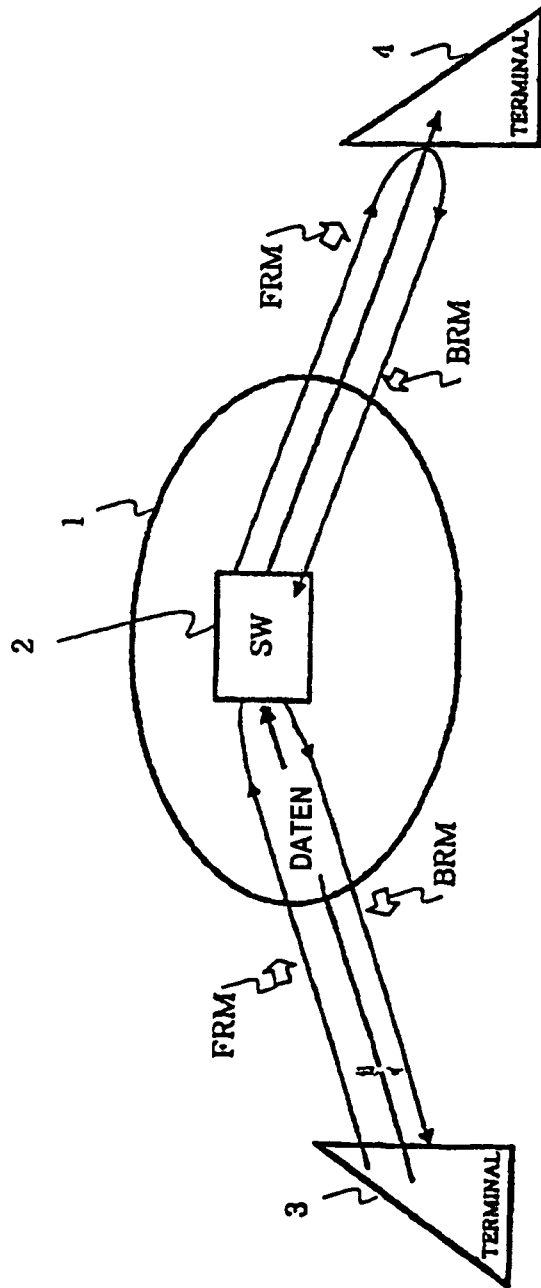


Fig. 1  
STAND DER TECHNIK

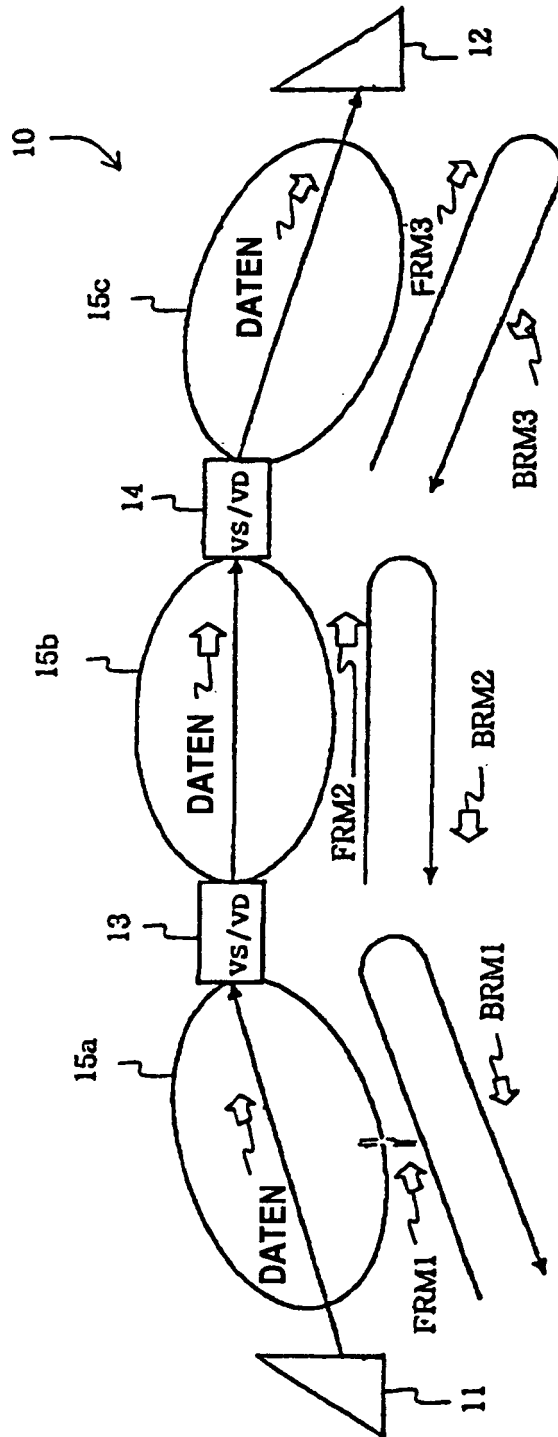


