



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 30 172 T2** 2006.07.27

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 453 268 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 30 172.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 012 683.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **25.06.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.09.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **08.03.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.07.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 27/26** (2006.01)  
**H04L 5/14** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**90891 P                      26.06.1998                      US**

(73) Patentinhaber:

**Aware, Inc., Bedford, Mass., US**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Gesthuysen, von Rohr & Eggert,  
45128 Essen**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**Tzannes, Michael, Lexington, MA 02173, US;  
Tzannes, Marcos, Orinda, CA 94563, US**

(54) Bezeichnung: **Mehrträgerkommunikation mit verstellbarer Rahmenkopfrate**

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**

## QUERVERWEIS ZU VERWANDTEN ANMELDUNGEN

**[0001]** Mit der vorliegenden Anmeldung wird die Priorität der am 26. Juni 1998 eingereichten United States Provisional Patent Application Seriennummer 60/090.891 mit dem Titel „Multicarrier Modem with Variable Overhead Rate“ (Mehrträger-Modem mit variabler Overhead-Geschwindigkeit) beansprucht.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## ERFINDUNGSGEBIET

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Kommunikationen und insbesondere ein Mehrträger-Kommunikationssystem und Verfahren, mit denen eine Overhead-Kanaldatenübertragungsgeschwindigkeit steuerbar geändert werden kann.

## KURZE BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

**[0003]** Mit dem öffentlichen Wählnetz (PSTN – Public Switched Telephone Network) wird die am weitesten verfügbare Form elektronischer Kommunikation für die meisten Einzelpersonen und Geschäfte bereitgestellt. Aufgrund der leichten Verfügbarkeit und der beträchtlichen Kosten der Bereitstellung von alternativen Einrichtungen wird es zunehmend zur Deckung des steigenden Bedarfs an Übertragung von beträchtlichen Datenmengen mit hohen Geschwindigkeiten herangezogen. Ursprünglich für die Bereitstellung von Sprachkommunikation mit den sich daraus ergebenden Erfordernissen schmaler Bandbreite strukturiert ist das PSTN zunehmend von Digitalsystemen abhängig, um den Dienstbedarf zu erfüllen.

**[0004]** Ein wesentlicher begrenzender Faktor in der Fähigkeit, hochratige digitale Übertragung zu implementieren, ist der Teilnehmeranschluß zwischen der Fernsprechvermittlungsstelle (CO – Central Office) und dem Grundstück des Teilnehmers gewesen. Dieser Anschluß umfaßt meistens ein einzelnes verdrehtes Paar Adern, die gut dafür geeignet sind, niederfrequente Sprachkommunikation zu führen, für die eine Bandbreite von 0–4 kHz vollständig ausreicht, die aber nicht leicht Breitbandkommunikationen aufnehmen (d.h. Bandbreiten von der Größenordnung von Hunderten von Kilohertz oder mehr), ohne neue Verfahren für die Kommunikation anzunehmen.

**[0005]** Ein Ansatz für dieses Problem ist die Entwicklung diskreter Mehrfrequenz-DSL-Technik (DMT DSL – Discrete Multitone Digital Subscriber Line) und ihrer Variante DWMT DSL-Technik (Discrete Wavelet Multitone Digital Subscriber Line) gewesen. Diese und andere Formen diskreter Mehrfrequenz-DSL-Technik (wie beispielsweise ADSL, HDSL usw.) werden hiernach gewöhnlich generisch als DSL-Technik oder oft einfach als DSL bezeichnet. Die Funktionsweise diskreter Mehrfrequenzsysteme und ihre Anwendung auf DSL-Technik wird ausführlicher in „Multicarrier Modulation for Data Transmission: An Idea Whose Time Has Come,“ (Mehrträger-Modulation für Datenübertragung: Eine Idee deren Zeit gekommen ist) IEEE Communications Magazine, Mai 1990, Seiten 5–14 besprochen.

**[0006]** Bei der DSL-Technik wird Kommunikation über den örtlichen Teilnehmeranschluß zwischen der Fernsprechvermittlungsstelle und dem Teilnehmergrundstück durch Auf modulieren der zu übertragenden Daten auf mehrere diskrete Frequenzträger erreicht, die zusammensummiert und dann über den Teilnehmeranschluß übertragen werden. Einzeln bilden die Träger diskrete nichtüberlappende Kommunikationsunterkanäle begrenzter Bandbreite; zusammen bilden sie im Effekt einen Breitband-Kommunikationskanal. Am Empfänger werden die Träger demoduliert und die Daten daraus wiedergewonnen.

**[0007]** Die über jeden Unterkanal übertragenen Datensymbole führen eine Anzahl von Bit, die in Abhängigkeit von dem Signal-Rausch-Verhältnis (SNR – Signal to Noise Ratio) des Unterkanals von Unterkanal zu Unterkanal variieren können. Die Anzahl von Bit, die unter angegebenen Kommunikationsbedingungen aufgenommen werden kann, ist als „Bitzuteilung“ des Unterkanals bekannt und wird für jeden Unterkanal auf bekannte Weise als Funktion des gemessenen SNR des Unterkanals und der damit verbundenen Bitfehlerrate berechnet.

**[0008]** Das SNR der jeweiligen Unterkanäle wird durch Übertragen eines Bezugssignals über die verschiedenen Unterkanäle und Messen der SNR der empfangenen Signale bestimmt. Die Belastungsinformation wird typischerweise am Empfangsende bzw. „örtlichen“ Ende der Teilnehmerleitung (z.B. am Teilnehmergrund-

stück, im Fall einer Übertragung von der Fernsprechvermittlungsstelle zum Teilnehmer, und an der Fernsprechvermittlungsstelle im Fall einer Übertragung von Teilnehmergrundstück zur Fernsprechvermittlungsstelle) berechnet und wird zu dem anderen (übertragenden bzw. „entfernten“) Ende übermittelt, so daß jedes Sender-Empfänger-Paar, das miteinander in Verbindung steht, die gleichen Informationen für die Kommunikation benutzt. Die Bitzuteilungsinformationen werden an beiden Enden der Kommunikationspaarverbindung zur Verwendung beim Definieren der Anzahl von Bit gespeichert, die auf den jeweiligen Unterkanälen bei der Übertragung zu einem bestimmten Empfänger zu benutzen sind. Andere Unterkanalparameter, wie beispielsweise Unterkanalgewinne, Zeit und Frequenzbereichsentzerrerkoeffizienten, und sonstige Eigenschaften können ebenfalls gespeichert werden, um die Definition des Unterkanals zu unterstützen.

**[0009]** Informationen können natürlich in beiden Richtungen über die Teilnehmerleitung übertragen werden. Für viele Anwendungen wie beispielsweise die Abgabe von Video, Internetdiensten usw. an einen Teilnehmer beträgt die erforderliche Bandbreite von der Fernsprechvermittlungsstelle zum Teilnehmer das Vielfache der erforderlichen Bandbreite vom Teilnehmer zur Fernsprechvermittlungsstelle. Ein vor kurzem entwickelter Dienst, der eine derartige Fähigkeit bereitstellt, beruht auf einer diskreten Mehrfrequenz-ADSL-Technik (DMT ADSL – Discrete Multitone Asymmetric Digital Subscriber Line). In einer Form dieses Dienstes sind bis zu zweihundertundsechsfünfzig Unterkanäle mit jeweils 4312,5 Hz Bandbreite der Abwärtskommunikation (von einer Fernsprechvermittlungsstelle zum Teilnehmergrundstück) zugeordnet, während bis zu zweiunddreißig Unterkanäle, ebenfalls mit jeweils 4312,5 Hz Bandbreite, Aufwärtskommunikation (vom Teilnehmergrundstück zur Fernsprechvermittlungsstelle) bereitstellen. Kommunikation findet mittels „Rahmen“ von Daten und Steuerinformationen statt. In einer gegenwärtig benutzten Form von ADSL-Kommunikation bilden achtundsechzig Datenrahmen und ein Synchronisationsrahmen einen „Superrahmen“, der die ganze Übertragung hindurch wiederholt wird. Die Datenrahmen führen die Daten, die zu übertragen sind, der Synchronisations- bzw. „sync“-Rahmen bietet eine bekannte Bitsequenz, die zum Synchronisieren der Sende- und Empfangsmodems benutzt wird und unter anderem auch die Bestimmung von Übertragungs-Unterkanaleigenschaften wie beispielsweise Signal-Rausch-Verhältnis („SNR“ – Signal to Noise Ratio) erleichtert.

**[0010]** Von der ANSI-Standardskörperschaft ist ein DMT-Standard für DSL-Übertragung für vollratige ADSL in der Veröffentlichung „T1E1.4/97-007R6 Interface between network and customer installation asymmetric digital subscriber line (ADSL) metallic interface“ (Schnittstelle T1E1.4/97-007R6 zwischen Netz und metallischer ADSL-Schnittstelle (Asymmetric digital subscriber line) der Kundeninstallation) veröffentlicht am 26. September 1997 – im folgenden als „T1.413 Ausgabe 2“ bezeichnet – aufgestellt worden. Dieser Standard ist auch von UAWG (Universal ADSL Working Group) als das für DSL-Operation ohne Frequenzweiche zu benutzende Standard-Modulationsverfahren empfohlen worden (siehe: „Universal ADSL Framework Document TG/98-10R1.0“ (universelles ADSL-Rahmendokument TG/98-10R1.0), veröffentlicht von der UAWG am 22. April 1998 und hiernach als „UADSL-Spezifikation“ bezeichnet). Es wird erwartet, daß eine Variation dieses standardisierten DMT-Verfahrens als Standard mit der Bezeichnung G.Lite von der International Telecommunications Union genehmigt wird. Gemäß diesem standardisierten DMT-Verfahren werden Hunderte von Unterkanälen mit 4,3125 Kilohertz (kHz) für DSL-Übertragungen zwischen einer Fernsprech-Vermittlungsstelle (CO – Central Office) und einem abgesetzten Endgerät (RT) oder Kundengrundstück (in einem Heim oder Geschäft) benutzt. Daten werden sowohl in der Abwärtsrichtung (von der CO zum RT) und in der Aufwärtsrichtung von RT zur CO) übertragen. Gemäß diesen Standards beträgt die Summenbandbreite (d.h. die Summe der sowohl in Aufwärts- als auch in Abwärtsübertragungen benutzen Bandbreiten) eines vollratigen ADSL-Systems mehr als 1 megaHertz (MHz), während die von G.Lite über 500 kHz beträgt.

