



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.2008 Patentblatt 2008/21

(51) Int Cl.:
H04H 20/42 (2008.01)

(21) Anmeldenummer: **07019967.4**

(22) Anmeldetag: **11.10.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(72) Erfinder:
• **Görig, Torsten**
12527 Berlin (DE)
• **Hagemeier, Denis**
12555 Berlin (DE)

(30) Priorität: **15.11.2006 DE 102006053924**
15.03.2007 DE 102007012465

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas**
Mitscherlich & Partner
Patent- und Rechtsanwälte
Sonnenstrasse 33
80331 München (DE)

(71) Anmelder: **Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**
81671 München (DE)

(54) **Optimierte Nutzung der Übertragungskapazität für Echtzeit-Übertragung in einem digitalen Rundfunksystem**

(57) Ein Übertragungsverfahren für mehrere einzelne Datenströme ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) mit Echtzeitanforderung in einem gemeinsamen Datenstrom (TS_{out}) über ein digitales Rundfunk-Übertragungssystem bei optimaler Ausnutzung der vorhandenen Datenübertragungsrate umfasst folgende Verfahrensschritte:

- Ermitteln des Bedarfs an Übertragungskapazität für jeden einzelnen Datenstrom ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) in jedem zyklisch aufeinander folgenden Zeitintervall mit jeweils konstanter vorbestimmter Zyklusdauer (t_{ZYKLUS}),
- Summation der Bedarfe an Übertragungskapazität im

jeweiligen Zeitintervall und Ermittlung einer kleinst möglichen gemeinsamen Datenübertragungsrate für den gemeinsamen Datenstrom (TS_{out}) im jeweiligen Zeitintervall aus der Division des je Zeitintervall summierten Bedarfs an Übertragungskapazität durch die Zyklusdauer (t_{ZYKLUS}) des Zeitintervalls,

- Zuweisung der Differenz an Datenübertragungsrate zwischen der im jeweiligen Zeitintervall ermittelten gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate und der vorhandenen Datenübertragungsrate an eine derartige Anzahl zusätzlicher einzelner Datenströme ($3_{i+1}, \dots, 3_N$), dass bei minimaler ungenutzter Datenübertragungsrate deren summierte Bedarfe an Übertragungskapazität im jeweiligen Zeitintervall mit der Differenz an Datenübertragungsrate übertragbar sind.

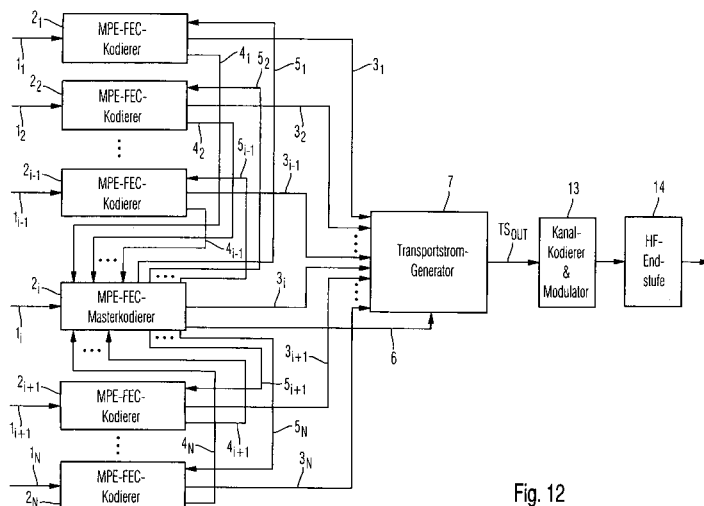


Fig. 12

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Übertragungsverfahren und eine Sendevorrichtung in einem digitalen Rundfunk-Übertragungssystem.

[0002] Die digitale Sprach- und Videoübertragung zu einem Mobilfunkgerät kann über ein zelluläres Mobilfunknetz oder über ein Rundfunk-Übertragungssystem erfolgen. Während die digitale Übertragung von Video-Sequenzen in einem zellulären Mobilfunknetz aufgrund der begrenzten Kapazität und Bandbreite des Mobilfunknetzes auf eine bestimmte Anzahl von Mobilfunkgeräten begrenzt ist, kann mittels digitaler Rundfunkübertragung eine Video-Sequenz an eine unbegrenzte Anzahl von Mobilfunkgeräten übertragen werden.

[0003] Ein bekanntes digitales Rundfunk-Übertragungssystem basiert auf dem Digital-Video-Broadcast-Handheld-Standard (DVB-H), auf den in den folgenden Ausführungen zum erfindungsgemäßen Übertragungsverfahren und zur erfindungsgemäßen Sendevorrichtung Bezug genommen wird und welches z. B. in ETSI EN 301 192 und ETSI 103 197 V1.4.1 beschrieben ist.

[0004] Bei der digitalen Übertragung von Sprache und insbesondere von Videosequenzen zu einem Mobilfunkgerät ist einerseits ein hohes Datenübertragungsvolumen in Echtzeit und damit eine hohe Datenübertragungsrate zu bewältigen und andererseits aufgrund der begrenzten Energieressourcen eines Mobilfunkgeräts die Übertragungsdauer möglichst klein zuhalten. Die Echtzeit-Übertragung jedes einzelnen Programms bzw. Services erfolgt beim DVB-H-Standard aus diesem Grund über ein zugehöriges, zeitlich begrenztes Signal - ein so genanntes Burst-Signal - in einem den Echtzeitanforderungen entsprechenden Zyklus.

[0005] Die Echtzeitfähigkeit in der digitalen Übertragung des Programms bzw. Services ist durch die Zuweisung eines Zeitschlitzes für das zum jeweiligen Programm gehörige Burst-Signal und durch die Festlegung der Zeitdauer des Zeitschlitzes (Burst-Dauer), der Datenübertragungsrate im Zeitschlitz und der Zykluszeit (ΔT -Zeit) zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitschlitzes eines Programms bzw. Services gewährleistet.

[0006] Ein minimaler Energieverbrauch wird beim Mobilfunkgerät dadurch verwirklicht, dass das Mobilfunkgerät bei der Wahl eines Programms bzw. Services nur während der Burst-Dauer des zugehörigen Burst-Signals eingeschaltet und in den Zwischenzeiten zwischen dem zyklisch wiederkehrenden zu jeweils einem Programm bzw. Service gehörigen Burst-Signalen ausgeschaltet ist.

[0007] Für die Auslegung des zum jeweiligen Programm bzw. Service gehörigen Burst-Signals ist zusätzlich eine minimale Burst-Dauer vorzusehen, die bei Auftreten einer zeitlich begrenzten Störung - beispielsweise das Durchfahren eines Areals ohne Rundfunkempfang - eine Rekonstruktion des gestörten Rundfunkempfangs möglich macht.

[0008] Ist der Bedarf an Übertragungskapazität und

Datenübertragungsrate für jedes über das digitale Übertragungssystem zu übertragende Programm über der Zeit jeweils konstant, so kann die vom digitalen Übertragungssystem angebotene Datenübertragungsrate weitestgehend effizient ohne Verschwendung von Übertragungskapazität auf die einzelnen zu übertragenden Programme aufgeteilt werden.

[0009] Im einfachsten Fall, bei dem der individuelle Bedarf an Übertragungskapazität jedes einzelnen Programms in einem ganzzahligen Verhältnis zueinander steht, kann gemäß Fig. 1 ein gemeinsamer Übertragungsdatenstrom dadurch gebildet werden, dass in einem zyklisch wiederkehrenden Rahmen des gemeinsamen Übertragungsdatenstroms mit einer bestimmten Zyklusdauer und mit einer vorhandenen Datenübertragungsrate die Freiräume und Anforderungen (Bedarf) an Übertragungskapazität der einzelnen Programme entweder in Zeitschlitzes konstanter Dauer bei vorhandener Datenübertragungsrate oder in innerhalb der einzelnen Zeitschlitzes vertikal angeordneten Unter-Zeitschlitzes mit einer dem ganzzahligen Teilungsfaktor entsprechenden Zeitdauer oder in innerhalb der einzelnen Zeitschlitzes horizontal angeordneten Unter-Frequenzschlitzes mit einer dem ganzzahligen Teilungsfaktor entsprechenden Datenübertragungsrate angeordnet sind.

[0010] Bei einem nicht ganzzahligen Verhältnis zwischen den individuellen Bedarfen an Übertragungskapazität der einzelnen Programme können die zu den einzelnen Programmen gehörigen Datenpakete bei vollständiger Ausnutzung der vorhandenen Datenübertragungsrate des gemeinsamen Übertragungsdatenstroms gemäß Fig. 2A in vertikalen Zeitschlitzes mit einer an den individuellen Bedarf an Übertragungskapazität angepassten Zeitdauer oder gemäß Fig. 2B in horizontalen Frequenzschlitzes mit einer an den individuellen Bedarf an Übertragungskapazität angepassten Datenübertragungsrate angeordnet sein.

[0011] Ist der Bedarf an Übertragungskapazität der einzelnen in einem digitalen Rundfunk-Übertragungssystem zu übertragenden Programme jedoch über der Zeit veränderlich - beispielsweise bei einer Video-Sequenz mit Sequenzabschnitten mit veränderten Videoinhalten und gleichzeitig mit weitestgehend gleich bleibenden Videoinhalten -, so ist eine Zuweisung des zu den einzelnen Programmen jeweils gehörigen Datenübertragungsvolumens auf Zeitschlitzes bzw. Unter-Zeitschlitzes mit jeweils vorab festgelegter Zeitdauer und Datenübertragungsrate nicht mehr möglich.

