



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 014 592 A1** 2007.10.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 014 592.5**

(22) Anmeldetag: **29.03.2006**

(43) Offenlegungstag: **04.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H04L 29/04** (2006.01)

H04L 29/14 (2006.01)

H04L 12/28 (2006.01)

(71) Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

**Oertel, Norbert, 84032 Landshut, DE; Pandel,
Jürgen, Dr., 83620 Feldkirchen-Westerham, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

US2006/00 07 947 A1

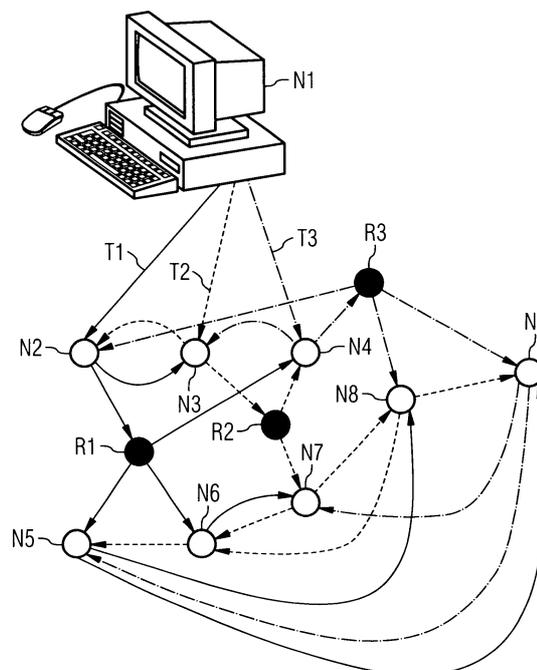
US2004/02 36 863 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Übertragung von Daten in einem Datennetz**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von Daten in einem Datennetz mit einer Vielzahl von Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3), bei dem ein Datenstrom, der an mehrere empfangende Netzknoten (N1, ..., N9) in dem Datennetz zu übertragen ist, in eine Vielzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) aufgeteilt wird; die Teilströme (T1, T2, T3) über mehrere zwischengeschaltete Netzknoten im Datennetz derart verteilt werden, dass die empfangenden Netzknoten (N1, ..., N9) jeweils alle Teilströme (T1, T2, T3) der Vielzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) empfangen, wobei zumindest einige der zwischengeschalteten Netzknoten einen empfangenen Teilstrom (T1, T2, T3) an mehrere Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) senden; bei der Übertragung der Teilströme (T1, T2, T3) einer oder mehrere der zwischengeschalteten Netzknoten Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3) sind, wobei ein Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3) eine Anzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) empfängt und einen oder mehrere der empfangenen Teilströme (T1, T2, T3) jeweils an wenigstens zwei Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) sendet, wobei die Anzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) kleiner als die Vielzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von Daten in einem Datennetz mit einer Vielzahl von Netzknoten sowie ein entsprechendes Datennetz und einen entsprechenden Netzknoten.

[0002] Zur effizienten Verteilung von Datenströmen, beispielsweise von Videoströmen, über Datennetze werden heutzutage so genannte Multicast-Verfahren eingesetzt. Solche Verfahren haben zur Aufgabe, einen Datenstrom nicht nur Punkt-zu-Punkt zwischen zwei Netzknoten auszutauschen, sondern einer Vielzahl von Netzknoten gleichzeitig zur Verfügung zu stellen.

[0003] Im Bereich von paketbasierten IP-Netzen ist ein IP-Multicast-Verfahren bekannt, in dem die Multicasting-Funktion auf der IP-Netzwerkschicht in den einzelnen Routern des Netzes integriert ist. Darüber hinaus sind Multicast-Verfahren auf der Applikationsschicht gemäß dem OSI-Referenzmodell bekannt. Diese Verfahren nutzen in der Netzwerkschicht weiterhin Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, wobei die Multicasting-Funktionalität durch ein Overlay-Netz in der Applikationsschicht bereitgestellt wird.