Fig. 2  
STAND DER TECHNIK

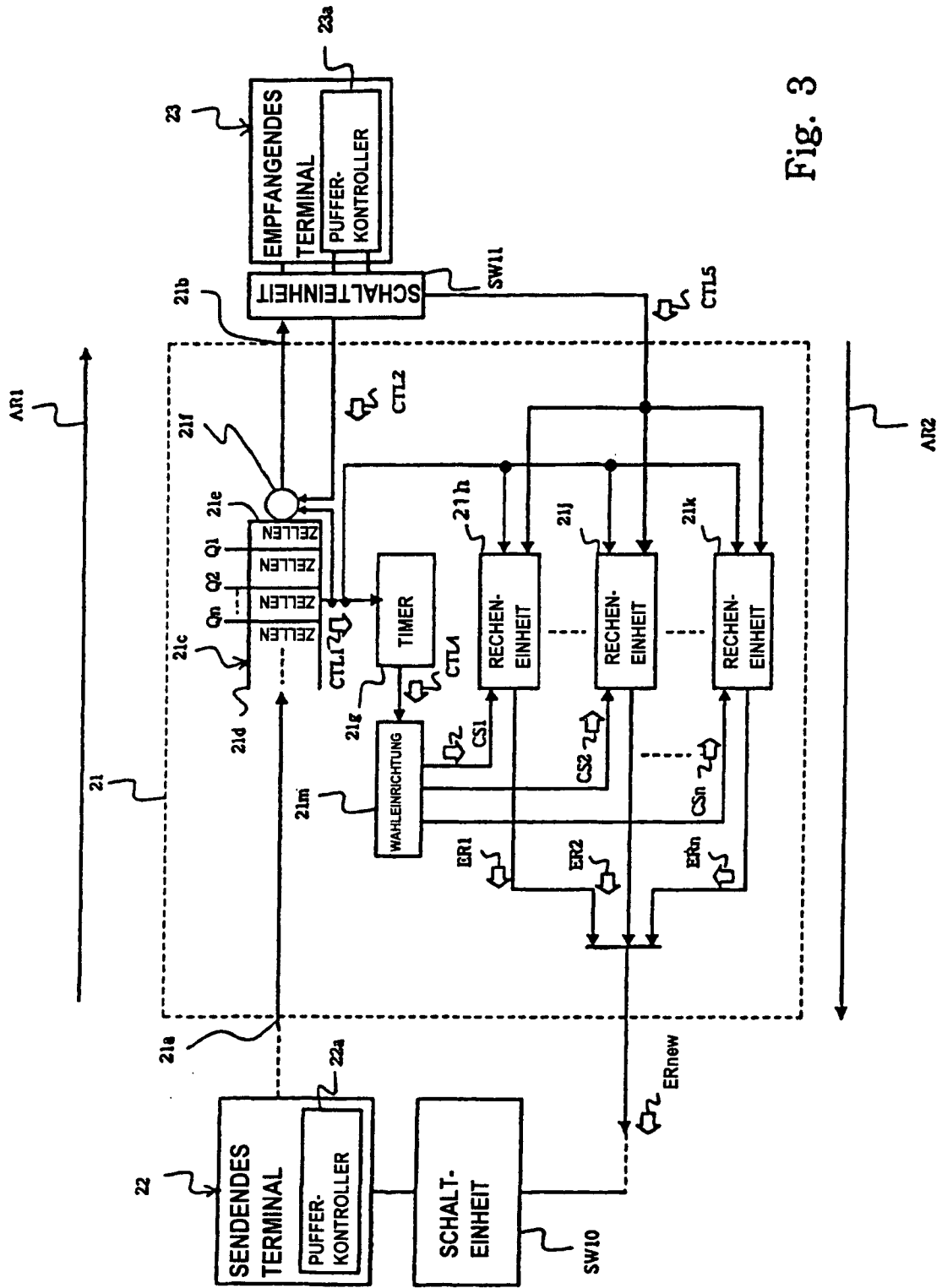