[0012] In einem solchen Fall werden die zu den einzelnen Programmen gehörigen Zeitschlitzes bzw. Unter-Zeitschlitzes hinsichtlich ihrer Datenübertragungsrate und Zeitdauer auf den in bestimmten Zeitabschnitten vorherrschenden maximalen Bedarf an Übertragungskapazität dimensioniert. In Zeitabschnitten, in denen der Bedarf der einzelnen Programme an Übertragungskapazität unterhalb des Maximalbedarfs liegt, werden die nicht von den Programmen benötigten Übertragungskapazitäten gemäß Fig. 3A in Zeitrichtung bzw. gemäß Fig. 3B in

Frequenzrichtung mit sogenannten "Dummy-Datenpaketen", beispielsweise Datenpakete mit Nullen, belegt.

[0013] Aus der am Prioritätstag der vorliegenden Anmeldung noch nicht veröffentlichten US 2007/0002870 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung bekannt, bei der anstelle der "Dummy-Datenpakete" Nutz-Datenpakete von zusätzlichen Anbietern in den von den Programmen nicht benötigten Übertragungskapazitäten übertragen werden. Da die von den Programmen nicht benötigten Übertragungskapazitäten über der Zeit schwanken, ist ein Einfügen von Echtzeit-Nutz-Datenpaketen mit einem bestimmten Bedarf an Übertragungskapazität in jedem Burst-Zyklus in den zwischen den einzelnen Burst-Zyklen schwankenden freien Übertragungskapazitäten des Datenstroms nicht immer gesichert. Aus diesem Grund stehen im Verfahren und in der Vorrichtung der US 2007/0002870 A1 die freigewordenen Übertragungskapazitäten lediglich für die Übertragung von Nutz-Datenpaketen ohne Echtzeitanforderungen, beispielsweise für den Download von Daten bzw. Files aus kommerziellen Datenbanken, zur Verfügung.

[0014] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren und eine Sendevorrichtung zur Übertragung von mehreren einzelnen zu jeweils einem Programm gehörigen Datenströmen in einem gemeinsamen Datenstrom über ein digitales Rundfunk-Übertragungssystem derart weiterzuentwickeln, dass in den von den Programmen nicht benötigten Übertragungskapazitäten des gemeinsamen Übertragungsdatenstroms Nutz-Datenpakete von zusätzlichen Anbietern mit Echtzeitanforderung übertragen werden können.

[0015] Die Aufgabe wird bezüglich des Verfahrens durch die Merkmale des Anspruchs 1 und bezüglich der Sendevorrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 15 gelöst. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Weiterbildungen.

[0016] Erfindungsgemäß wird zur Echtzeit-Übertragung von Datenpaketen von zusätzlichen Programm- bzw. Service-Anbietern eine über der Zeit konstante Datenübertragungsrate zur Verfügung gestellt, die sich aus der Differenz zwischen der im digitalen Rundfunk-Übertragungssystem vorhandenen Datenübertragungsrate und einer gemeinsamen, über der Zeit konstanten und kleinst möglichen Datenübertragungsrate für die Echtzeit-Übertragung von Datenpaketen, die zu den vom digitalen Rundfunk-Übertragungssystem bereits bisher bedienten Programm- bzw. Service-Anbieter gehören, ergibt.

[0017] Hierzu werden vorab mittels einer statistischen Analyse die Bedarfe (Anforderungen) an Übertragungskapazität der zu den jeweiligen Programmen gehörigen einzelnen Datenströme über einen längeren Zeithorizont ermittelt und auf der Basis dieser statistischen Analyse die Zeitdauer von jeweils zyklisch aufeinander folgenden Zeitintervallen ermittelt, in denen der aufsummierte Bedarf an Übertragungskapazität jedes einzelnen Datenstroms jeweils näherungsweise konstant ist.

[0018] In zyklischer Folge werden in jedem der zy-

klisch aufeinander folgenden Zeitintervalle mit der mittels statistischer Analyse vorab bestimmten Zeitdauer die Bedarfe an Übertragungskapazität der zu den jeweiligen Programmen gehörigen einzelnen Datenströme erfasst und die einzelnen Bedarfe an Übertragungskapazität aller einzelnen Datenströme im jeweiligen Zeitintervall summiert. Aus den im jeweiligen Zeitintervall summierten Bedarfen der einzelnen Datenströme an Übertragungskapazität wird mittels Division durch die konstante Zeitdauer der einzelnen Zeitintervalle die gemeinsame kleinst mögliche Datenübertragungsrate der in einem gemeinsamen Datenstrom integrierten und zu den jeweiligen Programmen jeweils gehörigen einzelnen Datenströme ermittelt. Auf diese Weise weisen die zu den einzelnen Programmen jeweils gehörigen Burst-Signale eine gemeinsame Datenübertragungsrate auf und grenzen innerhalb jedes Zeitintervalls ohne Vorhaltung von mit Echtzeit-Nutzdatenpaketen nicht belegten Zwischenräumen jeweils direkt aneinander.

[0019] Da der Bedarf an Übertragungskapazität der zu den jeweiligen Programmen jeweils gehörigen einzelnen Datenströme und auch die Echtzeitanforderungen der einzelnen Programme unter Umständen in unterschiedlichen Größenordnungen liegen können, ist es sinnvoll, die zu den jeweiligen Programmen gehörigen einzelnen Datenströme in einzelne Gruppen von Datenströmen zu sortieren, die jeweils einzelne Datenströme mit einem Bedarf an Übertragungskapazität und einer Echtzeitanforderung an die Übertragung in der gleichen Größenordnung aufweisen. Jede dieser Gruppen von Datenströmen wird in einem gemeinsamen Datenstrom in einem Übertragungskanal des digitalen Rundfunk-Übertragungssystems übertragen, wobei die Datenübertragungsrate des jeweiligen Übertragungskanals an den durchschnittlichen Bedarf an Übertragungskapazität der jeweils gruppierten Datenströme und die Zyklusdauer von aufeinander folgenden Zeitintervallen des im jeweiligen Übertragungskanal übertragenen gemeinsamen Datenstroms an die Echtzeitanforderung der jeweils gruppierten Datenströme angepasst ist.

[0020] Die Datenpakete des zum jeweiligen Programm gehörigen einzelnen Datenstroms werden bei ermittelter gemeinsamer Datenübertragungsrate innerhalb eines Zeitintervalls jeweils in einem Zeitschlitz mit einer dem Bedarf an Übertragungskapazität im aktuellen Zeitintervall entsprechenden Zeitdauer abgelegt. Alternativ können die Datenpakete des jeweiligen einzelnen Datenstroms auch auf vertikal angeordneten Unter-Zeitschlitzes oder horizontal angeordnete Unter-Frequenzschlitze verteilt werden.

[0021] Da die einzelnen Nutz-Datenpakete der zum jeweiligen Programm gehörigen einzelnen Datenstroms zusätzlich mit Kodierungs-Datenpaketen verbunden sind, deren Anzahl über die Coderate in einem bestimmten Verhältnis zur Anzahl der Nutz-Datenpakete steht, werden diese in einer ersten Ausführungsvariante des gemeinsamen Datenstroms in jeweils horizontal angeordneten Unter-Frequenzschlitzen über den die zugehö-

rigen Nutz-Datenpaketen enthaltenden Zeitschlitzten angeordnet und erhöhen somit entsprechend der gewählten Coderate die gemeinsame kleinst mögliche Datenübertragungsrate des gemeinsamen Datenstroms.

[0022] In einer zweiten Ausführungsvariante des gemeinsamen Datenstroms werden die Kodierungs-Datenpakete in vertikal angeordneten Unter-Zeitschlitzten des gemeinsamen Datenstroms angeordnet, wobei sich die gemeinsame kleinst mögliche Datenübertragungsrate des gemeinsamen Datenstroms aus der Summe der Bedarfe an Nutzdaten- und Kodierungsdaten-Übertragungskapazität ergibt.

[0023] In einer dritten Ausführungsvariante des gemeinsamen Datenstroms werden die Kodierungs-Datenpakete schließlich auch in vertikal angeordneten Unter-Zeitschlitzten des gemeinsamen Datenstroms angeordnet, wobei bei Vorliegen eines hohen Bedarfs an Nutzdaten-Übertragungskapazität eines zum jeweiligen Programm gehörigen einzelnen Datenstroms die zugehörige Coderate entsprechend reduziert wird, um die aus der Summe der Bedarfe an Nutzdaten- und Kodierungsdaten-Übertragungskapazität sich ergebende gemeinsame kleinst mögliche Datenübertragungsrate des gemeinsamen Datenstroms nicht unnötig zu erhöhen.

[0024] Neben den genannten unterschiedlichen Echtzeitanforderungen der zu den einzelnen Programmen jeweils gehörigen Datenströme und der daraus folgenden Zuweisung einer unterschiedlichen Priorität durch Übertragung von Datenströmen mit ähnlichem Echtzeitanforderungen in einem gemeinsamen Übertragungskanal mit einer der Echtzeitanforderung entsprechenden Zykluszeit, können die einzelnen Datenpakete in einem einzelnen Datenstrom unterschiedliche Echtzeitanforderungen zueinander aufweisen. Diese unterschiedliche Echtzeitanforderungen von Datenpaketen innerhalb eines einzelnen Datenstroms wird mit einer unterschiedlichen Prioritätszuweisung der einzelnen Datenpakete im zum jeweiligen Datenstrom gehörigen Burst-Signal in jedem aufeinander folgenden Zeitintervall berücksichtigt.