**[0011]** Ein Superrahmen hat eine Dauer von 17 Millisekunden. Ein Rahmen hat eine effektive Dauer von 250 Mikrosekunden (oder umgekehrt, die Rahmenrate ist annähernd 4 kHz) und besteht aus einer Ansammlung von Byte (wobei ein Byte 8 Bit entspricht).

**[0012]** Nachdem ein DSL-Modem eine aktive Kommunikationssitzung mit einem anderen DSL-Modem initialisiert und aufgebaut hat, treten die Modems in einen stabilen Zustand oder Informationsübertragungsmodus ein. In diesem Modus werden Daten in der Aufwärtsrichtung und der Abwärtsrichtung mit Datengeschwindigkeiten transportiert, die während des Initialisierungsverfahrens bestimmt wurden, während dem die Sitzung hergestellt wurde. Im stabilen Modus besteht jeder Rahmen von durch das Modem übertragenen/empfangenen Daten aus einem Overhead-Teil und einem Nutzlastteil. Der Overhead-Teil führt Informationen, die zum Verwalten der Kommunikationen zwischen den zwei kommunizierenden DSL-Modems benutzt werden, während der Nutzlastteil die eigentlichen (z.B. Benutzer-) Daten enthält, die zwischen den Modems zu übermitteln sind. Bei DSL-Kommunikationen, die den DMT-Kommunikationsstandards entsprechen, auf deren Spezifikationen oben Bezug genommen wird, wird das erste Byte jedes Rahmens von Daten als Overhead-Byte bezeichnet. Der Overhead-Teil kann CRC-Daten (Cyclic Redundancy Check – Zyklische Redundanzprüfung), IB-Da-

ten (Indicator Bit – Indikator-Bit), EOC-Daten (Embedded Operations Channel – eingebetteter Betriebskanal) und AOC-Daten (ADSL Overhead Channel) enthalten. Zyklische Redundanzdaten werden zum Überprüfen der Integrität der Kommunikationsstrecke zwischen den zwei DSL-Modems benutzt. Indikator-Bit-Daten werden zum Anzeigen von gewissen Kommunikationsfehlerzuständen benutzt, die während der Kommunikationssitzung auftreten können. EOC- und AOC-Daten liefern Informationen betreffs des Zustandes der Kommunikationssitzung. Die durch diese Teile von Overhead-Daten gelieferten Informationen und hier Format sind ausführlich in T1.413 Ausgabe 2 beschrieben. (Siehe z.B. Abschnitte 6.4.1.3, 8.1, 10.1 und Tabelle 3 der T1.413 Ausgabe 2)

**[0013]** Wie in T1.413 Ausgabe 2 beschrieben, können Daten zwischen den kommunizierenden Modems während einer gegebenen DSL-Kommunikationssitzung entweder mit Datenverschachtelung oder ohne Datenverschachtelung transportiert werden. Wenn Datenverschachtelung eingesetzt wird, werden die transportierten Daten durch einen „Verschachtelungspuffer“ (Interleave Buffer) durchgeleitet. Wenn im umgekehrten Fall transportierte Daten nicht verschachtelt sind, können die Daten durch einen „schnellen Puffer“ durchgeleitet werden. Wie schon bemerkt ist das erste Byte in jedem Rahmen ein Overhead-Datenbyte. Wenn Datenverschachtelung eingesetzt wird, wird dieses Overhead-Byte als „Sync-Byte“ bezeichnet; wenn jedoch keine Verschachtelung eingesetzt wird, kann das Overhead-Byte als „schnelles Byte“ bezeichnet werden.

**[0014]** Die unten stehende Tabelle 1 ist der Tabelle 7 von T1.413 Ausgabe 2 entnommen und zeigt, wie Overhead-Daten in Rahmen verteilt sein können, die während einer herkömmlichen DSL-Kommunikationssitzung übertragen werden, wobei ein „verringelter Overhead-Betriebsmodus“ (Reduced Overhead Mode) eingesetzt wird. Wie ausführlich in Abschnitt 6.4.4.2 der T1.413 Ausgabe 2 beschrieben ist, sind im „verringerten Overhead-Betriebsmodus“ die Sync- bzw. schnellen Byte „vermischt“.

Tabelle 1 – Overhead-Funktionen für verringerten Overhead-Modus – mit vermischten schnellen und Sync-Byte

Rahmen-Nummer	(Nur schneller Puffer) Format des schnellen Bytes	(Nur verschachtelter Puffer) Format des Sync-Bytes
0	Schnelle CRC	Verschachtelte CRC
1	IB0-7	IB0-7
34	IB8-15	IB8-15
35	IB16-23	IB16-23
$4n+2, 4n+3$ mit $n=0...16$ $n \neq 8$	EOC	EOC
$4n, 4n+1$ mit $n=0...16$ , $n \neq 0$	AOC	AOC

**[0015]** Wie in Tabelle 1 oben dargestellt wird das erste Overhead-Byte im ersten Rahmen zum Transportieren von CRC-Daten benutzt. Das erste Byte im zweiten Rahmen wird zum Transportieren der ersten 8 Indikator-Bit benutzt. Das erste Byte im 34. Rahmen wird zum Transportieren der achten bis fünfzehnten Indikator-Bit benutzt. Das erste Byte im 35. Rahmen wird zum Transportieren der sechzehnten bis dreiundzwanzigsten Indikator-Bit benutzt. Das erste Bit in allen übrigen Rahmen wechselt zwischen entweder EOC-Daten oder AOC-Daten. In diesem herkömmlichen Schema werden jedoch, wenn keine eigentlichen EOC- oder AOC-Daten für den Transport verfügbar sind, was häufig eintreten kann, wenn gemäß dem Schema EOC- oder AOC-Daten in einem Rahmen enthalten sein sollen, vorbestimmte Leerbyte anstatt nicht verfügbarer eigentlicher EOC- oder AOC-Daten benutzt.

**[0016]** Da ein Byte aus jedem Rahmen in jedem Superrahmen bei herkömmlichen DSL-Kommunikationen Overhead-Daten zugeordnet ist, ist leider die entsprechende Overhead-Datengeschwindigkeit stets auf 32 kbps festgelegt und ändert sich nicht, wenn sich entweder die Nutzlastdatenübertragungsrate ändert oder wenn die eigentlichen EOC- oder AOC-Daten zur Einfügung in den Rahmen zur Verfügung stehen. Weiterhin sind einige in DSL-Kommunikationen benutzte Fernspreitleitungen von so schlechter Güte, daß die maximal mögliche DSL-Datenübertragungsrate unter Verwendung solcher Leitungen 128 kbps nicht überschreiten darf. Das bedeutet leider, daß, wenn DSL-Kommunikationen über Leitungen mit schlechter Güte ausgeführt werden, ein unerwünscht hoher Prozentsatz (z.B. bis fünfundzwanzig Prozent) des Durchsatzes des DSL-Kommunikationssystems zum Übertragen von Overhead-Daten benutzt werden kann. Zu jeder gegebenen Zeit während einer gegebenen Kommunikationssitzung ist die gesamte Kommunikationsbandbreite konstant. Da die gesamte Datenkommunikationsübertragungsrate entweder in Aufwärtsrichtung oder Abwärtsrichtung je nach Fall zu jeder gegebenen Zeit während einer DSL-Kommunikationssitzung konstant ist, bedeutet dies daher, daß Kommunikationsbandbreite, die sonst zur Übertragung von Nutzlastdaten zur Verfügung stehen würde, unnötigerweise zum Übertragen von Overhead-Daten verbraucht wird.

#### Aufgaben der Erfindung

**[0017]** Im allgemeinen ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Mehrträger-Kommunikationssystem und -verfahren bereitzustellen, das die oben erwähnten und/oder sonstigen Nachteile des Standes der Technik überwindet, und insbesondere ein solches System und Verfahren bereitzustellen, wobei die Overhead-Datenübertragungsrate während einer Kommunikationssitzung geändert und/oder ausgewählt werden kann.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0018]** Dementsprechend wird ein Mehrträger-Kommunikationssystem und -verfahren bereitgestellt, die in der Lage sind, die obenerwähnten und sonstigen Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. In dem System und Verfahren der vorliegenden Erfindung kann die Overhead-Datenübertragungsrate geändert und/oder ausgewählt werden. Insbesondere kann diese Rate während eines anfänglichen Verhandlungsverfahrens und/oder während einer stabilen Betriebsart ausgewählt werden.

**[0019]** Bei einer Ausführungsform kann das System der vorliegenden Erfindung zwei DMT-DSL-Modems umfassen, von denen eines sich in einem Kundengrundstück und ein anderes sich in einer Fernsprechvermittlungsstelle befindet, die durch eine herkömmliche Telefonleitung verbunden sind, über die die Modems durch Übertragen und Empfangen von diskreten Rahmen und Superrahmen von Daten kommunizieren. Innerhalb jedes Superrahmens befinden sich 68 Datenrahmen und ein Synchronisationssymbol. Innerhalb jedes Rahmens befindet sich eine Anzahl von Byte, die Nutzlast- und Overhead-Daten zugeordnet sind. Die Zuordnung der Byte in entweder Overhead- oder Nutzlastdaten ist flexibel (d.h. veränderlich und/oder auswählbar). Während im Stand der Technik das erste Byte in jedem Rahmen Overhead-Daten zugeordnet ist, ungeachtet dessen, ob eine Notwendigkeit zum Transportieren von Overhead-Daten besteht oder nicht, wird in dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Overhead-Datenübertragungsrate während des Anlaufens bestimmt und kann während des stabilen Modus abgeändert werden. Aufgrund des Aufbaus von Rahmen in DSL-Systemen ergibt die Verringerung der Overhead-Datenübertragungsrate während des stabilen Modus eine höhere Nutzlast-Datenübertragungsrate während umgekehrt das Erhöhen der Overhead-Datenübertragungsrate während des stabilen Modus eine niedrigere Nutzlast-Datenübertragungsrate ergibt.