[0004] In der Druckschrift [1] ist ein Multicast-Verfahren in der Applikationsschicht beschrieben. Bei diesem Verfahren werden disjunkte Verteilbäume erstellt, indem der zu übertragende Datenstrom in mehrere disjunkte Teilströme aufgeteilt wird, welche durch das Netz weitergeleitet werden. Die Netzknoten, die einen Teilstrom empfangen, leiten diesen an mehrere Netzknoten weiter, so dass eine breite Verteilung der Teilströme im Netz erfolgt. Die Verteilung ist hierbei derart organisiert, dass alle Netzknoten auch alle Teilströme des Datenstroms empfangen und diesen zu dem ursprünglichen Datenstrom zusammensetzen können. Dieses Verfahren hat jedoch einige Nachteile. Insbesondere ist in einzelnen Netzknoten die Upstream-Kapazität zum Aussenden von Daten oftmals limitiert, so dass nicht genügend Teilströme von einem Netzknoten an weitere Netzknoten weitergeleitet werden können und somit keine schnelle und effiziente Verteilung der Teilströme im Netz stattfindet. Darüber hinaus beschreibt dieses Verfahren keinen effektiven Fehlerschutz bei Paketverlusten, beispielsweise durch Staus, Übertragungsfehler oder bei Ausfall von Netzknoten. Insbesondere bei der Übertragung von Videoströmen ist jedoch ein effektiver Fehlerschutz sehr wichtig, da schlechte Videoqualität von den Benutzern nicht toleriert wird.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren zur Übertragung von Daten in einem Datennetz zu schaffen, welches eine zuverlässige und effiziente Verteilung der Daten in dem Datennetz an mehrere Netzknoten gewährleistet.

[0006] In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Datenstrom, der an mehrere empfangende Netzknoten in dem Datennetz zu übertragen ist, in eine Vielzahl von Teilströmen aufgeteilt. Die Teilströme werden über mehrere zwischengeschaltete Netzknoten im Datennetz derart verteilt, dass die empfangenden Netzknoten jeweils alle Teilströme der Vielzahl von Teilströmen empfangen, wobei zumindest einige der zwischengeschalteten Netzknoten einen empfangenen Teilstrom an mehrere Netzknoten senden. Mit diesen Merkmalen wird gewährleistet, dass sich die Teilströme im Netz auffächern. Das Auffächern wird dadurch erreicht, dass einige zwischengeschaltete Netzknoten den empfangenen Teilstrom nicht nur an einen Netzknoten, sondern an mehrere senden. Darüber hinaus wird durch die obigen Merkmale sichergestellt, dass die empfangenden Netzknoten jeweils auch alle Teilströme der Vielzahl von Teilströmen empfangen, um die Teilströme dann wieder zu dem ursprünglichen Datenstrom zusammensetzen.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass bei der Übertragung der Teilströme einer oder mehrere der zwischengeschalteten Netzknoten Weiterleitungsknoten sind, wobei ein Weiterleitungsknoten eine Anzahl von Teilströmen empfängt und einen oder mehrere der empfangenen Teilströme jeweils an wenigstens zwei Netzknoten sendet, wobei die Anzahl von Teilströmen kleiner als die Vielzahl von Teilströmen ist. Mit diesem Merkmal wird eine neue Klasse von Knoten geschaffen, deren Hauptfunktionalität das Weiterleiten von Teilströmen ist. Da diese Knoten nicht alle Teilströme empfangen, ist es nicht beabsichtigt, in diesen Knoten den Datenstrom wieder aus der Vielzahl von Teilströmen zusammensetzen. Vielmehr übernehmen die Weiterleitungsknoten die Funktion des schnelleren Verteilens der Teilströme im Netz. Darüber hinaus kann mit solchen Weiterleitungsknoten auch ein Fehlerschutz erreicht werden, wie weiter unten noch näher erläutert wird.

[0008] Es besteht ferner die Möglichkeit, in einem Netz vorhandene Knoten als Weiterleitungsknoten in dem Datenübertragungsverfahren einzubinden. Dies ist insbesondere dann interessant, wenn die einzubindenden Knoten eine hohe Kapazität zum Aussenden von Daten (auch als Upstream-Kapazität bezeichnet) zur Verfügung stellen. Durch die Einbindung solcher Weiterleitungsknoten können dann in dem Datennetz die anderen Netzknoten entlastet werden. Somit wird durch das erfindungsgemäße Verfahren auch ein stabileres Datennetz mit geringerer Ausfallwahrscheinlichkeit von Knoten geschaffen.

[0009] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens empfangen die Weiterleitungsknoten jeweils nur einen einzigen Teilstrom, den sie dann an zumindest zwei weitere Netzknoten weitersenden. Es ist jedoch auch

möglich, dass die Weiterleitungsknoten auch mehrere Teilströme empfangen, welche vorzugsweise unterschiedlich zueinander sind. Eine besonders gute Verteilung der Teilströme im Netz wird in einer Ausgestaltung der Erfindung dadurch bewirkt, dass einer oder mehrere der Weiterleitungsknoten jeweils jeden von dem jeweiligen Weiterleitungsknoten empfangenen Teilstrom an wenigstens zwei Netzknoten sendet. Es erfolgt somit für jeden eingehenden Teilstrom eine Auffächerung in zumindest zwei weitere Teilströme, so dass eine schnelle Verteilung der Teilströme im Netz erreicht wird.