[0025] Zu einer Gruppe von Datenpaketen mit einer hohen Echtzeitanforderung gehören Datenpakete, die für die Verarbeitung aller in einem Burst-Signal enthaltenen Datenpakete eines einzelnen Datenstroms beim Empfang benötigt werden. Verschlüsselungs-Datenpakete mit Schlüsseln zum Entschlüsseln aller verschlüsselten Datenpakete in einem Burst-Signal werden folglich aufgrund ihrer hohen Echtzeitanforderung zu Beginn eines Burst-Signals übertragen.

[0026] Zu einer weiteren Gruppe von Datenpaketen mit einer hohen Echtzeitanforderung gehören Datenpakete, die beim Empfang einer komplexeren Daten- oder Signalverarbeitung zugeführt werden. Beispielsweise sind für die Übertragung eines Bildes in einer Bild-Sequenz, das gegenüber dem vorherigen Bild in der Bild-Sequenz eine deutliche Veränderung enthält, viele Veränderungsdaten und damit viele Datenpakete zu übertragen. Die Rekonstruktion eines derartigen Bildes erfordert beim Empfang der Datenpakete einen deutlich hö-

heren zeitlichen Aufwand als die Rekonstruktion von Bildern einer Bild-Sequenz, die kaum oder wenig Veränderung gegenüber den jeweils vorhergehenden Bildern enthalten. Datenpakete, die zu einem Bild mit vielen Veränderungen zum vorherigen Bild gehören, weisen folglich eine höhere Echtzeitanforderung auf als Datenpakete, die zu einem Bild mit wenigen oder gar keinen Veränderungen zum vorherigen Bild gehören. Sie werden deshalb am Beginn des jeweiligen Burst-Signals angeordnet.

[0027] Beispielhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Übertragungsverfahrens und der erfindungsgemäßen Sendevorrichtung werden im folgenden im Detail anhand der Zeichnung erläutert. Die Figuren der Zeichnung zeigen:

Fig. 1

ein Datenübertragungsrate-Zeit-Diagramm der Verteilung von digital übertragenen Programmen mit jeweils ganzzahlig unterschiedlichen Datenübertragungsvolumen bei konstanter Datenübertragungsrate nach dem Stand der Technik,

Fig. 2A, 2B

ein Datenübertragungsrate-Zeit-Diagramm einer ersten und zweiten Ausführungsform der Verteilung von digital übertragenen Programmen mit jeweils nicht ganzzahlig unterschiedlichen Datenübertragungsvolumen bei konstanter Datenübertragungsrate nach dem Stand der Technik,

Fig. 3A, 3B

ein Datenübertragungsrate-Zeit-Diagramm einer ersten und zweiten Ausführungsform der Verteilung von digital übertragenen Programmen bei veränderlicher Datenübertragungsrate nach dem Stand der Technik,

Fig. 4

ein Datenübertragungsrate-Zeit-Diagramm der Verteilung von digital übertragenen Programmen bei veränderlicher Datenübertragungsrate über einen weiten Zeitraum,

Fig. 5

ein Datenübertragungsrate-Zeit-Diagramm der Verteilung von digital übertragenen Programmen bei konstanter Burst-Dauer und veränderlicher Datenübertragungsrate,

Fig. 6

ein Datenübertragungsrate-Zeit-Diagramm der Verteilung von digital übertragenen Programmen bei konstanter Datenübertragungsrate über jeweils ein Zeitintervall mit vorab bestimmter Zeitdauer,

- Fig. 7 ein Datenübertragungsrate-Zeit-Diagramm der Verteilung von digital übertragenen Programmen mit gemeinsamer kleinst möglicher Datenübertragungsrate,
- Fig. 8 ein Datenübertragungsrate-Zeit-Diagramm der Verteilung von digital übertragenen Programmen in mehreren Übertragungskanälen,
- Fig. 9 ein Datenübertragungsrate-Zeit-Diagramm einer ersten Ausführungsform der erfinderischen Verteilung von digital übertragenen Programmen mit gemeinsamer kleinst möglicher Datenübertragungsrate,
- Fig. 10A, 10B ein Datenübertragungsrate-Zeit-Diagramm einer zweiten und dritten Ausführungsform der Verteilung von digital übertragenen Programmen mit gemeinsamer kleinst möglicher Datenübertragungsrate,
- Fig. 11A, 11B ein Datenübertragungsrate-Zeit-Diagramm einer vierten und fünften Ausführungsform der Verteilung von digital übertragenen Programmen mit gemeinsamer kleinst möglicher Datenübertragungsrate,
- Fig. 12 ein Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer erfinderischen Sendevorrichtung in einem digitalen Rundfunk-Übertragungssystem,
- Fig. 13 ein Blockdiagramm eines Transportstrom-Generators und
- Fig. 14 ein Flussdiagramm eines erfinderischen Übertragungsverfahrens.

[0028] Bevor die einzelnen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Übertragungsverfahrens und der erfindungsgemäßen Sendevorrichtung anhand der Figuren 8, 9, 10A, 10B, 11A, 11B sowie 12, 13, und 14 im Detail erläutert werden, wird zunächst der Erfindungsgedanke ausgehend vom bisherigen Stand der Technik gemäß der vor dem Prioritätstag jedoch noch nicht veröffentlichten US 2007/0002870 A1 anhand der Figuren 4, 5, 6 und 7 entwickelt.

[0029] Um die vom digitalen Rundfunk-Übertragungssystem für die Übertragung von "Dummy-Datenpaketen" oder von Datenpaketen ohne Echtzeitanforderungen vorgesehenen Übertragungskapazitäten für die Übertragung möglichst vieler zusätzlicher Programme mit Echtzeit-Datenpaketen zu verwenden, ist als Voraussetzung

für die Übertragung möglichst vieler zusätzlicher Programme mit Echtzeit-Datenpaketen das Vorhandensein einer Übertragungskapazität mit einer möglichst grossen und über der Zeit konstanten Datenübertragungsrate notwendig. Da die benötigte Übertragungskapazität der über das digitale Rundfunk-Übertragungssystem bereits übertragenen Programme mit Echtzeit-Datenpaketen nicht zu minimieren ist, ist als erfinderische Maßnahme zur Zielerreichung eine Minimalität und eine Zeitkonstanz der aus allen zeitveränderlichen Datenübertragungsraten der bereits über das digitale Rundfunk-Übertragungssystem übertragenen Programme gebildeten gemeinsamen Datenübertragungsrate anzustreben.

[0030] Aus statistischen Analysen des Datenübertragungsverhaltens von Programmen in digitalen Rundfunk-Übertragungssystemen ist es bekannt, die Burst-Dauer eines für alle Programme vorgesehenen Zeitschlitzes derart auszulegen, dass in Anlehnung an Fig. 4 die aus den Datenübertragungsraten der einzelnen Programme zusammengesetzte Gesamtdatenübertragungsrate jeweils näherungsweise konstant ist. Ist auf diese Weise eine konstante Burst-Dauer für alle aufeinander folgenden Zeitslitze bestimmbar, so kann analog auch eine konstante Zykluszeit für alle aufeinander folgenden Zeitintervalle mit einer jeweils näherungsweise konstanten, aus den einzelnen zu den jeweiligen Programmen gehörigen Datenübertragungsraten zusammengesetzten Gesamtdatenübertragungsrate in Anlehnung an Fig. 6 ermittelt werden.

[0031] Wie aus Fig. 6 ersichtlich ist, werden die zu den einzelnen Programmen jeweils gehörigen Datenpakete in den einzelnen aufeinander folgenden Zeitintervallen mit einer gemeinsamen konstanten Datenübertragungsrate übertragen, die aufgrund fehlender Zeitslitze ohne Datenübertragungsvolumen kleinst möglich ausgelegt ist. Aus der Differenz zwischen der vom digitalen Rundfunk-Übertragungssystem vorgegebenen Datenübertragungsrate und der auf diese Weise ermittelten gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate der bereits über das digitale Rundfunk-Übertragungssystem übertragenen Programme ergibt sich eine maximal mögliche und über der Zeit konstante Datenübertragungsrate zur Übertragung von zusätzlichen Programmen mit Echtzeit-Anforderung.

[0032] Werden die in Fig. 4 in einem gemeinsamen Zeitschlitz mit einer konstanten Burst-Dauer jeweils übertragenen Echtzeit-Datenpakete der einzelnen Programme jeweils in zeitlich aufeinander folgenden Zeitschlitzten mit derselben konstanten Burst-Dauer innerhalb eines Zeitintervalls und im zyklischen Wechsel in aufeinander folgenden Zeitintervallen mit einer gemäß Fig. 6 ermittelten konstanten Zyklusdauer übertragen, so ergibt sich die in Fig. 5 dargestellte Übertragungssituation des digitalen Rundfunk-Übertragungssystems. In der Darstellung der Fig. 5 sind die in jedem Zeitintervall auftretenden Zeitslitze ohne Datenübertragungsvolumen und die zu den Zeitschlitzten der einzelnen Programme jeweils gehörigen Datenübertragungsraten gezeigt,

die gegenüber der gemäß Fig. 6 ermittelten gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate unterschiedliche Werte aufweisen.

[0033] Um ausgehend von der in Fig. 5 dargestellten Übertragungssituation von einzelnen Zeitschlitzten mit veränderlicher Datenübertragungsrate, in denen jeweils die zu den einzelnen Programmen gehörigen Datenpakete übertragen werden, auf eine in Fig. 6 dargestellte äquivalente Übertragungssituation mit einer konstanten gemeinsamen, kleinst möglichen Datenübertragungsrate zu gelangen, sind diejenigen Zeitschlitzte der Fig. 5, deren Datenübertragungsrate geringer als die gemeinsame kleinst mögliche Datenübertragungsrate ist, auf die gemeinsame kleinst mögliche Datenübertragungsrate unter Verkürzung der Burst-Dauer zu erhöhen und diejenigen Zeitschlitzte der Fig. 5, deren Datenübertragungsrate höher als die gemeinsame kleinst mögliche Datenübertragungsrate ist, auf die gemeinsame kleinst mögliche Datenübertragungsrate unter Verlängerung der Burst-Dauer zu reduzieren. Das im jeweiligen Zeitschlitz übertragene und zum jeweiligen Programmen gehörige Datenübertragungsvolumen bleibt während dieser Transformation konstant.