Fig. 3

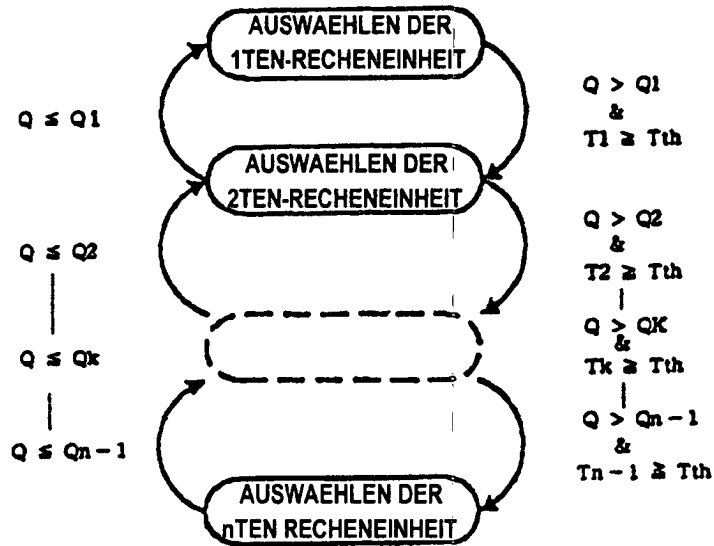


Fig. 4

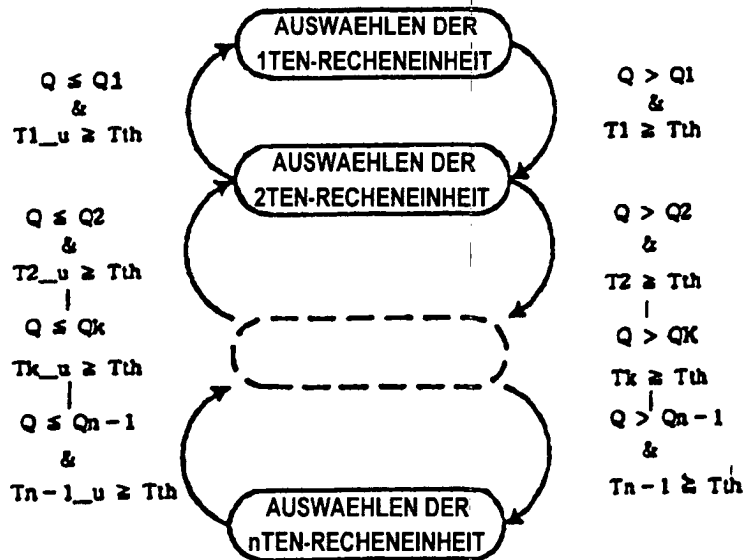