[0010] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Übertragungsverfahrens übernehmen zumindest ein Teil der empfangenden Netzknoten nicht nur die Funktion des Datenempfangs, sondern sie fungieren auch als zwischengeschaltete Knoten. Es ist hierbei insbesondere auch möglich, dass alle empfangenen Netzknoten beide Funktionen übernehmen, das heißt jeder empfangende Netzknoten sendet auch zumindest einen Teilstrom an mehrere Netzknoten aus.

[0011] Die Aufteilung des Datenstroms im Datennetz erfolgt in einer besonders bevorzugten Ausführungsform in einem sendenden Netzknoten, der selbst Bestandteil des Datennetzes ist, wobei der sendende Netzknoten jeden Teilstrom an einen Netzknoten in dem Datennetz sendet. Es kann somit eine dezentrale Datennetzstruktur geschaffen werden, bei der die Verteilung des Datenstroms von einem beliebigen Netzknoten im Datennetz initiiert wird.

[0012] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die Vielzahl von Teilströmen disjunkte Datenströme, so dass keine redundanten Informationen übertragen werden.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann durch die Integration von Weiterleitungsknoten ein Fehlerschutz im Datennetz erreicht werden. Dies geschieht dadurch, dass im Falle, dass ein Netzknoten einen verlustbehafteten und/oder fehlerhaften Teilstrom empfängt, dieser Netzknoten den verlustbehafteten und/oder fehlerhaften Teilstrom als Ganzes oder nur die verloren gegangenen und/oder fehlerhaften Abschnitte des Teilstroms von einem Weiterleitungsknoten anfordert.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform ist es auch möglich, dass im Falle, dass ein jeweiliger Netzknoten einen verlustbehafteten und/oder fehlerhaften Teilstrom empfängt, der jeweilige Netzknoten wenigstens einen Weiterleitungsknoten, der den entsprechenden Teilstrom fehlerfrei empfangen hat, anweist, den Teilstrom oder die fehlerhaften und/oder verloren gegangenen Abschnitte des Teilstroms an diejenigen Netzknoten zu senden, die den Teilstrom

von dem jeweiligen Netzknoten empfangen sollen.

[0015] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform kann das erfindungsgemäße Verfahren auch dazu genutzt werden, Kapazitäts-Engpässe von einzelnen Knoten mit Hilfe der Weiterleitungsknoten auszugleichen. Dies wird dadurch erreicht, dass im Falle, dass ein jeweiliger Netzknoten feststellt, dass seine Sendekapazität zum Aussenden eines empfangenen Teilstroms an eine vorbestimmte Anzahl von Knoten nicht mehr ausreicht, der jeweilige Netzknoten wenigstens einen Weiterleitungsknoten, der auch den entsprechenden Teilstrom empfangen hat, anweist, den Teilstrom an einen oder mehrere der vorbestimmten Netzknoten zu senden.

[0016] Die soeben beschriebenen Ausführungsformen, bei denen ein Fehlerschutz bzw. die Überbrückung von Kapazitäts-Engpässen erreicht wird, verwenden vorzugsweise ein Zuweisungsschema, um Teilströme nochmals anzufordern bzw. Weiterleitungsknoten anzuweisen, Teilströme an andere Weiterleitungsknoten zu schicken. Hierbei werden einem oder mehreren Netzknoten jeweils ein oder mehrere Weiterleitungsknoten zugewiesen, wobei der oder die mehreren Netzknoten Teilströme oder Abschnitte der Teilströme von den zugewiesenen Weiterleitungsknoten anfordern können und/oder wobei der oder die mehreren Netzknoten die zugewiesenen Weiterleitungsknoten anweisen können, Teilströme oder Abschnitte der Teilströme an andere Netzknoten zu senden. Die Zuweisung der Weiterleitungsknoten zu Netzknoten kann entweder innerhalb der Teilströme (so genannte Inband-Signalisierung) oder auch separat zu den Teilströmen (so genannte Outband-Signalisierung) an die Netzknoten übertragen werden.