[0034] Auf diese Weise entsteht die in Fig. 7 dargestellte Übertragungssituation mit einzelnen, zu den jeweiligen Programmen jeweils gehörigen Zeitschlitzten, deren Datenübertragungsrate der gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate entspricht. Die in jedem Zeitintervall in der Übertragungssituation der Fig. 5 vorhandenen Zeitschlitzte ohne Datenübertragungsvolumen verschwinden, da die Summe der in den einzelnen Zeitschlitzten eines Zeitintervalls der Fig. 5 übertragenen Datenübertragungsvolumina dem Datenübertragungsvolumen entspricht, das in einem Zeitintervall mit der ermittelten Zyklusdauer und der ermittelten gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate der Übertragungssituation in Fig. 7 übertragen wird. Dieses Datenübertragungsvolumen entspricht auch der in einem Zeitintervall mit derselben ermittelten Zyklusdauer und derselben ermittelten gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate der in Fig. 6 dargestellten Übertragungssituation. Somit kann man sich die in Fig. 7 für jedes Zeitintervall dargestellte Übertragungssituation mit den zu den Programmen jeweils gehörigen vertikalen Zeitschlitzten durch Kippen der in Fig. 6 für jedes Zeitintervall dargestellten Übertragungssituation mit den zu den Programmen jeweils gehörigen horizontalen Frequenzschlitzen um 90° gedanklich vorstellen.

[0035] In Anlehnung an die statistische Analyse des Übertragungsverhaltens der einzelnen Programme in einem digitalen Rundfunk-Übertragungssystem in Fig. 4 wird die benötigte Übertragungskapazität jedes einzelnen Programms über der Zeit unter Berücksichtigung der Echtzeitanforderungen untersucht und Programme mit einem gleichen oder ähnlichen Bedarf an Übertragungskapazität und gleichen oder ähnlichen Echtzeitanforderungen jeweils in einem gemeinsamen Übertragungskanal des digitalen Rundfunk-Übertragungssystem in ei-

nem Zeit- oder Frequenzschlitz mit gleicher oder ähnlicher Datenübertragungsrate und/oder gleicher oder ähnlicher Burst-Dauer entsprechend Fig. 8 übertragen. Auf diese Weise lässt sich die Datenübertragungsrate und die Zykluszeit des jeweiligen Übertragungskanals besser an den spezifische Bedarf an Übertragungskapazität und die spezifische Echtzeitanforderung der im jeweiligen Übertragungskanal übertragenen Programme anpassen.

[0036] In Fig. 9 ist eine erste Ausführungsform einer im erfindungsgemäßen Übertragungsverfahren verwendeten Verteilung der zu einzelnen, über ein digitales Rundfunk-Übertragungssystem zu übertragenden Programme jeweils gehörigen Datenpakete dargestellt. Zu erkennen ist die gemeinsame kleinst mögliche Datenübertragungsrate aller zu Programmen 1 bis 4 jeweils gehörigen Datenpakete, die jeweils in einem zum jeweiligen Programm 1 bis 4 gehörigen Zeitschlitz in den einzelnen zyklisch aufeinander folgenden Zeitintervallen angeordnet sind. Neben der Echtzeit-Datenübertragung der Programme 1 bis 4 ergeben sich erfindungsgemäß frei werdende Übertragungskapazitäten zwischen der im digitalen Rundfunk-Übertragungssystem vorhandenen Datenübertragungsrate und der gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate der zu den einzelnen Programmen 1 bis 4 jeweils gehörigen Datenpakete, die zur Übertragung von weiteren Programmen 7 bis 9 mit Echtzeitanforderung herangezogen werden können.

[0037] Fig. 10A beinhaltet eine zweite Ausführungsform der im erfindungsgemäßen Übertragungsverfahren verwendeten Verteilung der zu einzelnen über ein digitales Rundfunk-Übertragungssystem zu übertragenden Programme jeweils gehörigen Datenpakete. Hierbei weisen die für die einzelnen Programme 1 bis 4 bestimmten Zeitschlitzte jeweils in Anlehnung an die Datenstruktur eines digitalen Rundfunk-Übertragungssystems nach dem Stand der Technik in Fig. 1 vertikal angeordnete Unter-Zeitschlitzte 1' und 1'', 2' und 2'', 3' und 3'', 4' und 4'' auf. Die jeweiligen Unter-Zeitschlitzte können dabei einerseits Datenpakete unterschiedlichen Datentyps eines Programms - beispielsweise die zu einem Film gehörigen Video-Daten und Audio-Daten - aufnehmen. Andererseits können in den aufeinander folgenden Unter-Zeitschlitzten die Datenpakete desselben Programms aus jeweils aufeinander folgenden Zeitintervallen gepackt sein, soweit es die Echtzeitanforderungen des jeweiligen Programms erlauben.

[0038] In einer in Fig. 10B dargestellten dritten Ausführungsform der im erfindungsgemäßen Übertragungsverfahren verwendeten Verteilung der zu einzelnen, über ein digitales Rundfunk-Übertragungssystemen zu übertragenden Programme jeweils gehörigen Datenpakete sind die zu jeweils einem Programm 1 bis 4 gehörigen Zeitschlitzte in horizontal angeordnete Unter-Frequenzschlitze 1' und 1'', 2' und 2'', 3' und 3'', 4' und 4'', 5' und 5'', 6' und 6'' entsprechend Fig. 10B unterteilt. Auch hier können in den jeweiligen frequenzmäßige benachbarten Unter-Frequenzschlitzen entweder Datenpakete eines

Programms jeweils unterschiedlichen Datentyps oder bei Beachtung der Echtzeitanforderungen Datenpakete aus jeweils aufeinander folgenden Zeitintervallen enthalten sein.

[0039] Da in den einzelnen Zeitschlitzen neben Nutz-Datenpaketen auch Kodierungs-Datenpakete - beispielsweise Kodierungs-Datenpakete zur Reed-Solomon-Codierung der Nutz-Datenpakete - übertragen werden, ergibt sich in Abhängigkeit des Volumens an Nutz-Datenpaketen und einer vorher festgelegten Code-Rate ein bestimmtes zusätzliches Volumen an Kodierungs-Datenpaketen in den einzelnen Zeit- oder Frequenzschlitzen, die entweder die Burst-Dauer oder die Datenübertragungsrate des jeweiligen Zeit- oder Frequenzschlitzes variabel in Abhängigkeit des Nutzdatenvolumens des jeweiligen Zeit- oder Frequenzschlitzes zusätzlich erhöhen.

[0040] Um diese unerwünschte variable Erhöhung der Burst-Dauer und der Datenübertragungsrate des jeweiligen Zeit- oder Frequenzschlitzes, die die Verteilung der einzelnen Zeit- oder Frequenzschlitze im Zeit-Frequenz-Raum zusätzlich erschweren, zu vermeiden, wird entweder eine konstante Erhöhung der Datenübertragungsrate oder eine konstante Erhöhung der Burst-Dauer durch Anpassung der Code-Rate an das im jeweiligen Zeit- oder Frequenzschlitz zu übertragende Nutzdatenvolumen realisiert.

[0041] Die konstante Erhöhung der Datenübertragungsrate des jeweiligen Zeit- oder Frequenzschlitzes infolge von zusätzlich zu übertragenden Kodierungs-Datenpaketen ist in der in Fig. 11A dargestellten ersten Ausführungsvariante der Anordnung von Nutzdaten- zu Kodierungsdaten-Paketen im Zeit-Frequenzraum gezeigt. Die konstante Erhöhung der Burst-Dauer des jeweiligen Zeit- oder Frequenzschlitzes infolge von zusätzlich zu übertragenden Kodierungs-Datenpaketen ist in der in Fig. 11B dargestellten zweiten Ausführungsvariante der Anordnung von Nutzdaten- zu Kodierungsdaten-Paketen im Zeit-Frequenzraum jeweils mittels einer schraffierten Fläche gekennzeichnet.

[0042] Die auf diese Weise verursachte Erhöhung der gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate führt zu einer Reduzierung von zusätzlichen in der vorhandenen Datenübertragungsrate des digitalen Rundfunk-Übertragungssystems zu übertragenden Echtzeit-Programme.

[0043] Die einzelnen Nutzdatenpakete werden entsprechend ihrer jeweiligen anwendungsspezifischen Echtzeitanforderungen innerhalb der einzelnen Zeit- oder Frequenzschlitze zu unterschiedlichen Zeitpunkten platziert. Auf diese Weise werden Datenpakete mit hoher Echtzeit-Relevanz - Datenpakete mit Echtzeit-Relevanz über die ganze Burst-Dauer des Zeit- oder Frequenzschlitzes oder Datenpakete mit hohem Bedarf an Echtzeitverarbeitungskapazität- am zeitlichen Beginn eines Zeit- oder Frequenzschlitzes angeordnet:

Beispielsweise werden Verschlüsselungs-Daten zur

Verschlüsselung der einzelnen Nutzdaten- und Kodierungs-Datenpakete eines Zeit- oder Frequenzschlitzes am zeitlichen Beginn des Zeit- oder Frequenzschlitzes positioniert. Am Beginn eines Zeit- oder Frequenzschlitzes werden beispielsweise auch Datenpakete positioniert, die zum Aufbau eines Bildes in einer Bild-Sequenz benötigt werden, das sich gegenüber dem Vorgängerbild deutlich in seinen Inhalt geändert hat - P-Frames in einer Group-Of-Pictures - und somit eine Vielzahl von Veränderungsdaten im Vergleich zu einem Bild mit geringer Änderung gegenüber dem Vorgängerbild - I-Frames in einer Group-Of-Pictures - aufweist. Auf diese Weise kann der vergleichsweise hohe Verarbeitungsaufwand zum Aufbau eines derartigen Bildes rechtzeitig vor der Echtzeit-Darstellung des Bildes in der Bild-Sequenz bewältigt werden.