#### Flexible Zuteilung von Overhead-Daten

**[0020]** Wie schon bemerkt ist in herkömmlichen DSL-Systemen ein Byte pro Rahmen Overhead-Daten zugeordnet. Im verbesserten System dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können sowohl die Anzahl von Byte als auch der(die) Overhead-Daten umfassende(n) Rahmen ausgewählt werden. Durch Auswählen der Anzahl von Rahmen, die Overhead-Daten umfassen, und der Anzahl von Overhead-Daten zugeordneten Byte in diesen Rahmen kann die Overhead-Daten zugeordnete Durchsatzmenge abgeändert werden. Dies ist eine bedeutende Abweichung von herkömmlichen DSL-Systemen, bei denen die Overhead-Daten zugeordnete Durchsatzmenge unveränderlich auf 32 kbps festgelegt ist.

**[0021]** Auf ähnliche Weise ist es in dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung möglich, auszuwählen, welcher der Superrahmen Overhead-Daten enthaltende Rahmen führen soll. Dadurch wird ein weiterer Freiheitsgrad beim Zuteilen der Overhead- und Nutzlastdatenübertragungsraten eingeführt.

**[0022]** Da die Overhead-Datenübertragungsrate in dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auswählbar ist, ist es auch vorteilhafterweise möglich, diese Rate auf Grundlage der relativen Prioritäten auszuwählen, die der Übertragung von Nutzlast- und Overhead-Daten erteilt werden sollen, und/oder auszuwählen ob ein Erfordernis besteht, eine hohe Overhead-Datenübertragungsrate zu haben, da eine gegebene Anwendung dies erfordert (z.B. wenn komprimierte Sprachdaten über einen Overhead-Datenkanal zu transportieren sind).

**[0023]** Zwischen den Modems können während der anfänglichen Verhandlungs- bzw. Quittungsaustauschphase Steuerbefehle ausgetauscht werden, die bestimmen können, wieviele und welche der Rahmen und/oder Superrahmen Overhead-Daten enthalten können, und die Anzahl von Byte solcher Daten in den betroffenen Rahmen. Diese Steuerbefehle können jeweilige Nachrichten umfassen, deren Empfang durch einen Modem während der Anfangsverhandlung veranlassen kann, daß der Modem aus einer Mehrzahl von Mengen von Parametern eine jeweilige Parametermenge auswählt, die bestimmt, wieviele und welche Rahmen und/oder Superrahmen Overhead-Daten enthalten werden, sowie die Anzahl von Byte solcher Daten in den betroffenen Rahmen usw. während der Kommunikationssitzung zwischen den Modems. Diese Parametermengen können in Tabellenform in jedem der Modems gespeichert sein und können bezeichnen, welche der bestimmten Byte, Rahmen und Superrahmen Overhead-Daten zuzuordnen sind.

#### Dynamische Durchsatzzuteilung von Overhead-Daten

**[0024]** Zusätzlich dazu, daß die vorliegende Ausführungsform ermöglicht, daß die für Overhead-Daten bestimmte Durchsatzmenge auswählbar ist, kann sie auch die dynamische Einstellung dieses Durchsatzes während des stabilen Betriebs ermöglichen.

**[0025]** Beispielsweise kann, nachdem die Overhead-Datenübertragungsrate während der Startverhandlung festgelegt wurde, ein neuer Nachrichtenübermittlungsvorgang die Neuaushandlung dieser Datenübertragungsrate während des stabilen Betriebs je nach Erfordernis zulassen. Beispielsweise kann anfänglich während des Starts eine Overhead-Datenrate von 4 kbps ausgehandelt werden und danach könnte, wenn eine große EOC-Datenübermittlung erforderlich ist, eine neue Overhead-Kanaldatenübertragungsrate (beispielsweise 32 kbps) ausgehandelt werden, damit die Overhead-Daten schnell übertragen werden können. Bei Abschluß dieser Datenübermittlung kann die Overhead-Datenübertragungsrate dann entsprechend neu ausgehandelt werden.

**[0026]** Die dynamischen Neuverhandlungen der Overhead-Datenübertragungsrate während stabiler Operationen kann durch Austausch von Steuerbefehlen zwischen den Modems der Fernsprechvermittlungsstelle und des Kundengrundstücks auf ähnliche Weise wie die zur anfänglichen Aushandlung dieser Rate benutzten bewirkt werden. Diese Steuerbefehle können über die Overhead-Kanäle ausgetauscht werden. Auf ähnliche Weise können die ausgetauschten Befehle entsprechende Nachrichten umfassen, deren Empfang durch einen Modem während Neuverhandlungen der Overhead-Datenübertragungsrate den Modem veranlassen können, aus einer Mehrzahl von Parametermengen eine entsprechende Parametermenge auszuwählen, die bestimmt wie und welche Rahmen und/oder Superrahmen Overhead-Daten enthalten, die Anzahl von Byte solcher Daten in den betroffenen Rahmen usw. während weiterer Kommunikationen zwischen den Modems. Diese Parametermengen können in Tabellenform in jedem der Modems gespeichert sein und können bezeichnen, welche der bestimmten Byte, Rahmen und Superrahmen Overhead-Daten zuzuordnen sind. Die Nachrichten können eine oder mehrere Tonfrequenzen umfassen oder können die Verwendung eines vorbestimmten Protokolls über einen Overhead-Kanal umfassen, die die bestimmte Parametermenge identifizieren.

**[0027]** Sobald die Änderung der Overhead-Datenübertragungsrate neu ausgehandelt worden ist, müssen die an der Neuverhandlung beteiligten Modems, um einen weiteren Austausch von Overhead-Daten zu bewirken, ihre Übertragung/ihren Empfang von Overhead-Daten gemäß der neu ausgehandelten Rate synchronisieren. Entsprechend dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gibt es mehrere alternative Verfahren, mit denen diese Synchronisierung erreicht werden kann. Bei dem ersten derartigen Verfahren kann der Modem der Vermittlungsstelle eine interne Zählung der Rahmen/Superrahmen durchführen, die von diesem Modem zu dem Modem im Kundengrundstück übertragen worden sind, mit dem er kommunizierte, und der Modem im Kundengrundstück kann gleicherweise eine interne Zählung der Rahmen/Superrahmen durchführen, die er von dem Modem der Fernsprechvermittlungsstelle empfangen hat. Eine Nachricht kann von einem der Modems zum anderen Modem übermittelt werden, die einen Rahmen-/Superrahmen-Zählungswert enthält, bei dem die zwei Modems ihre Overhead-Datenübertragungs-/Empfangsraten entsprechend der neu ausgehandelten Rate einstellen müssen. Jeder Modem stellt dann seine Overhead-Datenübertragungs-/Empfangsrate ein, wenn seine jeweilige interne Rahmen-/Superrahmenzählung diesen Wert erreicht.

**[0028]** Als Alternative kann einer der Modems zum anderen Modem eine Markierungsnachricht übertragen, die anzeigt, daß, wenn der andere Modem zu dem die Markierungsnachricht sendenden Modem einen angegebenen nachfolgenden Superrahmen (z.B. den nächsten Superrahmen) überträgt, die Overhead-Datenübertragungs-/Empfangsraten entsprechend der neu ausgehandelten Rate einzustellen sind. Bei Übertragung dieses angegebenen Superrahmens stellt der Modem, der den Superrahmen übertrug, sich auf die neu ausgehandelte Rate ein; gleicherweise stellt bei Empfang des angegebenen Superrahmens der diesen Superrahmen empfangende Modem sich auf die neu ausgehandelte Rate ein.

**[0029]** Selbstverständlich kann eine Anforderung zur Neuaushandlung der Overhead-Datenübertragungsrate entweder von dem Modem in der Fernsprechvermittlungsstelle oder von dem Modem am Kundenstandort stammen. Weiterhin kann diese Anforderung entweder vom Sendeblock oder vom Empfangsblock in dem die Anforderung einleitenden Modem eingeleitet werden.

**[0030]** Diese und andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung und bei Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnungen ersichtlich.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0031]** [Fig. 1](#) ist ein schematisches Diagramm eines DSL-Systems, in dem die vorliegende Erfindung vorteilhafterweise eingesetzt werden kann.

**[0032]** [Fig. 2](#) zeigt ein herkömmliches Daten-Superrahmenformat.

**[0033]** [Fig. 3](#) ist ein Flußdiagramm eines herkömmlichen Verfahrens zum Erzeugen eines Datenrahmens.

**[0034]** [Fig. 4](#) ist ein Flußdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung zum Erzeugen eines Datenrahmens.

**[0035]** [Fig. 5](#) ist ein Flußdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung zum Neuaushandeln der Overhead-Datenübertragungsrate während eines stabilen Betriebsmodus.