[0017] Damit die Netzknoten bei Übertragungsfehlern möglichst lange Teilströme von Weiterleitungsknoten anfordern können, werden in einer Ausgestaltung die von einem Weiterleitungsknoten empfangenen Teilströme eine vorbestimmte Zeitperiode gepuffert.

[0018] Gegebenenfalls kann in dem erfindungsgemäßen Verfahren neben dem oben beschriebenen Fehlerschutz bzw. alternativ zu diesem Fehlerschutz ein weiteres bzw. anderes Fehlerschutzverfahren, insbesondere das FEC-Verfahren (FEC = Forward Error Correction), eingesetzt werden.

[0019] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Verfahren in einem paketvermittelten Datennetz eingesetzt, insbesondere in einem IP-Datennetz (IP = Internet Protokoll). Das Verfahren beruht hierbei vorzugsweise auf einem Multicast-Verfahren auf der Applikationsschicht im OSI-Referenzmodell. Vorzugsweise wird bei einem derartigen Multicast-Verfahren UDP (UDP = User Datagram Protokoll) als

Transportprotokoll in der Transportschicht im OSI-Referenzmodell verwendet. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zur Übertragung von Videodatenströmen, z.B. von codierten Videodatenströmen, welche dann in den empfangenden Netzknoten mit einem entsprechenden Decoder decodiert werden können. Ein wichtiges Einsatzgebiet des erfindungsgemäßen Verfahrens sind dezentrale Datennetze, insbesondere Peer-to-Peer-Datennetze.

[0020] Neben dem soeben beschriebenen Verfahren betrifft die Erfindung ferner ein Datennetz, mit einer Vielzahl von Netzknoten, wobei das Datennetz derart ausgestaltet ist, dass in diesem Datennetz ein Verfahren gemäß der Erfindung durchführbar ist. Wie oben bereits erwähnt, ist das Datennetz vorzugsweise ein IP-basiertes Datennetz und/oder ein dezentrales Datennetz, insbesondere ein Peer-to-Peer-Datennetz.

[0021] Die Erfindung umfasst neben dem Datennetz auch noch einen einzelnen Netzknoten zur Verwendung in einem Datennetz, wobei der Netzknoten derart ausgestaltet ist, dass er bei der Übertragung von Teilströmen eines Datenstroms mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Anzahl von Teilströmen empfängt und einen oder mehrere der empfangenen Teilströme jeweils an wenigstens zwei Netzknoten sendet, wobei die Anzahl von Teilströmen kleiner als die Vielzahl von Teilströmen ist. Der Netzknoten kann hierbei ein Netzrechner sein. Es ist jedoch auch möglich, dass der Netzknoten eine beliebige andere Vorrichtung zum Datensenden und Datenempfangen ist, beispielsweise eine Set-Top-Box und dergleichen. Solche Geräte beinhalten vorzugsweise einen Decoder, der einen empfangenen codierten Videostrom wieder decodiert.

[0022] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Figuren beschrieben.

[0023] Es zeigen:

[0024] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Datenübertragungsverfahrens gemäß dem Stand der Technik; und

[0025] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Datenübertragungsverfahrens.

[0026] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines IP-basierten Datennetzes beschrieben, welches eine Vielzahl von Netzknoten in der Form von Netzrechnern aufweist, wobei das Verfahren gemäß der hier beschriebenen Ausführungsform auf einem sog. Application-Layer-Multicast-Verfahren beruht, bei dem ein Datenstrom an mehrere Netzknoten übertra-

gen wird. Die Multicasting-Funktion wird hierbei auf der Applikationsschicht im OSI-Referenzmodell erreicht, wobei die Datenübertragung in der Netzwerkschicht weiterhin eine Unicast-Übertragung ist, das heißt jede Kante zwischen zwei Netzknoten entspricht einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen den Netzknoten.

[0027] Die nachfolgend beschriebene Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine Weiterentwicklung eines speziellen Application-Layer-Multicast-Verfahrens, mit dem ein sog. Splitstream erzeugt wird, in dem ein Datenstrom in eine Vielzahl von Teilströmen aufgeteilt wird, die über unterschiedliche Netzknoten an die für den Empfang des Datenstroms vorgesehenen Netzknoten weitergeleitet werden. Die Weiterleitung erfolgt hierbei derart, dass die Netzknoten, welche den Datenstrom empfangen sollen, alle Teilströme empfangen und diese dann zu dem ursprünglichen Datenstrom zusammensetzen können. Dieses Verfahren ist beispielsweise in der bereits erwähnten Druckschrift [1] beschrieben.