[0044] Im folgenden wird anhand von Fig. 12 die erfindungsgemäße Sendevorrichtung für die Übertragung von mehreren Programmen mit Echtzeitanforderung in einem gemeinsamen Datenstrom über ein digitales Rundfunk-Übertragungssystem beschrieben.

[0045] Die über das digitale Rundfunk-Übertragungssystem zu übertragenden analogen oder digitalen Signale $1_1, 1_2, \dots, 1_{i-1}, 1_i, 1_{i+1}, \dots, 1_N$ - beispielsweise FBAS-Signal, S-Video-Signal oder SDI-Signal zur Übertragung von Videoinformationen, AES-/EBU-Signal oder embedded SDI-Signal zur Übertragung von Audioinformationen -, die mehreren Programmen zugeordnet sind, werden jeweils in zugeordneten Multi-Protocol-Encapsulation-Forward-Error-Correction(MPE/FEC)-Kodierern $2_1, 2_2, \dots, 2_{i-1}, 2_i, 2_{i+1}, \dots, 2_N$ in zugehörige Internet-Protocol-Datenströme (IP-Datenströme) $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$ kodiert, die aus IP-Datenpaketen mit zu den Signalinformationen des zu übertragenden Signals korrespondierenden Dateninhalten bestehen.

[0046] Die MPE-FEC-Kodierer $2_1, 2_2, \dots, 2_{i-1}, 2_i, 2_{i+1}, \dots, 2_N$ erzeugen neben den eigentlichen IP-Nutzdaten-Datenpakete auch die bei der Kanal-Kodierung der Nutzdaten-Datenpakete generierten Kodierungs-Datenpakete. Als Kanalkodierungsverfahren kann beispielsweise der Reed-Solomon-Algorithmus zum Einsatz kommen.

[0047] Um aus den einzelnen IP-Datenströmen $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$ erfindungsgemäß einen einzigen gemeinsamen Transport-Datenstrom TS_{out} zu bündeln, muss ausgehend von der vorhandenen Datenübertragungsrate des digitalen Rundfunk-Übertragungssystems und dem aktuell anfallenden Bedarf an Übertragungskapazität für jedes zu übertragende analoge oder digitale Signal $1_1, 1_2, \dots, 1_{i-1}, 1_i, 1_{i+1}, \dots, 1_N$ von einer übergeordneten Einheit eine Datenübertragungsrate für die einzelnen IP-Datenströme $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$ vorgegeben werden.

[0048] Als übergeordnete Einheit dient dabei ein MPE-FEC-Master-Kodierer 2_i , der in einer Vorphase des laufenden Betriebs des digitalen Rundfunk-Übertragungssystems über einen längeren Zeitraum mittels einer sta-

tistischen Analyse des Übertragungsvolumens in den einzelnen IP-Datenströmen $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$ und der Echtzeitanforderungen der im Empfänger aus den übertragenen IP-Datenströmen gewonnenen Video- und/oder Audio-Inhalten die Zykluszeit der aufeinander folgenden Zeitintervalle und die Datenübertragungsrate in den einzelnen Übertragungskanälen des digitalen Rundfunk-Übertragungssystems ermittelt.

[0049] Im laufendem Betrieb des digitalen Rundfunk-Übertragungssystems erhält der MPE-FEC-Master-Kodierer 2_i von den einzelnen MPE-FEC-Kodierern $2_1, 2_2, \dots, 2_{i-1}$, die über das digitale Rundfunk-Übertragungssystem regulär immer übertragen werden, sowie von zusätzlichen MPE-FEC-Kodierern $2_{i+1}, \dots, 2_N$, die nur bei zusätzlichen freien Übertragungskapazitäten des digitalen Rundfunk-Übertragungssystems übertragen werden, über zugehörige Signalleitungen $4_1, 4_2, \dots, 4_{i-1}, 4_i, 4_{i+1}, \dots, 4_N$ kontinuierlich in einem bestimmten Zeitraster - Zykluszeit der einzelnen aufeinander folgenden Zeitintervalle - den jeweiligen Bedarf an Übertragungskapazität. Der MPE-FEC-Master-Kodierer 2_i ermittelt aus der Bedarfssumme an Übertragungskapazität der einzelnen MPE-FEC-Kodierer $2_1, 2_2, \dots, 2_{i-1}$ und der in der Vorphase des laufenden Betriebs ermittelten Zykluszeit und Datenübertragungsrate der einzelnen Übertragungskanäle die zulässige Datenübertragungsrate der einzelnen IP-Datenströme $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i$ und die sich daraus ergebende gemeinsame kleinste mögliche Datenübertragungsrate des gesendeten Transportstroms TS_{out} sowie die Anzahl zusätzlich zu übertragender IP-Datenströme aus bis zu $N-i-1$ IP-Datenströmen $3_{i+1}, \dots, 3_N$ und deren zugehörige zulässige Datenübertragungsrate. Die vom MPE-FEC-Master-Kodierer 2_i ermittelten zulässigen Datenübertragungsraten der einzelnen IP-Datenströme $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i$ sowie von bis zu $N-i-1$ zusätzlichen IP-Datenströmen $3_{i+1}, \dots, 3_N$ werden den einzelnen MPE-FEC-Kodierern $2_1, 2_2, \dots, 2_{i-1}$ sowie den bis zu $N-i-1$ für die digitale Rundfunk-Datenübertragung ausgewählten zusätzlichen MPE-FEC-Kodierern $2_{i+1}, \dots, 2_N$ über die Signalleitungen $5_1, 5_2, \dots, 5_{i-1}, 5_i, 5_{i+1}, \dots, 5_N$ kommuniziert.

[0050] Die vom MPE-FEC-Master-Kodierer 2_i ermittelten Datenübertragungsraten werden von den einzelnen MPE-FEC-Kodierern $2_1, 2_2, \dots, 2_{i-1}, 2_i$ sowie von bis zu $N-i-1$ zusätzlich für die digitale Rundfunk-Datenübertragung ausgewählten MPE-FEC-Kodierern $2_{i+1}, \dots, 2_N$ bei der Erzeugung der zugehörigen IP-Datenströmen $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$ berücksichtigt.

[0051] Die einzelnen IP-Datenströme $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$ werden zu einem Transportstrom-Generator 7 geführt, der die einzelnen IP-Datenpakete der einzelnen IP-Datenströme $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$ in die Zeit-Frequenz-Datenstruktur des Transportstroms TS_{out} an der richtigen Frequenz-Zeit-Position einbindet. Hinzu erhält er vom MPE-FEC-Master-Kodierer 2_i über die Signalleitung 6 Informationen hinsichtlich der in der statistischen Voranalyse ermittelten Anzahl der Übertragungskanäle zuzüglich deren zugeordnete Datenübertragungsrate und zugeordnete Zykluszeit sowie der in den einzelnen

Übertragungskanäle regulär zu übertragenden IP-Datenströme $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i$ sowie der bis zu $N-i-1$ zusätzlich zu übertragenden IP-Datenströme $3_{i+1}, \dots, 3_N$.

[0052] Im Transportstrom-Generator 7, der in Fig. 13 detaillierter dargestellt ist, werden die ankommenden IP-Datenpakete der regulär zu übertragenden IP-Datenströme $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i$, sowie der bis zu $N-i-1$ zusätzlich zu übertragenden IP-Datenströme $3_{i+1}, \dots, 3_N$ ausgehend von den über die Signalleitung 6 zugeführten Informationen über die einzelnen Übertragungskanäle, deren Datenübertragungsrate und deren Zykluszeit sowie der Zuordnung der einzelnen IP-Datenströme zu den einzelnen Übertragungskanälen die Zeit-Frequenzplanung jedes einzelnen ankommenden IP-Datenpakets durch einen Zeit-Frequenz-Planer 8 einem Übertragungskanal, einem innerhalb des Übertragungskanals während eines zyklischen Zeitintervalls positionierten Übertragungsrahmen (frame), einem innerhalb des Übertragungsrahmens positionierten Zeitschlitz (slot) und einem innerhalb eines Zeitschlitzes positionierten und vertikal verlaufenden Unter-Zeitschlitz oder horizontal verlaufenden Unter-Frequenzschlitz (section) zugeordnet.

[0053] Diese Planungsergebnisse des Zeit-Frequenz-Planers 8 werden einem nachgelagerten "Section"-Generator 9 zur Erzeugung der einzelnen Unter-Zeitschlitz und Unter-Frequenzschlitz in den einzelnen Übertragungskanälen aus den dafür bestimmten IP-Datenpaketen der IP-Datenströme $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$ verwendet.

[0054] Die somit erzeugten Unter-Zeitschlitz und Unter-Frequenzschlitz werden in einem nachfolgenden Burstsinal-Generator 11 zu einzelnen, den einzelnen Übertragungskanälen zugeordneten Burstsinalen mit einer der geplanten Zeitschlitzdauer entsprechenden Burst-Dauer zusammengefügt.