**[0036]** Obwohl die nachfolgende ausführliche Beschreibung unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsformen und Verwendungsverfahren verläuft, versteht sich, daß die vorliegende Erfindung nicht auf diese Ausführungsformen und Verwendungsverfahren begrenzt sein soll. Statt dessen sind, wie der Fachmann erkennen wird, viele Alternativen, Abänderungen und Variationen derselben möglich, ohne von der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Dementsprechend soll die vorliegende Erfindung weitgehend als alle diese Alternativen, Abänderungen und Variationen umfassend angesehen werden, die im Sinn und weiten Rahmen der hiernach beigelegten Ansprüche liegen.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BEISPIELHAFTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0037]** [Fig. 1](#) zeigt ein DSL-Kommunikationssystem, bei dem die vorliegende Erfindung vorteilhafterweise benutzt werden kann. Nach der Darstellung in [Fig. 1](#) ist eine Fernsprechvermittlungsstelle (CO – Central Office) durch einen Teilnehmeranschluß **14** mit einem entfernten Teilnehmer **12** (CP – Customer Premises) verbunden. Typischerweise umfaßt der Teilnehmeranschluß **14** ein Paar verdrahteter Kupferadern, dem traditionellen Mittel zum Führen von Sprachkommunikation zwischen einem Fernsprechteilnehmer oder -kunden und der Vermittlungsstelle. Zur Übermittlung von Sprachkommunikationen in einer Bandbreite von annähernd 4 kHz (Kilohertz) ausgelegt, ist seine Verwendbarkeit durch DSL-Technik sehr erweitert worden.

**[0038]** Die Fernsprechvermittlungsstelle ist wiederum mit einem digitalen Datennetz (DDN) **16** zum Senden und Empfangen von digitalen Daten wie auch mit einem öffentlichen Wählnetz (PSTN – Public Switched Telephone Network) **18** zum Senden und Empfangen von Sprache und anderen niederfrequenten Kommunikationen verbunden. Das digitale Datennetz ist über einen DSL-Zugangsmultiplexer (DSLAM – Digital Subscriber Line Access Multiplexer) **20** mit der Vermittlungsstelle verbunden, während das Fernsprechwählnetz mit der Vermittlungsstelle über eine Ortsvermittlungsbank **22** verbunden ist. Der DSLAM **20** (bzw. sein Äquivalent wie beispielsweise eine für Daten aktivierte Koppelnetz-Anschlußkarte) ist mit einer POTS-Frequenzweiche **24** über eine ATU-C-Einheit (ADSL-Transceiver Unit Central Office) **26** verbunden. Die Ortsvermittlung **20** ist ebenfalls mit der Frequenzweiche verbunden.

**[0039]** Die Frequenzweiche **24** trennt vom Anschluß **14** empfangene Daten und Sprach- (POTS-)Signale aus-

einander. Am Teilnehmerende des Anschlusses **14** führt eine Frequenzweiche **30** die gleichen Funktionen durch. Insbesondere gibt die Frequenzweiche **30** die POTS-Signale vom Anschluß **14** an die entsprechenden Vorrichtungen wie beispielsweise Telefonhandapparate **31**, **32** weiter und gibt die digitalen Datensignale an eine ATU-R-Einheit (ADSL Transceiver Unit Subscriber) **34** zum Anlegen an Datennutzungsvorrichtungen wie beispielsweise einen Personal Computer (PC) **36** und dergleichen weiter. Der Transceiver **34** kann vorteilhafterweise als eine Karte im PC selbst aufgenommen sein und der Transceiver **26** ist gewöhnlich auf ähnliche Weise als Anschlußkarte im Multiplexer **20** implementiert.

**[0040]** Bei diesem Ansatz ist ein Übertragungskanal einer gegebenen Bandbreite in mehrere Unterkanäle jeweils mit einem Bruchteil der Unterkanalbandbreite eingeteilt. Von einem Transceiver zu einem anderen zu übertragende Daten werden gemäß der Nachrichtenkapazität des bestimmten Teilkanals auf jeden Teilkanal auf moduliert. Aufgrund unterschiedlicher Signal-Rausch-(SNR-)Eigenschaften der Teilkanäle kann sich die Datenmenge, mit der ein Teilkanal belastet ist, von Teilkanal zu Teilkanal unterscheiden. Dementsprechend wird an jedem Transceiver eine „Bit-Allokationstabelle“ unterhalten, um die Bitzahl zu definieren, die jeder auf jedem Teilkanal zu dem Empfänger übertragen wird, mit dem er verbunden ist. Diese Tabellen werden während eines Initialisierungsvorgangs erstellt, bei dem Prüfsignale von jedem Transceiver zum anderen übertragen werden und die an den jeweiligen Transceivern empfangenen Signale gemessen werden, um die Höchstzahl von Bit zu bestimmen, die von einem Transceiver zum anderen auf dem bestimmten Anschluß übertragen werden kann. Die von einem bestimmten Transceiver bestimmte Bit-Allokationstabelle wird dann über den digitalen Teilnehmeranschluß **14** zum anderen Transceiver zur Verwendung durch den anderen Transceiver bei der Übertragung von Daten zu diesem bestimmten Transceiver oder jedem beliebigen ähnlichen, mit dem Anschluß **14** verbundenen Transceiver übertragen. Die Übertragung muß natürlich zu einer Zeit geschehen, wenn der Anschluß keinen Störungen unterworfen ist, die die Kommunikation stören können.

**[0041]** Es versteht sich, daß, obwohl das System **1** als Frequenzweichen **24**, **30** umfassend dargestellt ist, die Frequenzweichen **24**, **30** statt dessen vollständig aus dem System **1** weggelassen werden können, wenn das System entsprechend verändert wird, wie ausführlich in der gleichzeitig anhängigen, am 9. Oktober 1998 eingereichten PCT-Anmeldung Serien-Nr. PCT/US98/21442 mit dem Titel „Splitterless Multicarrier Modem“ (Weichenloser Mehrträger-Modem) beschrieben worden ist, die gemeinsam Besitz von dem Eigentümer der gegenständlichen Anmeldung Aware, Inc., Bedford, Massachusetts, USA, ist. Die Gesamtheit der Offenbarung der gleichzeitig anhängigen PCT-Anmeldung wird durch Bezugnahme hier aufgenommen.

**[0042]** Auch versteht sich, obwohl dies in den Figuren nicht dargestellt ist, daß jeder der Transceiver oder Modems **26**, **34** einen jeweiligen Prozessor, Nurlese- und Direktzugriffs-Speicher und Sender- und Empfänger-schaltungsblöcke umfaßt, die über herkömmliche Busschaltungen zusammengeschaltet sind und betrieben werden können, um den Transceivern **26**, **34** die Ausführung der DSL-Kommunikationsverfahren und der verschiedenen anderen Verfahren gemäß der hier beschriebenen vorliegenden Erfindung zu erlauben. Der Nurlese- und Direktzugriffsspeicher dieser Modems **26**, **34** kann Programmcodeanweisungen speichern, die von den Prozessoren der Modems ausführbar sind und, wenn sie von den Prozessoren ausgeführt werden, veranlassen, daß die Modems diese Verfahren ausführen.

**[0043]** **Fig. 2** zeigt das Format eines herkömmlichen DSL-Datensuperrahmens **100**. Der Superrahmen **100** besteht aus achtundsechzig Rahmen, der erste Rahmen **102** in jedem Superrahmen ist als Rahmen 0 bezeichnet, während jedem nachfolgenden Rahmen (zusammen mit der Ziffer **104** bezeichnet) darin bis zum siebenundsechzigsten Rahmen eine Nummer zugewiesen ist, die seiner Ordnungsfolge im Superrahmen entspricht (d.h. Rahmen 1, Rahmen 2, ... Rahmen 67). Jeder Superrahmen ist mit einem Synchronisationssymbol **110** abgeschlossen.

**[0044]** Jeder Rahmen **102**, **104** weist wiederum die Struktur **105** auf. In der Rahmenstruktur **105** ist das erste Byte **107** entweder das Synchronisations-Byte oder das schnelle Byte je nachdem, ob Verschachtelung eingesetzt wird oder nicht. Die übrigen Byte **108** in der Rahmenstruktur **105** sind entweder verschachtelte Datenbyte oder schnelle Datenbyte je nachdem, ob Verschachtelung eingesetzt wird oder nicht.

**[0045]** **Fig. 3** zeigt ein Flußdiagramm eines herkömmlichen Verfahrens **71**, das zuvor zur Bestimmung der Zuteilung von Overhead- und Nutzlastbyte in jeder für die Übertragung zu erzeugenden Rahmenstruktur **105** benutzt worden ist. Das heißt, vor der vorliegenden Erfindung wurde das Verfahren **71** durch herkömmliche DSL-Transceiver beim Erzeugen von Rahmen zur Übertragung benutzt. Das Verfahren **71** beginnt dann durch Initialisieren eines Bytezählers  $k$  auf den Wert von  $k = -1$  (Schritt **70**). Danach wird der Zähler um 1 erhöht (Schritt **75**) und der erhöhte Zählerwert wird mit Null verglichen (Schritt **80**). Wenn der erhöhte Zählerwert gleich Null ist, dann wird ein Overhead-Datenbyte erzeugt und in den Rahmen eingefügt (Schritt **90**). Die Art



von Overhead-Datenbyte, die im Schritt **90** erzeugt wird, wird gemäß den in der schon beschriebenen Tabelle 1 dargebotenen Informationen bestimmt. Der erhöhte Zählerwert wird dann mit der in den zu erzeugenden Rahmen einzuschließenden Anzahl von Byte (kmax) minus Eins verglichen (Schritt **95**) und wenn der erhöhte Zählerwert gleich kmax minus Eins ist, dann läuft der Verfahrensfluß zum Schritt **70** zurück. Wenn alternativ der erhöhte Zählerwert nicht gleich kmax minus Eins ist, dann läuft der Verfahrensfluß zum Schritt **75** zurück.

**[0046]** Wenn umgekehrt im Schritt **80** der erhöhte Zählerwert k nicht Null ist, dann wird ein Nutzlast-Datenbyte erzeugt und mit dem letzten vorher in den Rahmen eingefügten Byte verkettet. Danach läuft das Verfahren **71** zum Schritt **95** weiter. Der Schritt **95** bestimmt, ob der Rahmen voll ist, d.h. ob alle Byte kmax, die im Rahmen zu transportieren sind, mit dem Rahmen verkettet sind.