Fig. 6



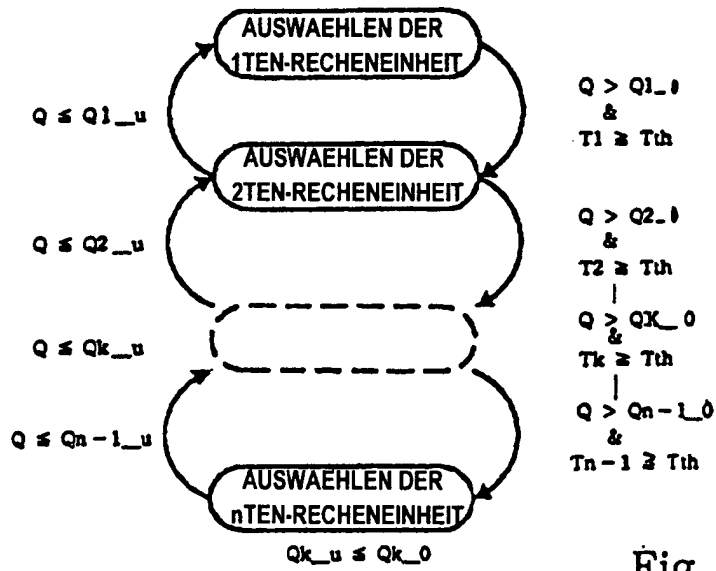


Fig. 7