[0055] In einem abschließenden "Frame"-Generator 12 werden die einzelnen Burst-Signale zu einen den einzelnen Übertragungskanälen zugeordneten Übertragungsrahmen mit einer der geplanten Zeitintervallsdauer entsprechenden Zykluszeit zusammengefügt.

[0056] Der auf diese Weise erzeugte Transportstrom TS_{out} wird einen Kanal-Kodierer und Modulator 13 zur Kodierung und Modulation und schließlich einer Hochfrequenz-Endstufe 14 zur Leistungsverstärkung zugeführt.

[0057] Das erfindungsgemäße Übertragungsverfahren für mehrere einzelne Datenströme mit Echtzeitanforderungen in einem gemeinsamen Datenstrom wird nun anhand des Flussdiagramm anhand von Fig. 14 im folgenden beschrieben:

In einem ersten Verfahrensschritt S10, der einmalig in einer Vorphase des Übertragungsbetriebs durchgeführt wird, erfolgt eine statistische Auswertung des Bedarfes an Übertragungskapazität jedes einzelnen zu übertragenden Datenstromes über einen längeren Zeitraum. Außerdem werden in dieser Vorphase die Echtzeitanforderungen an die einzelnen

zu übertragenden Datenströme im Hinblick auf eine echtzeitfähige Rekonstruktion einer Bild- und/oder Sprach-Sequenz beim Empfänger über einen längeren Zeitraum statistisch ausgewertet. Ergebnis dieser statistischen Auswertungen ist die Festlegung von einzelnen Übertragungskanälen im digitalen Rundfunkübertragungssystem mit jeweils einer zugeordneten Datenübertragungsrate und einer zugeordneten Zykluszeit und die Zuordnung der regulär zu übertragenden und der zusätzlich zu übertragenden Datenströme auf die einzelnen Übertragungskanäle.

[0058] Im nächsten Verfahrensschritt S20, der in der Zykluszeit der zyklisch aufeinander folgenden Zeitintervalle des jeweiligen Übertragungskanals durchgeführt wird, werden die Übertragungsbedarfe der einzelnen, im jeweiligen Übertragungskanal übertragenen IP-Datenströme von den die einzelnen IP-Datenströme erzeugenden MPE-FEC-Kodierer durch einen MPE-FEC-Master-Kodierer abgefragt.

[0059] Der nächste Verfahrensschritt S30 beinhaltet das Aufsummieren der in den einzelnen Zeitintervallen abgefragten Bedarfe an Übertragungskapazität derjenigen IP-Datenströme, die auf jeden Fall regulär über das digitale Rundfunk-Übertragungssystem übertragen werden (die von den MPE-FEC-Kodierern $2_1, 2_2, \dots, 2_{i-1}, 2_i$ in Fig. 12 erzeugten IP-Datenströme $3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i$) und das Berechnen der gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate des gemeinsamen Transportstroms TS_{out} in den einzelnen Übertragungskanälen des digitalen Rundfunk-Übertragungssystems. Die gemeinsame kleinst mögliche Datenübertragungsrate im jeweiligen Übertragungskanal im jeweiligen Zeitintervall ergibt sich aus der Division der im jeweiligen Zeitintervall aufsummierten Bedarfe an Übertragungskapazität derjenigen Datenströme, die im jeweiligen Übertragungskanal übertragen werden, durch die in Verfahrensschritt S10 ermittelte konstante Zykluszeit der einzelnen Zeitintervalle.

[0060] Im abschließenden Verfahrensschritt S40 wird für jeden Übertragungskanal des digitalen Rundfunk-Übertragungssystems die für die Übertragung von bis zu N-i-1 zusätzlichen Datenströmen $3_{i+1}, \dots, 3_N$ vorhandene Datenübertragungsrate des jeweiligen Übertragungskanals aus der Differenz der in Verfahrensschritt S10 ermittelten und dem jeweiligen Übertragungskanal zugeordneten Datenübertragungsrate und der für den jeweiligen Übertragungskanal in Verfahrensschritt S30 für das jeweilige Zeitintervall berechneten, gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate bestimmt. Die für jeden Übertragungskanal jeweils ermittelte Datenübertragungsrate zur Übertragung zusätzlicher Datenströme $3_{i+1}, \dots, 3_N$ wird ausgehend von der in Verfahrensschritt S10 ermittelten Zuweisung von bis zu N-i-1 zusätzlichen Datenströmen $3_{i+1}, \dots, 3_N$ - entsprechend ihres jeweiligen Bedarfs an Übertragungsrate und ihrer jeweiligen Echtzeitanforderung - an die einzelnen Übertra-

gungskanäle an eine für den jeweiligen Übertragungskanal maximal mögliche Anzahl von bis zu N-i-1 zusätzlichen Datenströmen $3_{i+1}, \dots, 3_N$ entsprechend deren durchschnittlichen Bedarf an Übertragungskapazität zugewiesen.

[0061] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Die Erfindung ist auch bei anderen bekannten digitalen Rundfunk-Übertragungsstandards wie Digital-Video-Broadcast-Terrestrial (DVB-T), Integrated-Services-Digital-Broadcast-Terrestrial (ISDB-T), Advanced-Television-Systems-Committee (ATSC), Data-Broadcast-Standard, Digital-Multimedia-Broadcast-Terrestrial (DMB-T), Terrestrial-Digital-Multimedia-Broadcasting (T-DMB), Forward-Link-Only (FLO), Digital-Audio-Broadcast (DAB) und Digital-Radio-Mondiale (DRM) und zukünftig noch entstehenden Rundfunk-Übertragungs-Standards anwendbar. Die Erfindung erstreckt sich auch auf andere zukünftig entstehende digitale paketorientierte Datenübertragungsverfahren.

[0062] Anstelle eines MPE-FEC-Master-Kodierers 2_i , der aus einem digitalen oder analogen Eingangssignal 2_i selbst mittels MPE-FEC-Kodierung einen IP-Datenstrom 3_i erzeugt, ist alternativ von der Erfindung auch eine zentrale Einheit abgedeckt, die ohne Erzeugung eines IP-Datenstroms 3_i die Übertragungsbedarfe der einzelnen, im jeweiligen Übertragungskanal übertragenen IP-Datenströme von den einzelnen MPE-FEC-Kodierern abfragt und daraus jeweils die gemeinsame kleinst mögliche Datenübertragungsrate in den einzelnen Übertragungskanälen ermittelt.

Patentansprüche

1. Übertragungsverfahren für mehrere einzelne Datenströme ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) mit Echtzeitanforderung in einem gemeinsamen Datenstrom (TS_{out}) über ein digitales Rundfunk-Übertragungssystem bei optimaler Ausnutzung der vorhandenen Datenübertragungsrate mit folgenden Verfahrensschritten:

- Ermitteln des Bedarfs an Übertragungskapazität für jeden einzelnen Datenstrom ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) in jedem zyklisch aufeinander folgenden Zeitintervall mit jeweils konstanter vorbestimmter Zyklusdauer (t_{ZYKLUS}),
- Summation der Bedarfe an Übertragungskapazität im jeweiligen Zeitintervall und Ermittlung einer kleinst möglichen gemeinsamen Datenübertragungsrate für den gemeinsamen Datenstrom (TS_{out}) im jeweiligen Zeitintervall aus der Division des je Zeitintervall summierten Bedarfs an Übertragungskapazität durch die Zyklusdauer (t_{ZYKLUS}) des Zeitintervalls,
- Zuweisung der Differenz an Datenübertragungsrate zwischen der im jeweiligen Zeitinter-

- vall ermittelten gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate und der vorhandenen Datenübertragungsrate an eine derartige Anzahl zusätzlicher einzelner Datenströme ($3_{i+1}, \dots, 3_N$), dass bei minimaler ungenutzter Datenübertragungsrate deren summierte Bedarfe an Übertragungskapazität im jeweiligen Zeitintervall mit der Differenz an Datenübertragungsrate übertragbar sind.
2. Übertragungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Bedarf der einzelnen Datenströme ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) an Übertragungskapazität über eine Vielzahl von Zeitintervallen vorab ermittelt wird und Datenströme mit einem Bedarf an Übertragungskapazität und mit einer Echtzeitanforderung in einer ähnlichen Größenordnung jeweils in einem Übertragungskanal des digitalen Übertragungssystems mit derselben Datenübertragungsrate und in Zeitintervallen mit jeweils derselben Zyklusdauer (T_{ZYKLUS}) übertragen werden.
 3. Übertragungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Zyklusdauer (t_{ZYKLUS}) der Zeitintervalle in den jeweiligen Übertragungskanälen mittels statistischer Analyse der Bedarfe der einzelnen Datenströme ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) an Übertragungskapazität über eine Vielzahl von Zeitintervallen vorab bestimmt wird.
 4. Übertragungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die einzelnen Datenströme ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) aus in Nutzdaten-Pakete, bevorzugt in Internet-Protokoll-Datenpakete, gewandelten digitalen und/oder analogen Datenübertragungssignalen, bevorzugt Video- und/oder Audio-Signalen, bestehen.
 5. Übertragungsverfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die zum jeweiligen einzelnen Datenstrom ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) gehörigen Nutz-Datenpakete im jeweiligen Zeitintervall in jeweils einem Zeitschlitz des gemeinsamen Datenstroms (TS_{out}) platziert werden, dessen variable Burst-Dauer (T_{BURST}) der Division der ermittelten gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate durch den Bedarf des jeweiligen einzelnen Datenstroms ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) an Übertragungskapazität im jeweiligen Zeitintervall entspricht.
 6. Übertragungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die den einzelnen Nutzdaten-Paketen jedes einzelnen Datenstroms ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) im gemeinsamen Datenstrom (TS_{out}) zugewiesenen zusätzlichen Kodierungsdaten-Pakete zur statischen Kanalcodierung durch Erhöhung der gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate im jeweiligen Zeitintervall berücksichtigt werden.
 7. Übertragungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die den einzelnen Nutzdaten-Paketen jedes einzelnen Datenstroms ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) im gemeinsamen Datenstrom (TS_{out}) zugewiesenen zusätzlichen Kodierungsdatenpakete zur statischen Kanalcodierung durch Verbreiterung jedes zu jeweils einem einzelnen Datenstrom ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) gehörigen Zeitschlitzes eines Zeitintervalls um eine konstante Zeitdauer mittels Anpassung der Coderate der statischen Kanalcodierung an die variable Burst-Dauer (t_{BURST}) des jeweiligen Zeitschlitzes berücksichtigt werden.
 8. Übertragungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** am Beginn jedes Zeitschlitzes jeweils Datenpakete platziert werden, die für die Verarbeitung aller im Zeitschlitz übertragenen Datenpakete beim Empfang benötigt werden, bevorzugt Verschlüsselungsdaten zur Entschlüsselung der verschlüsselten Nutz- und Kodierungsdaten-Pakete.
 9. Übertragungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** am Beginn jedes Zeitschlitzes jeweils Datenpakete platziert werden, die beim Empfang einer komplexen Datenverarbeitung zugeführt werden, beispielsweise Datenpakete zur Rekonstruktion einer im Zeitintervall stattfindenden Sequenz von aufeinander folgenden Videos mit deutlich veränderten Video-Inhalt.
 10. Übertragungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das digitale Rundfunkübertragungssystem ein digitales Rundfunkübertragungssystem nach dem Digital-Video-Broadcast-Handheld-Standard (DVB-H) ist.
 11. Übertragungsverfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der zu den Datenpaketen eines einzelnen Datenstroms ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) gehörige Zeitschlitz im gemeinsamen Datenstrom (TS_{out}) mit der ermittelten gemeinsamen kleinst möglichen Daten-