[0028] [Fig. 1](#) zeigt nochmals vereinfacht die Datenübertragung gemäß dem obigen bekannten Datenübertragungsverfahren. Es wird hierbei ein Datennetz mit vier Netzknoten N1, N2, N3 und N4 betrachtet, wobei alle Netzknoten Rechner sind, was schematisiert in [Fig. 1](#) für den Netzknoten N1 angedeutet ist. Die Netzknoten müssen jedoch nicht unbedingt Rechner sein, insbesondere können die Netzknoten auch beliebige andere Datenempfangsgeräte darstellen, welche die empfangenen Teilströme verarbeiten können.

[0029] Der Netzknoten N1 möchte einen Datenstrom an alle weiteren Netzknoten N2, N3 und N4 in dem Datennetz senden. Hierzu teilt der Netzknoten N1 den zu sendenden Datenstrom in drei Teilströme T1, T2 und T3 auf. Hier und im Folgenden wird ein Teilstrom T1 durch eine durchgezogene Linie wiedergegeben, ein Teilstrom T2 durch eine gestrichelte Linie und ein Teilstrom T3 durch eine strichpunktierte Linie. Der Netzknoten N1 sendet einen Teilstrom an jeden Netzknoten N2, N3 und N4. Der Teilstrom T1 wird hierbei an den Netzknoten N2, der Teilstrom T2 an den Netzknoten N3 und der Teilstrom T3 an den Netzknoten N4 übertragen.

[0030] Jeder der Netzknoten N1 bis N4 hat eine bestimmte Kapazität, um Daten als Upstream an weitere Knoten weiterzuleiten. In dem Beispiel der [Fig. 1](#) kann jeder Knoten zwei Teilströme weiterleiten. Damit jeder der Knoten N2, N3 und N4 alle drei Teilströme empfängt, sendet der Knoten N2 den empfangenen Teilstrom T1 sowohl an den Knoten N3 als auch an den Knoten N4. Der Knoten N3 sendet den von ihm empfangenen Teilstrom T2 sowohl an den Knoten N2 als auch an den Knoten N4. Analog sendet der Knoten N4 den von ihm empfangenen Teilstrom

T3 sowohl an den Knoten N2 als auch an den Knoten N3.

[0031] Aufgrund der beschränkten Upstream-Kapazität der Knoten kann keine weitere Verteilung der Teilströme in dem Datennetz an andere Knoten erfolgen, da jeder der Knoten N2, N3 und N4 bereits zwei Teilströme aussendet und somit keine Kapazität zur Weiterleitung der Teilströme an andere Knoten hat. Das Verfahren in [Fig. 1](#) gewährleistet somit nur eine eingeschränkte Multicasting-Funktionalität, bei der nur drei Knoten einen Datenstrom empfangen können. Darüber hinaus erweist es sich in dem Datennetz der [Fig. 1](#) als nachteilhaft, dass bei einer verlustbehafteten oder fehlerbehafteten Datenübertragung eines Teilstroms keine Möglichkeit besteht, sich die verloren gegangenen bzw. fehlerbehafteten Daten wiederzubeschaffen. Es können zum Fehlerschutz nur aus dem Stand der Technik bekannte Verfahren, wie z. B. das FEC-Verfahren, verwendet werden, bei denen den übertragenen Daten Redundanz hinzugefügt wird. Dies führt jedoch zu einer größeren Menge an zu übertragenden Daten. Werden mit dem Datenstrom beispielsweise Videodaten übertragen, leidet hierunter die Videoqualität, da der Anteil der Bandbreite für Video verringert werden muss, um die erhöhte Datenmenge transportieren zu können.

[0032] Um die in Bezug auf [Fig. 1](#) beschriebenen Probleme in bekannten Splitstream-Verfahren zu umgehen, wird gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgeschlagen, eine neue Klasse von Netzknotten in dem Datennetz einzuführen, wie im Folgenden anhand von [Fig. 2](#) erläutert wird. In [Fig. 2](#) ist ein Datennetz mit neun herkömmlichen Knoten N1, N2, ..., N9 gezeigt, welche analog zur [Fig. 1](#) Netzrechner darstellen. Auch in [Fig. 2](#) ist zur Veranschaulichung der Knoten N1 schematisiert als Rechner dargestellt. Der Knoten N1 möchte wiederum einen Datenstrom an die Netzrechner N2 bis N9 senden. Analog zu [Fig. 1](#) wird hierzu ein Splitstream-Verfahren verwendet, wobei der Knoten N1 den Datenstrom wiederum in die Teilströme T1, T2 und T3 aufteilt. Im Unterschied zu dem herkömmlichen Verfahren gemäß [Fig. 1](#) sind neben den Netzknotten N1 bis N9 eine weitere Klasse von sog. Relay- oder Weiterleitungsknoten vorgesehen, die in [Fig. 2](#) schwarz gezeichnet sind und als R1, R2 und R3 bezeichnet sind. Im Gegensatz zu den Knoten N1 bis N9 haben diese Knoten kein Interesse daran, den übertragenen Datenstrom, das heißt alle Teilströme T1, T2 und T3 komplett zu empfangen. Die Knoten zeichnen sich somit dadurch aus, dass sie eine geringere Anzahl als die drei Datenströme T1, T2 und T3 empfangen.