**[0047]** Wie schon bemerkt, wird durch Verwendung dieses Rahmenaufbauverfahrens **71** des Standes der Technik eine statische Overhead-Datenübertragungsrate in einem herkömmlichen DSL-Kommunikationssystem sichergestellt. Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung implementiert das System **1** Verhandlungs- und Rahmenerzeugungsverfahren, die eine dynamische Einstellbarkeit der Overhead-Datenübertragungsrate im System **1** erlauben.

#### Neue Overhead-Allokationstabelle

**[0048]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Wert einer neuen Variable „n<sub>max</sub>“ bei Initialisierung und/oder im stabilen Zustand von den Transceivern **26**, **34** ausgehandelt. Durch entsprechendes Aushandeln dieses Wertes kann der EOC/AOC-Kanal so programmiert werden, daß er eine Übertragungsrate aufweist, die zwischen einem Mindestwert von annähernd 2 kbps und einem Höchstwert von annähernd 30 kbps liegt. Die Art und Weise, auf die der für „n<sub>max</sub>“ ausgewählte Wert die Overhead-Datenübertragungsraten und die Rahmen, in denen Overhead-Daten bestehen, beeinflusst, ist in der Tabelle 2 unten zusammengefaßt.

**[0049]** Beispielsweise kann durch Auswählen von „n<sub>max</sub>“ als weniger als 16 ein größerer Anteil des Durchsatzes des Systems **1** Nutzlastdaten zugeteilt werden, wenn die EOC/AOC-Erfordernisse begrenzt sind. Wenn beispielsweise „n<sub>max</sub>“ als 2 ausgewählt wird, dann werden Rahmen mit Nummern 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 und 34, 35 in jedem Superrahmen ein erstes Byte aufweisen, das ein Overhead-Byte ist. Die übrigen 54 Rahmen (der insgesamt 68 Rahmen) in einem Superrahmen werden kein Overhead-Byte als erstes Byte im Rahmen aufweisen. Die gesamte Overhead-Datenrate (basierend auf allen EOC/AOC-, CRC- und Indikator-Bitdaten) ist daher von 32 kbps auf annähernd 6,5 kbps verringert.

Tabelle 2 – Abgeänderte Overhead-Funktionen für Modus mit verringertem Overhead – mit vermischten schnellen und Synchronisations-Byte

Rahmennummer	(Nur schneller Puffer) Format des schnellen Bytes	(Nur Verschachtelungs-Puffer) Format des Synchron-
--------------	---	--

		Bytes
0	Schnelle CRC	Verschachtelte CRC
1	IB0-7	IB0-7
34	IB8-15	IB8-15
35	IB16-23	IB16-23
$4n+2, 4n+3$	EOC oder sync	EOC oder sync
mit $n=0\dots n_{\max}$ $n \neq 8$		
$4n, 4n+1$ mit $n=0\dots n_{\max}$ $n \neq 0$	AOC	AOC

[0050] Fig. 4 ist ein Flußdiagramm eines Verfahrens 190 zum Aufbauen des Teils 108 jedes im System 1 übertragenen Rahmens. Das heißt, jeder Transceiver 26, 34 führt beim Aufbauen eines zum jeweils anderen Transceiver 34, 26 im System 1 zu übertragenden Rahmens das Verfahren 190 aus. Zuerst wird im Schritt 200 der Wert von  $n_{\max}$  (gemäß einem ausführlicher unten beschriebenen Verfahren 193) ausgehandelt. Danach wird ein Rahmenzähler L auf -1 initialisiert und um Eins erhöht (Schritte 210 und 215) und der Bytezähler k wird auf -1 initialisiert und um Eins erhöht (Schritte 220 und 230). Der Zähler L wird dann mit den im Block 241 definierten Li-Werten verglichen. Wenn L wie in Block 241 gezeigt gleich einem der Li-Werte ist, dann wird auch bestimmt, ob der Bytezähler k gleich 0 ist (Schritt 260). Wenn ja, dann wird ein Overhead-Byte erzeugt und in den Rahmen eingefügt (Schritt 270). Der Inhalt des Overhead-Bytes wird wie in Tabelle 2 aufgeführt bestimmt. Wenn im Schritt 260 k nicht gleich Null ist oder wenn im Block 240 L nicht gleich einem der Li-Werte ist, dann wird ein Nutzlast-Datenbyte in den Rahmen eingefügt (Schritt 250). Von Schritten 250 oder 270 läuft das Verfahren 190 zum Block 280 weiter, worin bestimmt wird, ob das Ende des Rahmens erreicht worden ist, durch Überprüfen, ob der Zähler k gleich  $k_{\max}$  minus 1 ist. Wenn  $k_{\max}$  nicht gleich  $k_{\max}$  minus 1 ist, kehrt der Fluß des Verfahrens 190 zum Schritt 230 zurück und der Bytezähler k wird im Schritt 230 erhöht und die Schritte werden von 240 an wiederholt. Wenn k gleich k minus 1 ist, dann wird der Rahmenzähler L ausgewertet, um zu bestimmen, ob er gleich 67 ist, was der für den Rahmenzähler erlaubte Höchstwert ist, da es 68 Datenrahmen in einem Superrahmen gibt (Schritt 290). Wenn der Rahmenzähler L diesen Höchstwert nicht erreicht hat, läuft das Verfahren 190 zum Schritt 215 zurück. Wenn umgekehrt L gleich diesem Höchstwert ist, verzweigt sich das Verfahren 190 zum Schritt 300, wo der Superrahmenzähler (der über einen nicht dargestellten Verfahrensschritt aktiviert worden war) um Eins erhöht wird und danach wird bestimmt, ob der Wert von  $n_{\max}$  zu ändern ist (Schritt 310). Wenn der Wert von  $n_{\max}$  zu ändern ist, dann wird das Verhandlungsverfahren von Schritt 200 ausgeführt. Wenn umgekehrt der Wert von  $n_{\max}$  nicht zu ändern ist, dann läuft das Verfahren 190 zum Schritt 210 weiter und der Superrahmenzähler wird um Eins erhöht und die Rahmen- und Bytezähler werden rückgesetzt (Schritte 210, 220).

[0051] Das Verfahren der Fig. 4 wird bevorzugt, da es mit der Einführung eines einzigen neuen Parameters,  $n_{\max}$ , Flexibilität in der Overhead-Datenrate erlaubt. Verfahren mit mehr Parametern, die daher aufwendiger zu implementieren wären (und mehr Abänderungen an den bestehenden DSL-Spezifikationen erfordern würden) sind ebenfalls möglich, ohne von der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0052] Bei dieser beispielhaften Ausführungsform genügt der Parameter  $n_{\max}$ , um bedeutende Flexibilität in der Overhead-Datenübertragungsrate zu erreichen. Durch Erhöhen des Parameters  $n_{\max}$  um ganzzahlige Schritte können Overhead-Datenraten in annähernd 2-kbps-Schritten erhöht werden. Mit Verringern der Overhead-Datenraten nehmen die Nutzlast-Datenraten zu und umgekehrt.

[0053] In dieser beispielhaften Ausführungsform 1 wird auch ein neuer EOC-Befehl definiert, um eine Erhöhung der EOC-/AOC-Kanalraten nach dem Start zu ermöglichen und dadurch eine „fliegende“ Änderung der Rahmenstruktur während stattfindender Kommunikation zwischen den Modems 26, 34 zu erlauben. Dieser EOC-Befehl veranlaßt Neuaushandlung der Parameter  $n_{\max}$  von dem Wert, auf den er ursprünglich während der anfänglichen Verhandlung gesetzt wurde, um die EOC-/AOC-Kanalraten zu erhöhen oder herabzusetzen. Das Format dieses Befehls kann in Abhängigkeit von der bestimmten Aufbauweise des Systems 1 variieren.

**[0054]** Nunmehr auf [Fig. 5](#) bezugnehmend wird ein Verfahren **193** beschrieben, das durch die Transceiver **26, 34** implementiert wird, um den Wert  $n_{\max}$  auszuhandeln, der von den Transceivern **26, 34** beim Aufbau von zueinander zu übertragenden Rahmen zu benutzen ist. Für die Zwecke dieser Verhandlung wird angenommen, daß die Transceiver **26, 34** im System **1** bereits in den stabilen Modus eingetreten sind, ehe sie das Verfahren **193** beginnen. Der einem oder beiden der Transceiver **26, 34** enthaltene Sendeschaltungsblock TX benachrichtigt den in den anderen jeweiligen Transceivern **34, 26** enthaltenen Empfangsschaltungsblock RX, daß der den Block TX umfassende Transceiver **26, 34** die Overhead-Datenrate zu ändern wünscht (Schritt **301**). Der RX-Block im jeweiligen Transceiver **34, 26** erkennt die Änderung (Schritt **311**) und gewährt die Anforderung, indem er eine Nachricht zum TX-Block des Transceivers **26, 34** sendet (Schritt **330**). Danach erkennt der TX-Block des Transceivers **26, 34** im Schritt **320** die Nachricht der Gewährung der Änderungsanforderung und sendet dem RX-Block des Transceivers **34, 26** eine weitere Nachricht (Schritt **340**), die den neuen  $n_{\max}$  definiert, der in Kommunikationen zwischen den Transceivern **26, 34** zu benutzen ist. Dieser neue  $n_{\max}$  kann einer von einer Sammlung von  $n_{\max}$ -Möglichkeiten sein, die bereits im TX und RX der Transceiver gespeichert sind, und die Nachricht kann daher ein Signal zum Wählen einer der Möglichkeiten in der Sammlung sein. In der vorliegenden Ausführungsform ist jedoch der neue  $n_{\max}$ -Wert effektiv zwischen den Transceivern ausgehandelt worden (Schritt **350**), wenn der RX-Block den neuen  $n_{\max}$  empfängt. In der vorliegenden Ausführungsform wird der neue  $n_{\max}$  zu Beginn des nächsten Superrahmens von den zwei Transceivern **26, 34** benutzt. Die in [Fig. 4](#) gezeigten Schritte werden dann befolgt, um diesen Superrahmen aufzubauen. Natürlich kann das Verfahren **193** auch während des anfänglichen Starts der Kommunikationssitzung zum Aushandeln des  $n_{\max}$ -Wertes benutzt werden, der von Modems **26, 34** zu benutzen ist.