übertragungsrate ein Burst im gemeinsamen Datenstrom (TS_{out}) des digitalen Rundfunk-Übertragungssystems nach dem Digital-Video-Broadcast-Handheld-Standard (DVB-H) ist, wobei dessen variable Burst-Dauer (t_{BURST}) der variablen Dauer (T_{BURST}) des Zeitschlitzes entspricht und die zu einem einzelnen Datenstrom ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) gehöri-

12. Übertragungsverfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Wandlung der einzelnen digitalen und/oder analogen Video- und/oder Audio-Signale in Datenpakete der einzelnen Datenströme ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) nach einem MPEG-4-Quell-Kodierungsstandard erfolgt.

13. Übertragungsverfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Zeitintervall mit jeweils konstanter Zyklusdauer (T_{ZYKLUS}) der Zeitdauer einer dem MPEG-4-Quell-Kodierungsstandard entsprechenden, in einem I-Frame und in mehreren P-Frames abgelegten und als group-of-pictures bezeichneten Video-Sequenz entspricht, wobei der variable Zeitabstand ($\Delta-T$) zwischen Bursts desselben Datenstroms ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) in zwei aufeinander folgenden Zeitintervallen in der Größenordnung der Zeitdauer einer group-of-pictures liegt.

14. Übertragungsverfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Zeitintervall mit jeweils konstanter Zyklusdauer (t_{ZYKLUS}) der Zeitdauer von mehreren group-of-pictures entspricht, wobei die Bursts desselben Datenstroms ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) in einem Zeitintervall unmittelbar aufeinander folgen und der variable Zeitabstand ($\Delta-T$) zwischen Bursts desselben Datenstroms ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) in zwei aufeinanderfolgenden Zeitintervallen in der Größenordnung der Zeitdauer der in einem Zeitintervall zusammengefassten Anzahl von group-of-pictures liegt.

15. Sendevorrichtung für einen aus mehreren einzelnen Datenströmen ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) mit Echtzeitanforderung gebildeten gemeinsamen Datenstrom (TS_{out}) in einem digitalen Rundfunk-Übertragungssystem bei optimaler Ausnutzung der vorhandenen Datenübertragungsrate mit mehreren Kodiereinheiten ($2_1, 2_2, \dots, 2_{i-1}, 2_i, 2_{i+1}, \dots, 2_N$) zur Erzeugung jeweils eines einzelnen Datenstroms ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$) mit Nutzdaten-Paketen aus jeweils einem zu übertragenden Video- und/oder Audio-Signal und einem Transportstromgenerator (7) zur Erzeugung eines gemeinsamen Datenstroms (TS_{out})

aus den einzelnen Datenströmen ($3_1, 3_2, \dots, 3_{i-1}, 3_i, 3_{i+1}, \dots, 3_N$),

wobei eine als übergeordnete Master-Einheit arbeitende Kodier-Einheit (2_i) mit den restlichen jeweils als untergeordnete Slave-Einheiten arbeitenden Kodiereinheiten ($2_1, 2_2, \dots, 2_{i-1}, 2_{i+1}, \dots, 2_N$) und dem Transportstromgenerator (7) derart verschaltet ist, dass eine Übermittlung einer gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate für den gemeinsamen Datenstrom (TS_{out}) auf der Basis des von jeder Slave-Einheit ($2_1, 2_2, \dots, 2_{i-1}, 2_{i+1}, \dots, 2_N$) je Zeitintervall gemeldeten Bedarfs an Übertragungskapazität an den Transportstromgenerator (7) von der Master-Einheit (2_i) erfolgt.

16. Sendevorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zusätzlich eine Übermittlung der Lage jedes Zeitschlitzes im gemeinsamen Datenstrom (TS_{out}) für die Übertragung der zur jeweiligen Slave-Einheit ($2_1, 2_2, \dots, 2_{i-1}, 2_{i+1}, \dots, 2_N$) gehörigen Datenpakete im jeweiligen Zeitintervall an den Transportstromgenerator (7) von der Master-Einheit (2_i) erfolgt.

17. Sendevorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zusätzliche als Slave-Einheiten arbeitende Kodierer ($2_{i+1}, \dots, 2_N$) zur Erzeugung zusätzlicher einzelner Datenströme ($3_{i+1}, \dots, 3_N$) mit Echtzeitanforderung vorgesehen sind, die mit einer der Differenz zwischen der vorhandenen Datenübertragungsrate des digitalen Übertragungssystems und der ermittelten gemeinsamen kleinst möglichen Datenübertragungsrate entsprechenden Datenübertragungsrate übertragen werden.

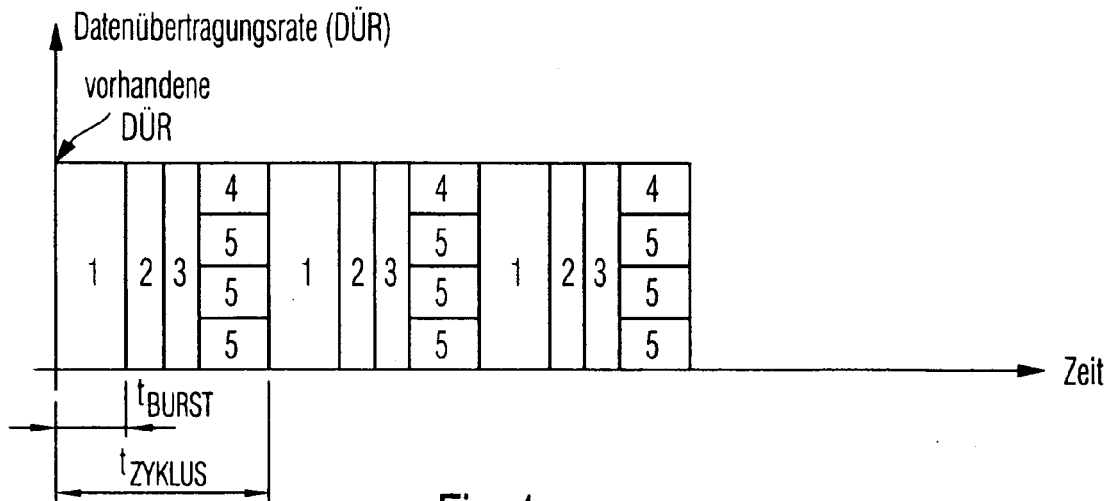


Fig. 1 (Stand der Technik)

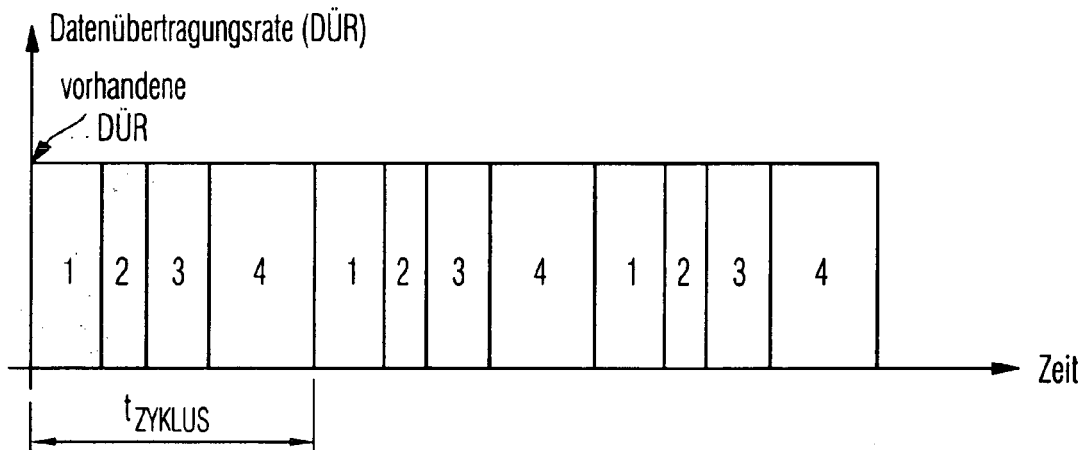


Fig. 2A (Stand der Technik)