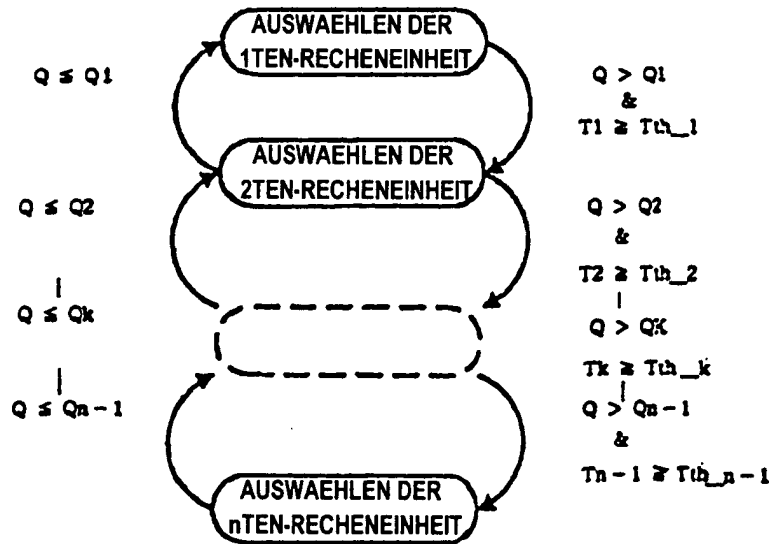


Fig. 8

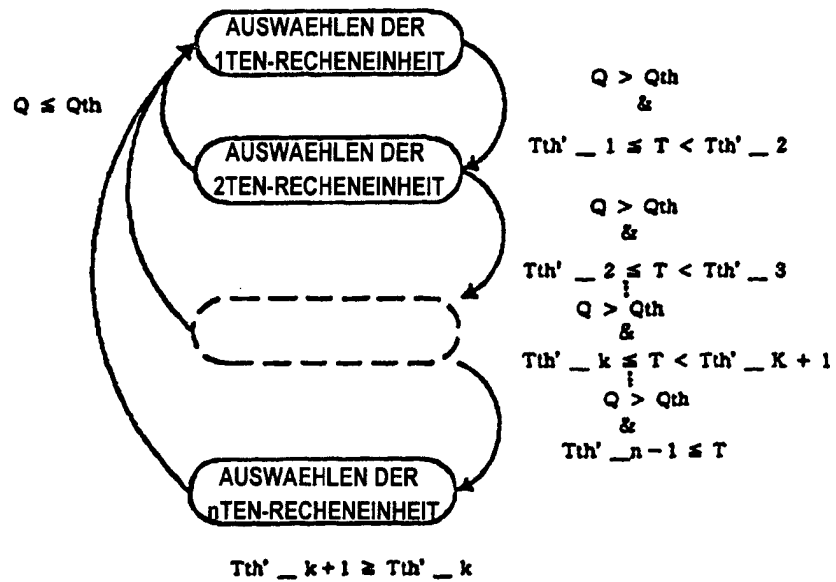


Fig. 9