**[0055]** Wie schon beschrieben gibt es zahlreiche andere Weisen, auf die diese Aushandlung/Neuaushandlung des Wertes von  $n_{\max}$  implementiert werden kann. Wie ebenfalls schon beschrieben, muß die Einstellung der Overhead-Datenübertragungsraten im System **1** auf den neuen  $n_{\max}$ -Wert nicht an der nächsten Superrahmengrenze erfolgen. Er könnte sich gemäß einer weiteren, zwischen den Transceivern **26, 34** übertragenen Nachricht ändern oder er könnte sich nur dann ändern, wenn ein Zählerwert von übertragenen Superrahmen gewisse Werte erreicht. Auch ist es möglich, viele weitere Parameter als nur  $n_{\max}$  herzustellen und auszutauschen und damit ein flexibleres, wenn auch komplizierteres System zu ermöglichen.

**[0056]** Mit dem vorgeschlagenen Rahmenbildungsmodus wird ein niedriger Overhead und hoher Nutzlastwirkungsgrad in G.lite-Systemen ermöglicht und dabei die Fähigkeit zum „Öffnen“ eines klaren EOC-Kanals mit hoher Bandbreite wenn nötig aufrechterhalten. Wenn andererseits ein G.lite-System keinen EOC-Kanal mit hoher Datenrate erfordert, kann es ihn einfach auf weniger als 2 kbps herunterhandeln. Dieser Vorschlag ist einfach in dem Sinn, daß die Flexibilität durch einfaches Aushandeln einer Variablen ( $n_{\max}$ ) erreicht wird.

**[0057]** Eine Anwendung, die eine dynamische Overhead-Zuteilung erfordert, ist der Transport von komprimierter digitaler Sprache über die EOC/AOC-Daten in einem DSL-System. Obwohl DSL-Systeme ohne Unterbrechung von POTS auf der Telefonleitung fungieren, auf denen der DSL-Dienst angeboten wird, ist die Verwendung der DSL-Daten zum Transportieren von Sprache eines virtuellen zweiten Anschlusses (oder dritten Anschlusses usw.) über einen einzigen Telefonanschluß attraktiv. Dieser digitalisierte Sprachverkehr ist wahrscheinlich unter Verwendung eines beliebigen der herkömmlichen Sprachkomprimierungsverfahren der Industrie komprimiert, um die Datenrate der komprimierten Sprache auf unter 24 kbps herabzusetzen. Der EOC/AOC könnte „geöffnet“ werden, wenn ein Sprachkanal eines zweiten Anschlusses benötigt wird und unter Verwendung des oben beschriebenen Abrufverfahrens zum Transportieren des digitalen Sprachverkehrs (als EOC/AOC-Byte in den Overhead-Daten) benutzt werden. Während dieser Zeit würde die DSL-Nutzlastdatenrate herabgesetzt werden. Bei Abschluß der Sprachdatenübertragung könnte die EOC/AOC-Datenrate unter Verwendung des oben beschriebenen aktiven Verfahrens neu ausgehandelt werden, um niedriger zu sein, und die DSL-Nutzlastdaten könnten wieder auf ihre höhere Rate zurückgehen.

**[0058]** Durch das gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschriebene Rahmenbildungsverfahren kann der EOC/AOC-Kanal so programmiert werden, daß er innerhalb eines Bereichs zwischen einem Mindestwert von annähernd 2 kbps und einem Höchstwert von annähernd 30 kbps liegt, mit einer Granularität von annähernd 2 kbps. Die EOC-Kanal-Datenrate kann durch zusätzliche Änderungen an der Rahmenbildungsstruktur weiter erhöht oder herabgesetzt werden. Beispielsweise könnte die maximale EOC/AOC-Datenrate durch Zulassen von mehr als 1 Synchron-Byte (bzw. schnellen Byte) pro Rahmen gesteigert werden. In diesem Fall kann eine neue Variable „K“, die die Anzahl von Synchron-Byte (bzw. schnellen Byte) pro Rahmen bestimmt, durch die Transceiver beim Start und/oder während der stabilen Betriebsart definiert und ausgehandelt werden. In dem in der Tabelle 1 dargestellten Fall ist  $K = 1$ , da es stets ein EOC/AOC-Byte pro Rahmen gibt. Wenn  $K$  zu  $K = 2$  gemacht wird, dann könnte die Datenrate des EOC/AOC-Kanals verdoppelt werden und damit maximal 60 kbps zulassen. Bei diesem Verfahren (und auch

bei Erhöhung von K auf noch höhere Werte) kann der EOC/AOC-Kanal vergrößert werden, um wenn nötig die gesamte auf dem Kanal verfügbare Bandbreite zu nutzen (d.h. keine der Nutzlast zugeordneten Byte). Dies könnte nützlich sein, wenn der EOC/AOC-Kanal für längere Diagnoseprüfungen oder Modem-Firmware-Aktualisierungen während Tages- oder Nachtzeiten benutzt werden soll, wenn vom Benutzer keine Anwendungen über die Modemverbindung gefahren werden.

**[0059]** Auf gleiche Weise kann die Mindest-Kanaldatenrate des EOC/AOC-Kanals durch Ändern des Rahmenbildungsformats weiter verringert werden, damit die EOC/AOC-Byte nur gewissen Superrahmen zugeteilt werden können. Bei diesem Rahmenbildungsformat wird ein als 8-Bit-Zähler (Modulo **256**) definierter Superrahmenzähler eingesetzt. Der Zähler zählt daher von 0 bis 255 bei der Übertragung (oder dem Empfang) von Superrahmen und beginnt danach wieder mit Zählen bei 0. Auch kann eine neue Variable Smax benutzt werden, um zu bestimmen, wie viele der **256** Superrahmen EOC/AOC-Daten enthalten. Wenn beispielsweise Smax = 8, dann enthalten die ersten 8 Superrahmen der **256** gezählten Superrahmen EOC/AOC-Daten. Die übrigen 248 Superrahmen würden anstelle von EOC/AOC-Byte Nutzlast-Byte in jedem Rahmen enthalten. In diesem Fall wird die EOC/AOC-Kanaldatenrate um einen Faktor von 8/256 (d.h. um einen Faktor von 0,03125) verringert. Allgemein kann bei dem Verfahren die Mindestdatenrate des EOC/AOC-Kanals auf  $(2 \text{ kbps})/256 = 0,0078 \text{ kbps}$  im Fall eines Modulo-256-Zählers verringert werden und kann durch Verwendung von Zählern mit größerem Modulo weiter verringert werden.

**[0060]** In den beiden oben beschriebenen Verfahren zum weiteren Erhöhen oder Verringern der EOC/AOC-Kanalraten können die zusätzlichen Variablen „K“ und Smax während der Initialisierung und/oder des stabilen Betriebs durch die Modems **26, 34** ausgehandelt werden.

**[0061]** Während die Erfindung in Verbindung mit den bevorzugten Ausführungsformen und Verfahren zur Verwendung offenbart worden ist, versteht sich, daß viele Alternativen, Abänderungen und Variationen derselben möglich sind, ohne von der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Übertragungsrate von Overhead-Datenbit in einer Folge von Rahmen in Kommunikationen des digitalen Teilnehmeranschlusses mit Mehrträgermodulation, gekennzeichnet durch folgenden Schritt: Programmieren der Übertragungsrate zwischen einer Mindestrate und einer Höchst rate und Auswählen eines Wertes für einen ersten Parameter ( $n_{\max}$ ), der angibt, welche Rahmen in der Rahmenfolge Overhead-Bit enthalten und welche Rahmen in der Reihenfolge keine Overhead-Bit enthalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin mit Auswählen eines Wertes für einen zweiten Parameter (K), der eine Anzahl von Overhead-Bit angibt, die in jedem Overhead-Bit enthaltenden Rahmen enthalten sind.

3. Verfahren nach Anspruch 2, weiterhin mit Aushandeln eines oder mehrerer des ersten und des zweiten Parameters ( $n_{\max}$ , K) mit einem Sender/Empfänger (**26, 34**) bei Initialisierung oder während beständiger Kommunikation mit dem Sender/Empfänger.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin mit Übertragen oder Empfangen der Rahmenfolge über einen Kommunikationskanal.

5. DSL-Sender/Empfänger (**26, 34**) (digital subscriber line – digitaler Teilnehmeranschluß) mit Mehrträgermodulation zur Übertragung oder zum Empfangen einer Folge von Rahmen über einen Kommunikationskanal, dadurch gekennzeichnet, daß der Sender/Empfänger (**26, 34**) zum Steuern einer Übertragungsrate oder einer Empfangsrate von Overhead-Daten durch Programmieren der Übertragungsrate oder der Empfangsrate zwischen einer Mindestrate und einer Höchst rate und durch Auswählen eines Wertes für einen ersten Parameter ( $n_{\max}$ ), der angibt, welche Rahmen in der Rahmenfolge Overhead-Bit enthalten und welche Rahmen in der Rahmenfolge keine Overhead-Bit enthalten, ausgelegt ist.

6. Sender/Empfänger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wert für einen zweiten Parameter (K) auswählbar ist, der eine Anzahl von Overhead-Bit angibt, die in jedem Overhead-Bit enthaltenden Rahmen enthalten sind.