[0033] Die Knoten R1, R2 und R3 stellen ihre Kapazität zur Upstream-Übertragung zur Verfügung, um Datenströme an eine größere Anzahl von Netzknotten im Netz zu verteilen. Hierzu haben die Knoten die Funktionalität, dass sie wenigstens einen empfangenen

Datenstrom an wenigstens zwei weitere Netzknotten weiterleiten. Um zu erreichen, dass Knoten im Netz die Funktionalität von Relay-Knoten übernehmen, müssen die Netzknotten bzw. die entsprechenden Bediener der Netzrechner dazu motiviert werden, ihre Upstream-Kapazität zur Verfügung zu stellen. Dies kann in der Form von Incentives erfolgen. Beispielsweise kann ein Dienstanbieter, der das in [Fig. 2](#) gezeigte Multicast-Verfahren zur Übertragung von Videoströmen zur Verfügung stellt, ein Incentive-Programm bereitstellen. Mit Hilfe des Incentive-Programms erhalten Netzknotten, welche ihre Upstream-Kapazität zur Verfügung stellen, Belohnungen in der Form von Prämien oder Geldzahlungen. Um ein derartiges Incentive-Programm finanzieren zu können, erhöht der Dienstanbieter die Preise für die Bereitstellung der Videoströme, insbesondere verlangt er von Nutzern des Multicast-Verfahrens, welche Videoströme mit sehr hoher Qualität an große Nutzerkreise schnell und flexibel verbreiten möchten, erhöhte Entgelte zur Bereitstellung des Multicast-Dienstes.

[0034] Aus [Fig. 2](#) ergibt sich deutlich, dass durch die Zwischenschaltung der Relay-Knoten R1, R2 und R3 eine schnellere und auf eine größere Anzahl von Netzknotten verteilte Übertragung der Teilströme gewährleistet ist. Der Knoten R1 stellt hierbei eine sehr hohe Upstream-Kapazität bereit, denn er kann den von ihm empfangenen Teilstrom T1 an drei weitere Knoten, nämlich die Knoten N5, N6 und N4 weiterleiten. Auch der Knoten R3 stellt eine derart hohe Upstream-Kapazität zur Verfügung. Insbesondere kann der von dem Knoten R3 empfangene Teilstrom T3 auch an drei Knoten, nämlich N2, N8 und N9 weitergeleitet werden. Die Kapazität des Knotens R2 reicht ebenfalls für das Aussenden von drei Teilströmen aus. Dieser Knoten leitet in dem Szenario der [Fig. 2](#) den von ihm empfangenen Teilstrom T2 jedoch nur an zwei Knoten, nämlich N4 und N7, weiter. Analog zu den Netzknotten in [Fig. 1](#) weisen die anderen Netzknotten N1 bis N9 lediglich eine Upstream-Kapazität zur Weiterleitung von zwei Teilströmen auf.

[0035] Mit dem in [Fig. 2](#) gezeigten Verfahren kann der Fehlerschutz im Vergleich zu dem Verfahren der [Fig. 1](#) deutlich verbessert werden. Insbesondere können Relay-Knoten den von ihnen empfangenen Teilstrom puffern und bei Bedarf anderen Netzknotten zur Verfügung stellen, die aufgrund von Staus, Bandbreiten-Engpässen, Übertragungsfehlern, Ausfällen von Knoten und dergleichen Datenpakete in einem Datenstrom nicht richtig empfangen haben. Fällt beispielsweise der Teilstrom T2 zwischen Knoten N6 zu N5 aus, kann der Relay-Knoten R2 einspringen und seinen gepufferten Datenstrom T2 an den Knoten N5 schicken. Um einen derartigen Fehlerschutz durch Retransmission von Teilströmen bzw. Abschnitten von Teilströmen durch Relay-Knoten zu erreichen, können verschiedene Arten von Verfahren eingesetzt

werden. Insbesondere kann ein Netzknoten, der einen bestimmten Teilstrom fehlerhaft empfangen hat, eine Meldung an einen Relay-Knoten absetzen, in der er den Teilstrom und die Sequenznummer des identifizierten fehlerhaften Pakets spezifiziert und den Relay-Knoten anweist, das entsprechende Paket nochmals an ihn zu senden.