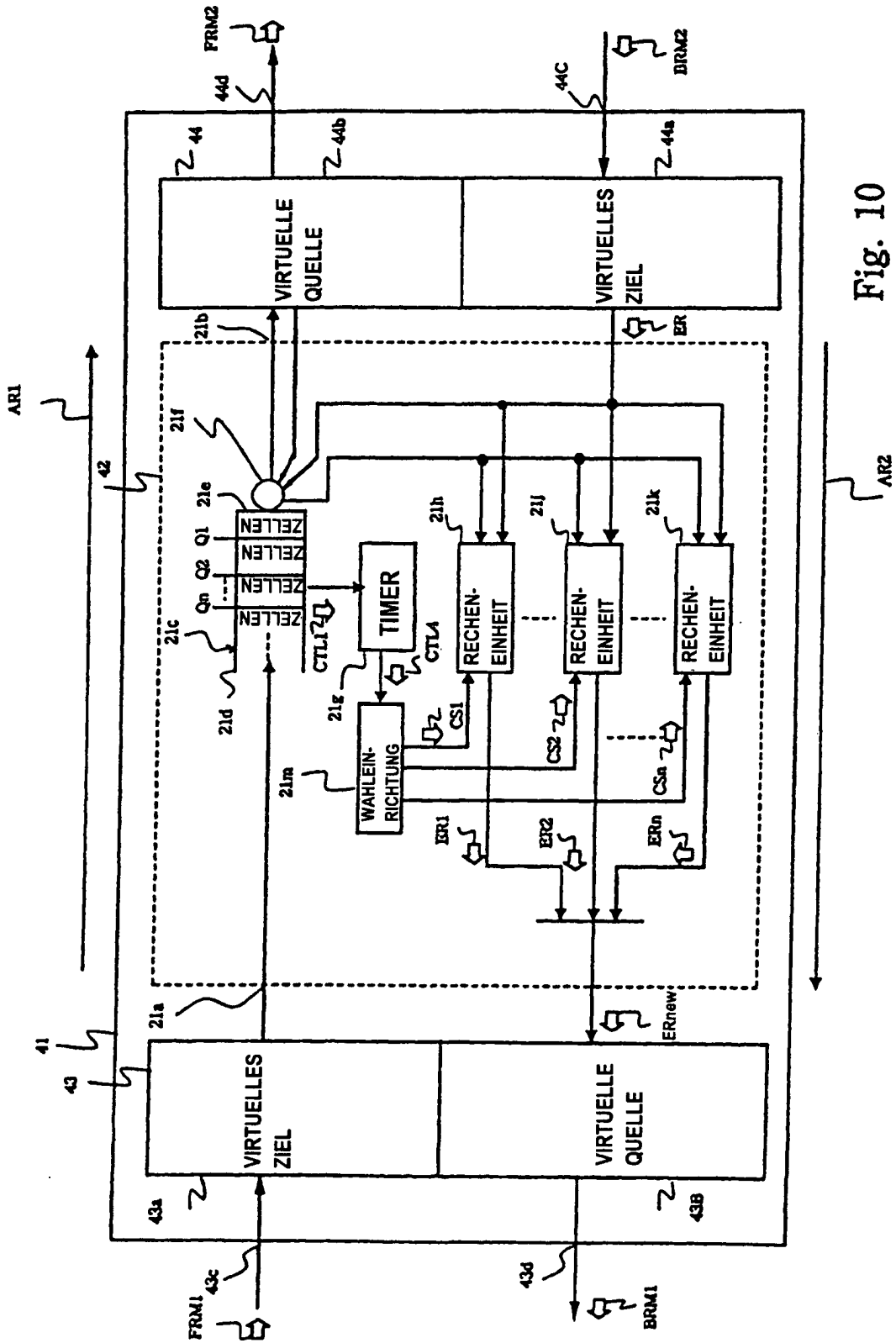


Fig. 10

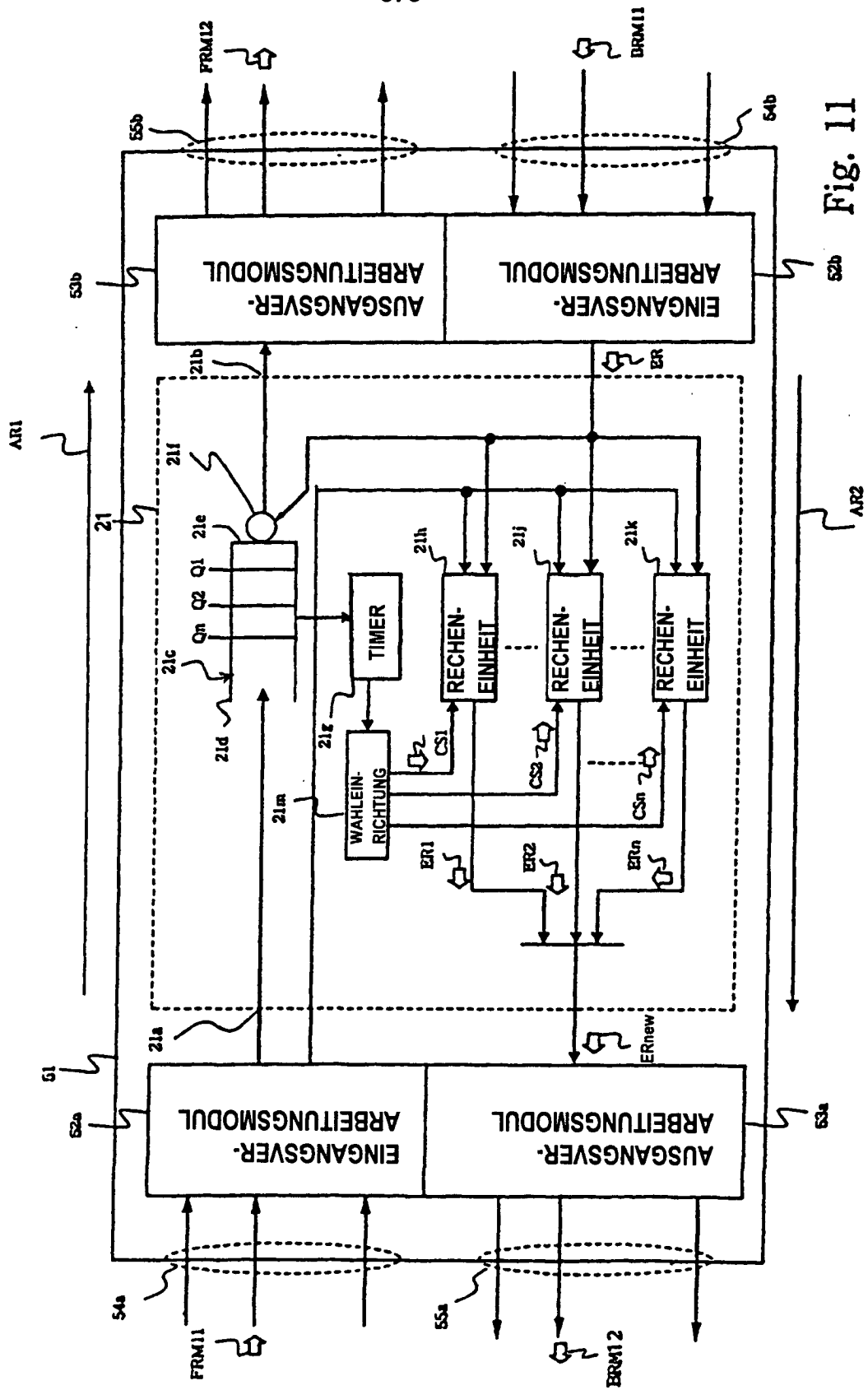


Fig. 11