7. Sender/Empfänger nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Sender (**26, 34**) so ausgelegt ist, daß einer oder mehrere des ersten und zweiten Parameters ( $n_{\max}$ , K) mit einem anderen Sender/Empfänger (**26, 34**) bei Initialisierung oder während beständiger Kommunikation mit dem anderen Sender/Empfänger

(**26, 34**) ausgehandelt werden.

8. Mehrträgerkommunikationsvorrichtung (**26, 34**) zur Kommunikation von sowohl Overhead-Daten als auch Nutzdaten, mit einem Sender/Empfänger (**26, 34**) gemäß einem beliebigen der Ansprüche 5 bis 7, mit folgendem:

Mitteln (TX) zum Übertragen eines Signals zur Anleitung der Aushandlung einer Übertragungsrate dieser Overhead-Daten; oder

Mitteln zum Erlauben der Änderung eines Datenrahmenbildungsparameters, der von dieser Vorrichtung zum Steuern von Formatieren und der Art von Daten in durch die Vorrichtung erzeugten Datenrahmen benutzt wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem beliebigen von Anspruch 1 bis 4 ausgelegt ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

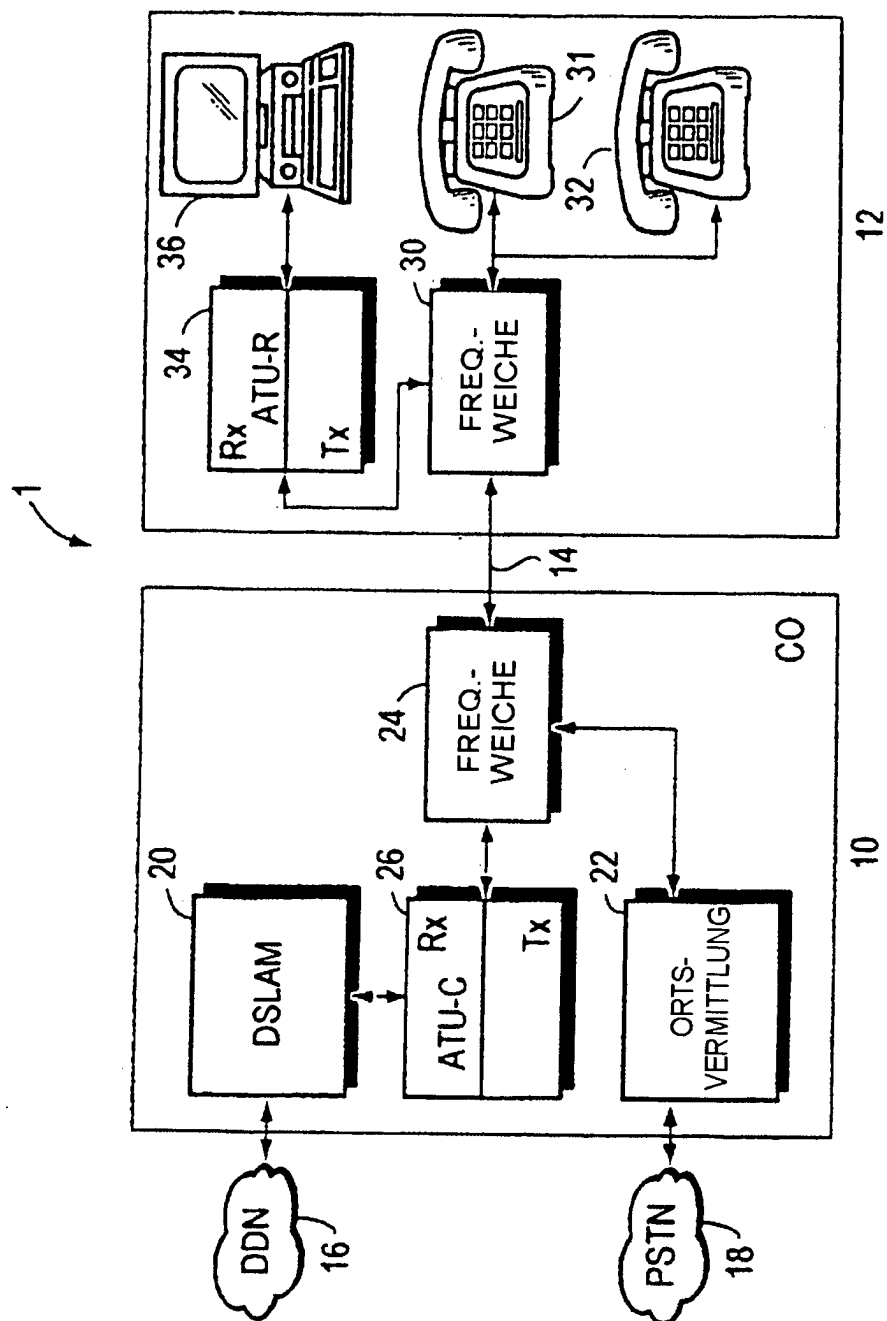


FIG. 1

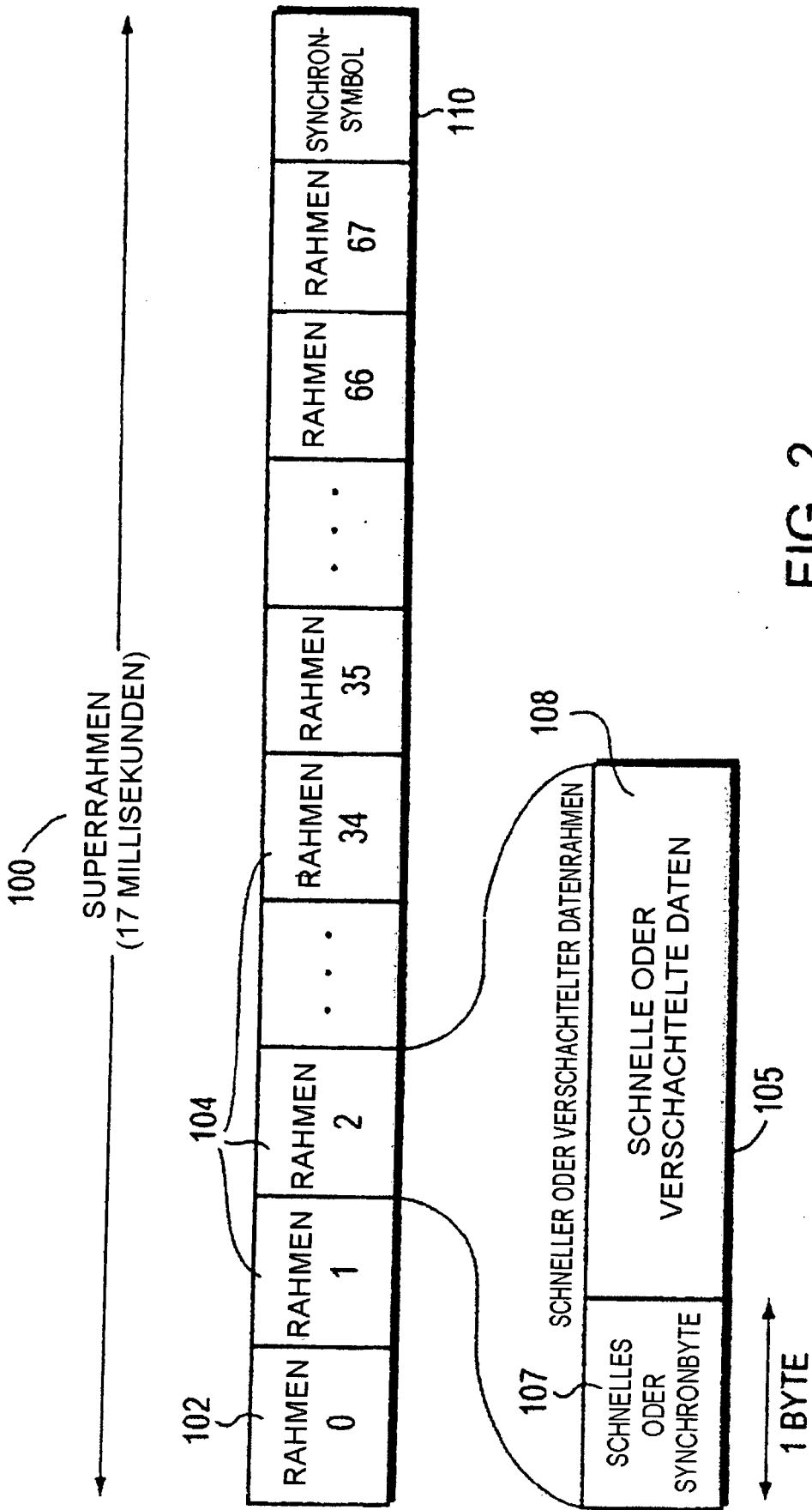
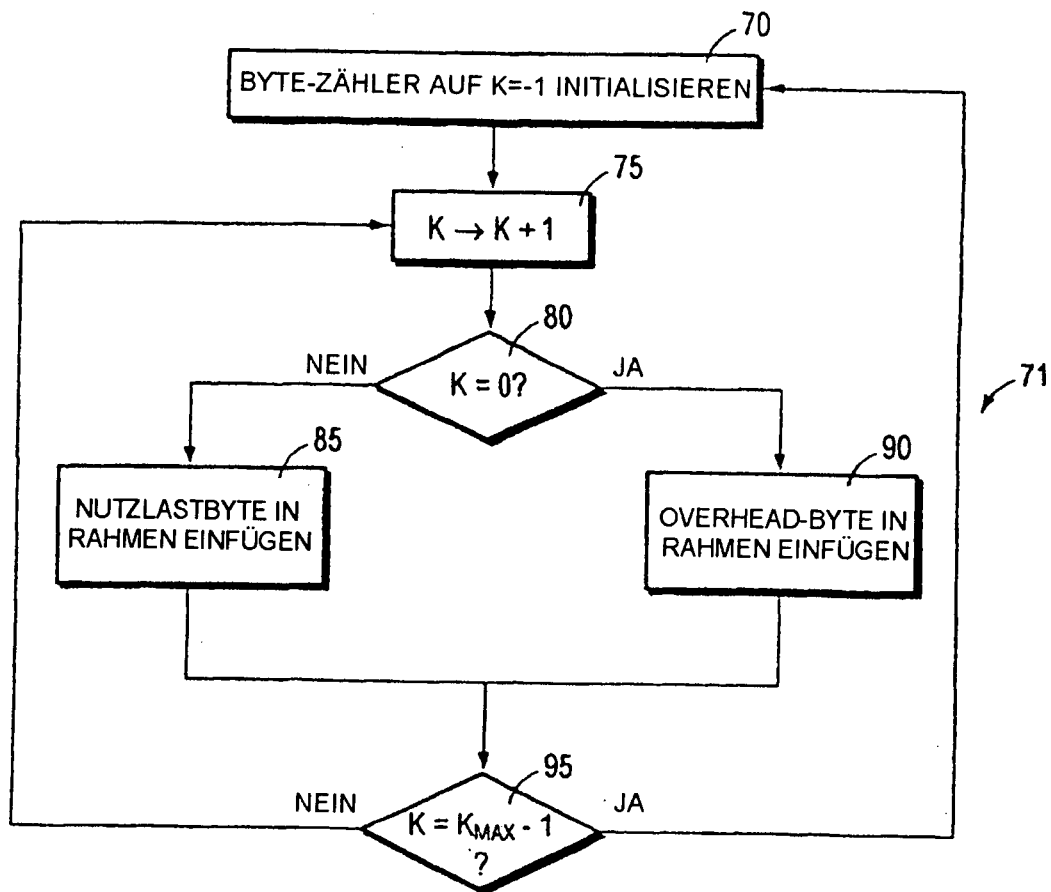