[0036] Damit ein Netzknoten Datenpakete gezielt von Relay-Knoten anfordern kann, muss durch eine Inband-Signalisierung, die innerhalb der Teilströme übermittelt wird, oder auch durch eine separate Outband-Signalisierung eine Zuweisung vorgenommen werden, mit der jedem Netzknoten N1 bis N9 jeweils ein oder auch mehrere Relay-Knoten für einen der Teilströme T1 bis T3 zugewiesen ist. Bei Paketverlusten, bei denen beispielsweise eine Decodierung eines empfangenen codierten Videostroms nicht mehr möglich ist, kann dann ein Netzknoten gezielt Pakete von dem ihm zugewiesenen Relay-Knoten, der die entsprechenden Pakete verlustfrei empfangen hat, erneut anfordern. Es wird hierdurch ein sehr guter Fehlerschutz gewährleistet. Insbesondere wird ein Fehlerschutz erreicht, ohne dass dem Datenstrom Redundanz hinzugefügt werden muss. Demzufolge kann eine hohe Datenrate und eine hohe Qualität der übertragenen Datenströme gewährleistet werden.

[0037] Das soeben beschriebene erfindungsgemäße Verfahren kann ferner dazu genutzt werden, Upstream-Kapazitäts-Engpässe von einzelnen Netzknoten zu kompensieren. Stellt beispielsweise ein Netzknoten fest, dass er den von ihm empfangenen Teilstrom nicht an einen weiteren Netzknoten weiterleiten kann, kann er einen Relay-Knoten, der ihm vorzugsweise auch gemäß dem oben beschriebenen Zuweisungsverfahren zugewiesen ist, anweisen, den entsprechenden Teilstrom an den Knoten zu senden, an den er den Teilstrom weiterleiten würde, wenn er genügend Kapazität zur Verfügung hätte. Das Datennetz wird hierdurch entlastet und es können Zeitverzögerungen aufgrund von Kapazitäts-Engpässen vermieden werden, was besonders wichtig bei der Realtime-Übertragung von Videostreamen ist.

Literaturverzeichnis:

[1] Miguel Castro et al.: "SplitStream: High-Bandwidth Multicast in Cooperative Environments", SOSP'03, Oktober 19–22, 2003, Bolton Landing, New York, USA
(<http://citeseer.ist.psu.edu/696812.html>)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von Daten in einem Datennetz mit einer Vielzahl von Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3), bei dem
– ein Datenstrom, der an mehrere empfangende Netzknoten (N1, ..., N9) in dem Datennetz zu übertra-

gen ist, in eine Vielzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) aufgeteilt wird;

– die Teilströme (T1, T2, T3) über mehrere zwischengeschaltete Netzknoten im Datennetz derart verteilt werden, dass die empfangenden Netzknoten (N1, ..., N9) jeweils alle Teilströme (T1, T2, T3) der Vielzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) empfangen, wobei zumindest einige der zwischengeschalteten Netzknoten einen empfangenen Teilstrom (T1, T2, T3) an mehrere Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) senden;

– bei der Übertragung der Teilströme (T1, T2, T3) einer oder mehrere der zwischengeschalteten Netzknoten Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3) sind, wobei ein Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3) eine Anzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) empfängt und einen oder mehrere der empfangenen Teilströme (T1, T2, T3) jeweils an wenigstens zwei Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) sendet, wobei die Anzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) kleiner als die Vielzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Weiterleitungsknoten jeweils einen einzigen Teilstrom (T1, T2, T3) und/oder mehrere unterschiedliche Teilströme (T1, T2, T3) empfangen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem einer oder mehrere der Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3) jeweils jeden von dem jeweiligen Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3) empfangenen Teilstrom (T1, T2, T3) an wenigstens zwei Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) sendet.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zumindest ein Teil der empfangenden Netzknoten (N1, ..., N9), insbesondere alle empfangenden Netzknoten (N1, ..., N9), auch zwischengeschaltete Netzknoten darstellen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Datenstrom von einem sendenden Netzknoten (N1) im Datennetz in Teilströme (T1, T2, T3) aufgeteilt wird und jeder Teilstrom (T1, T2, T3) an einem Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) in dem Datennetz gesendet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Vielzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) disjunkte Datenströme sind.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem im Falle, dass ein Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) einen verlustbehafteten und/oder fehlerhaften Teilstrom (T1, T2, T3) empfängt, dieser Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) den verlustbehafteten und/oder fehlerhaften Teilstrom (T1, T2, T3) oder die verloren gegangenen und/oder fehlerhaften Abschnitte des Teilstroms (T1, T2, T3) von einem Weiterleitungsknoten, der den entspre-