FIG. 2  
(STAND DER TECHNIK)



**FIG. 3**  
(STAND DER TECHNIK)



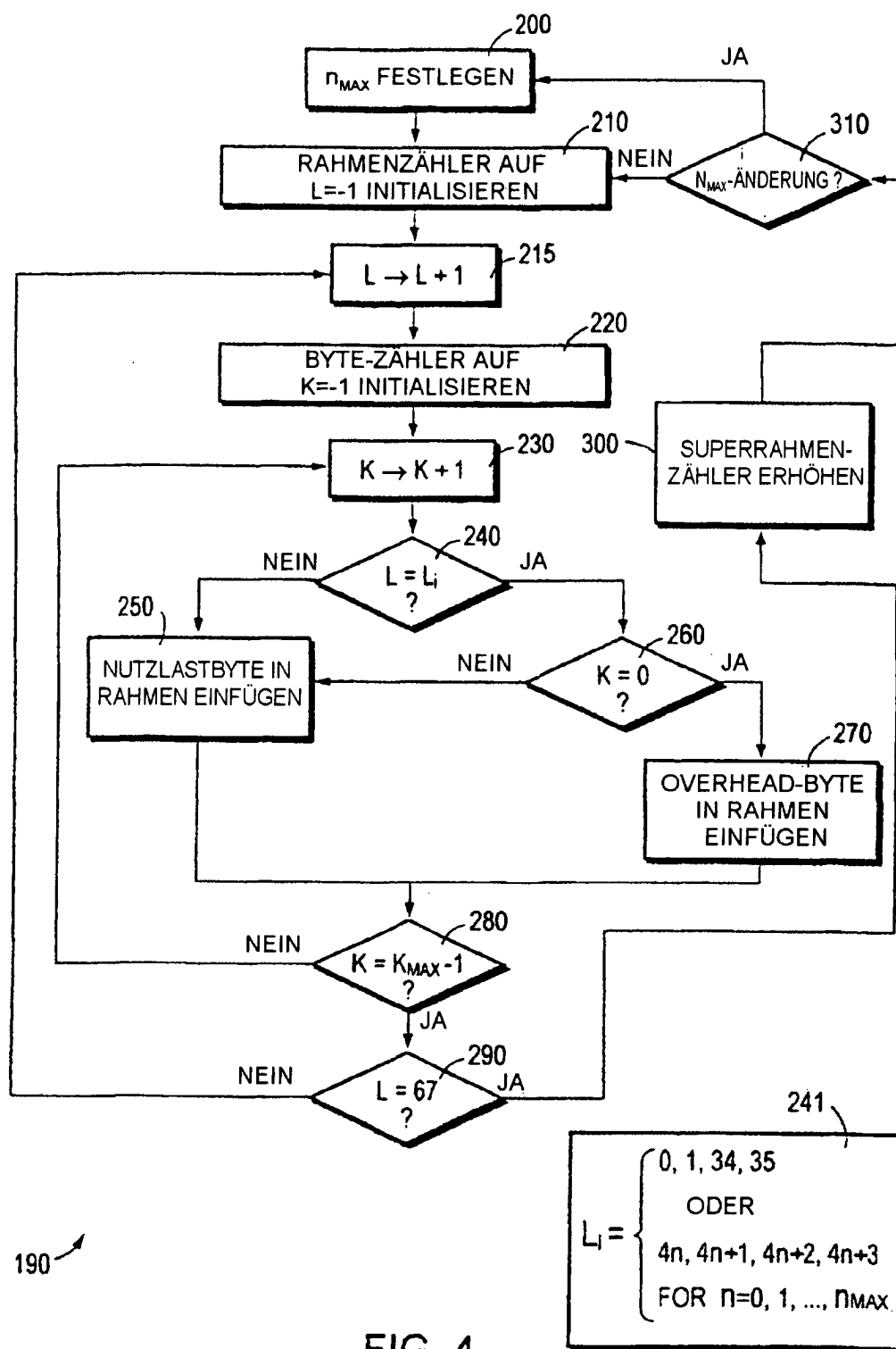


FIG. 4

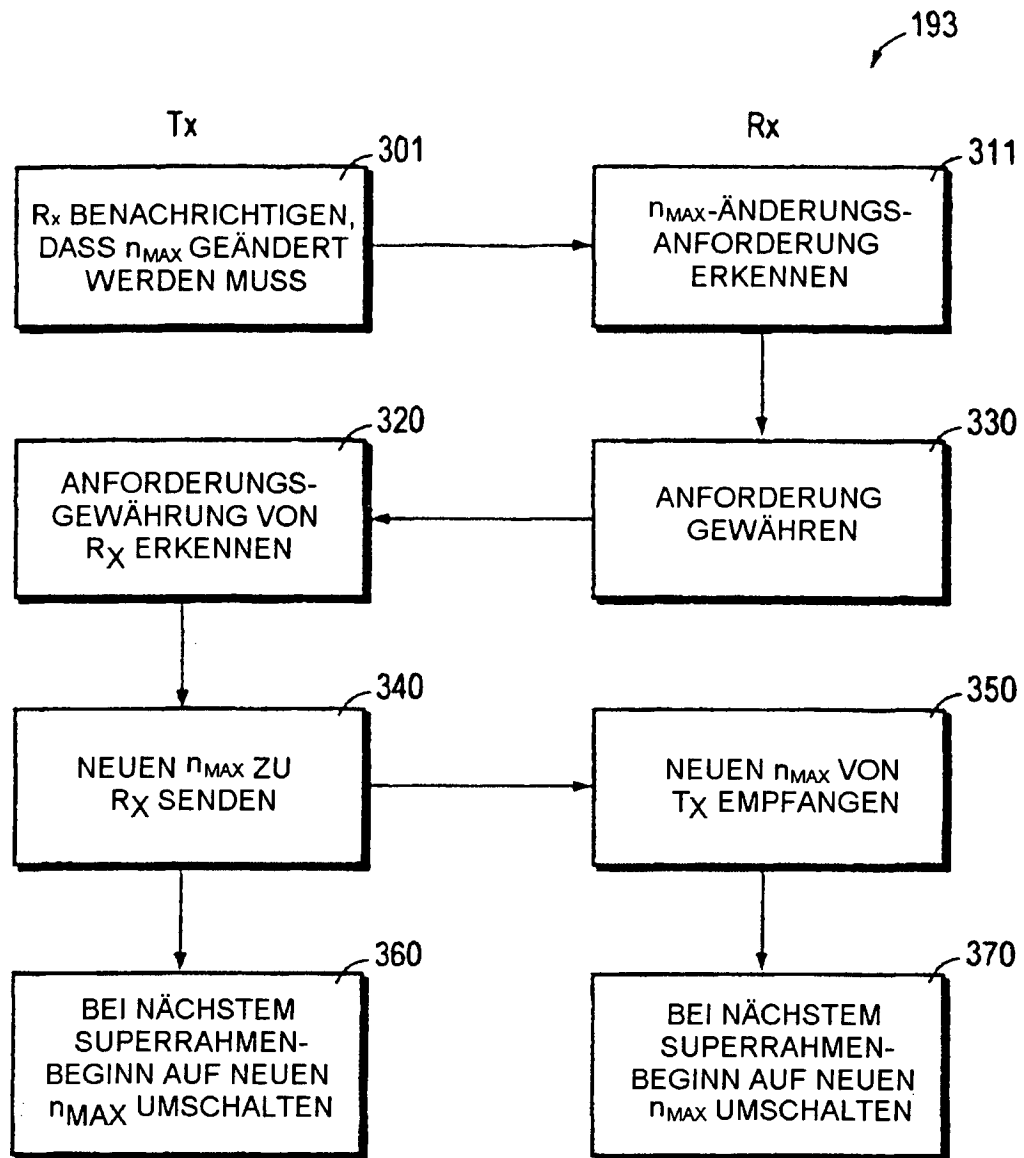


FIG. 5