chenden Teilstrom (T1, T2, T3) fehlerfrei empfangen hat, anfordert.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem im Falle, dass ein jeweiliger Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) einen verlustbehafteten und/oder fehlerhaften Teilstrom (T1, T2, T3) empfängt, der jeweilige Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) wenigstens einen Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3), der den entsprechenden Teilstrom (T1, T2, T3) fehlerfrei empfangen hat, anweist, den Teilstrom (T1, T2, T3) oder die verloren gegangenen und/oder fehlerhaften Abschnitte des Teilstroms (T1, T2, T3) an diejenigen Netzknoten zu senden, die den Teilstrom von dem jeweiligen Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) empfangen sollen.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem im Falle, dass ein jeweiliger Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) feststellt, dass seine Sendekapazität zum Aussenden eines empfangenen Teilstroms (T1, T2, T3) an eine vorbestimmte Anzahl von Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) nicht mehr ausreicht, der jeweilige Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) wenigstens einen Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3), der auch den entsprechenden Teilstrom (T1, T2, T3) empfangen hat, anweist, den Teilstrom (T1, T2, T3) an einen oder mehrere der vorbestimmten Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) zu senden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem einem oder mehreren Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) jeweils ein oder mehrere Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3) zugewiesen werden, wobei der oder die mehreren Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) Teilströme (T1, T2, T3) oder Abschnitte der Teilströme (T1, T2, T3) von den zugewiesenen Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3) anfordern können und/oder wobei der oder die mehreren Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) die zugewiesenen Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3) anweisen können, Teilströme (T1, T2, T3) oder Abschnitte der Teilströme (T1, T2, T3) an andere Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) zu senden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem die Information über die Zuweisung der Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3) zu Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) innerhalb der Teilströme (T1, T2, T3) und/oder separat zu den Teilströmen (T1, T2, T3) an die Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) übertragen wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die von einem Weiterleitungsknoten (R1, R2, R3) empfangenen Teilströme (T1, T2, T3) eine vorbestimmte Zeitperiode gepuffert werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, bei dem bei der Übertragung der Teilströme (T1, T2, T3) ein Fehlerschutzverfahren, insbesondere das FEC-Verfahren, eingesetzt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Verfahren in einem paketvermittelten Datennetz eingesetzt wird, insbesondere in einem IP-Datennetz.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Verfahren auf einem Multicast-Verfahren auf der Applikationsschicht im OSI-Referenzmodell beruht.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem das Multicast-Verfahren UDP als Transportprotokoll in der Transportschicht im OSI-Referenzmodell verwendet.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Datenströme Videodatenströme, insbesondere codierte Videodatenströme, sind.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren in einem dezentralen Datennetz, insbesondere einem Peer-to-Peer-Datennetz, eingesetzt wird.

19. Datennetz, umfassend eine Vielzahl von Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3), wobei das Datennetz derart ausgestaltet ist, dass ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchführbar ist.

20. Datennetz nach Anspruch 19, wobei das Datennetz ein IP-basiertes Datennetz ist.

21. Datennetz nach Anspruch 19 oder 20, wobei das Datennetz ein dezentrales Datennetz, insbesondere ein Peer-to-Peer-Datennetz, ist.

22. Netzknoten zur Verwendung in einem Datennetz nach einem der Ansprüche 19 bis 21, wobei der Netzknoten (R1, R2, R3) derart ausgestaltet ist, dass er bei der Übertragung von Teilströmen (T1, T2, T3) eines Datenstroms mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18 eine Anzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) empfängt und einen oder mehrere der empfangenen Teilströme (T1, T2, T3) jeweils an wenigstens zwei Netzknoten (N1, ..., N9, R1, R2, R3) sendet, wobei die Anzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) kleiner als die Vielzahl von Teilströmen (T1, T2, T3) ist.

23. Netzknoten nach Anspruch 22, wobei der Netzknoten (R1, R2, R3) ein Netzrechner und/oder Datensende- und Empfangsgerät ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG 1