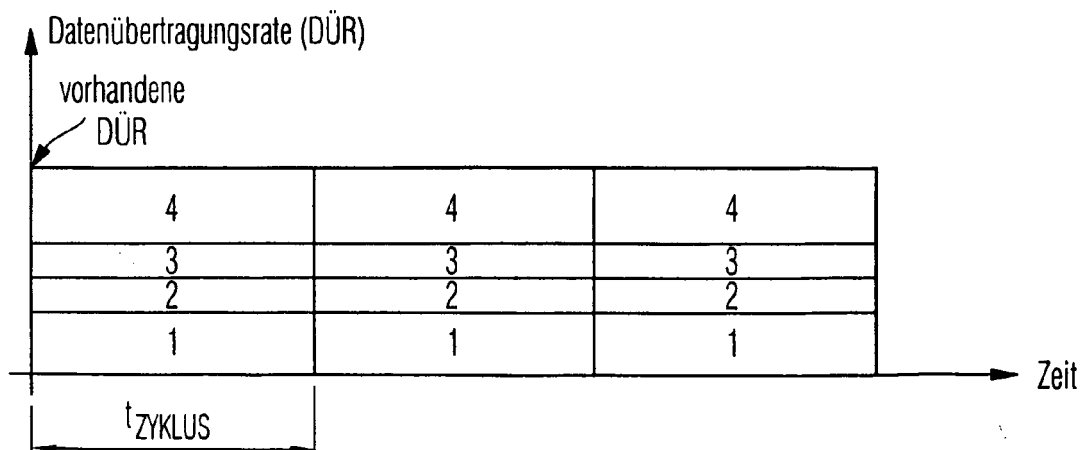


Fig. 2B (Stand der Technik)

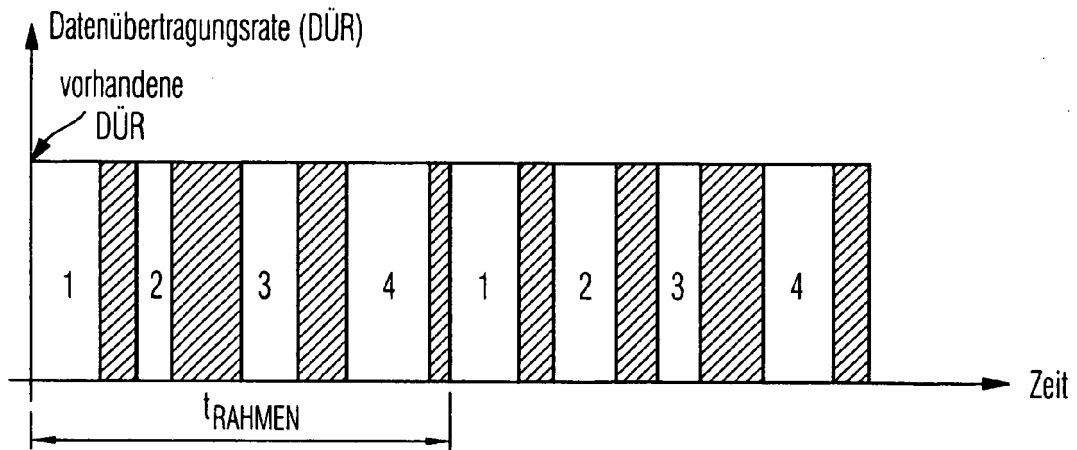


Fig. 3A (Stand der Technik)

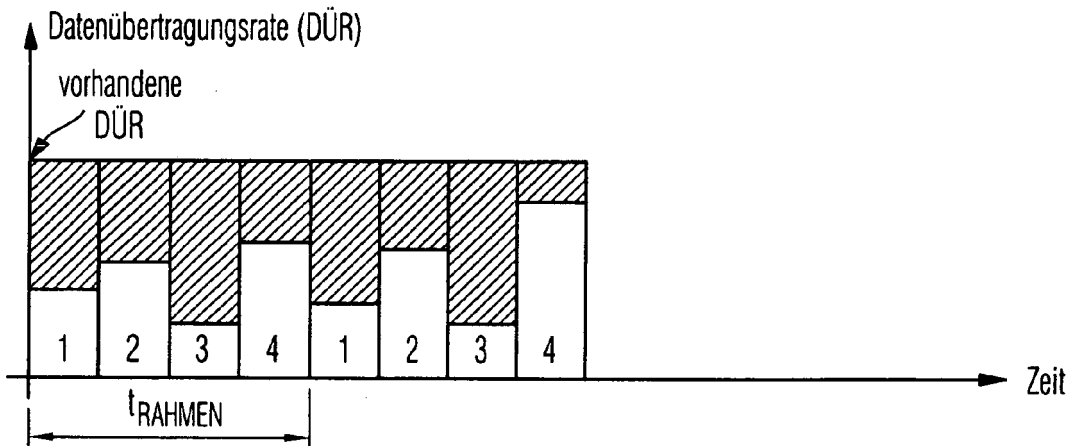


Fig. 3B (Stand der Technik)

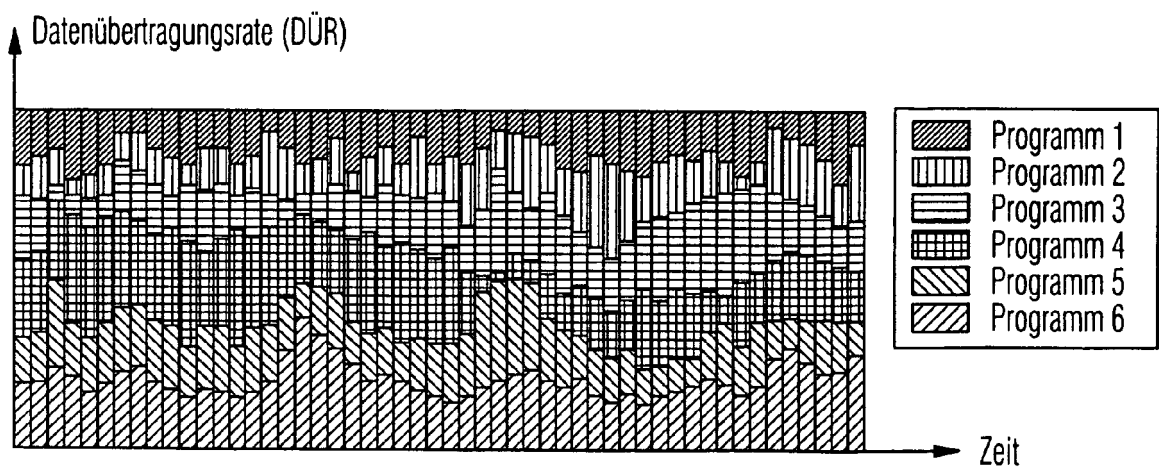


Fig. 4

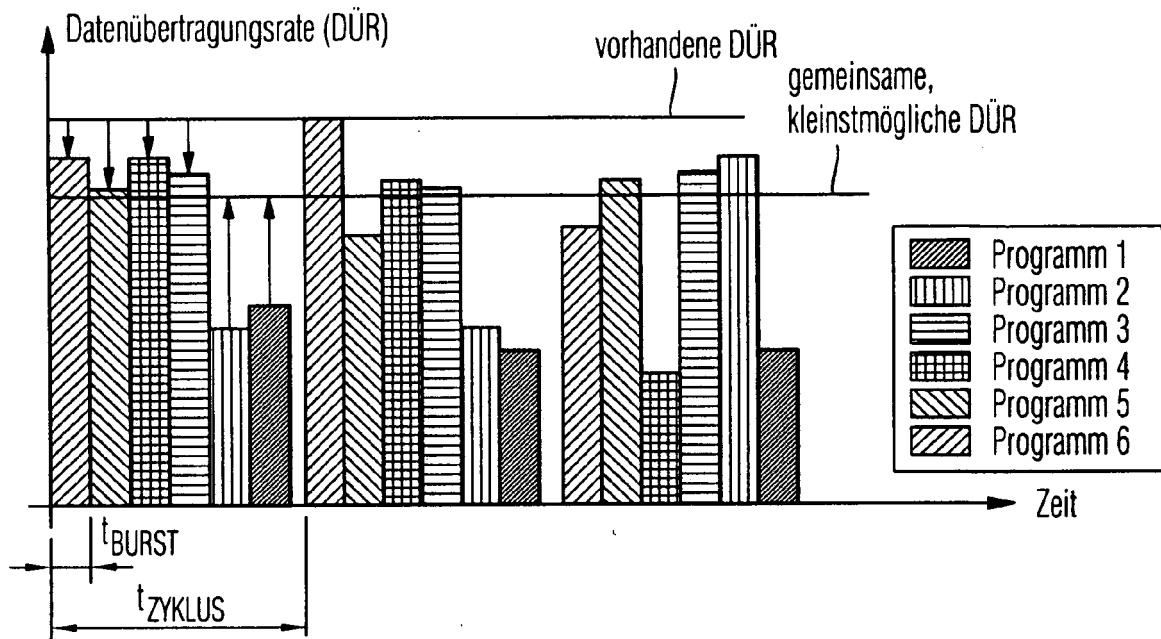


Fig. 5

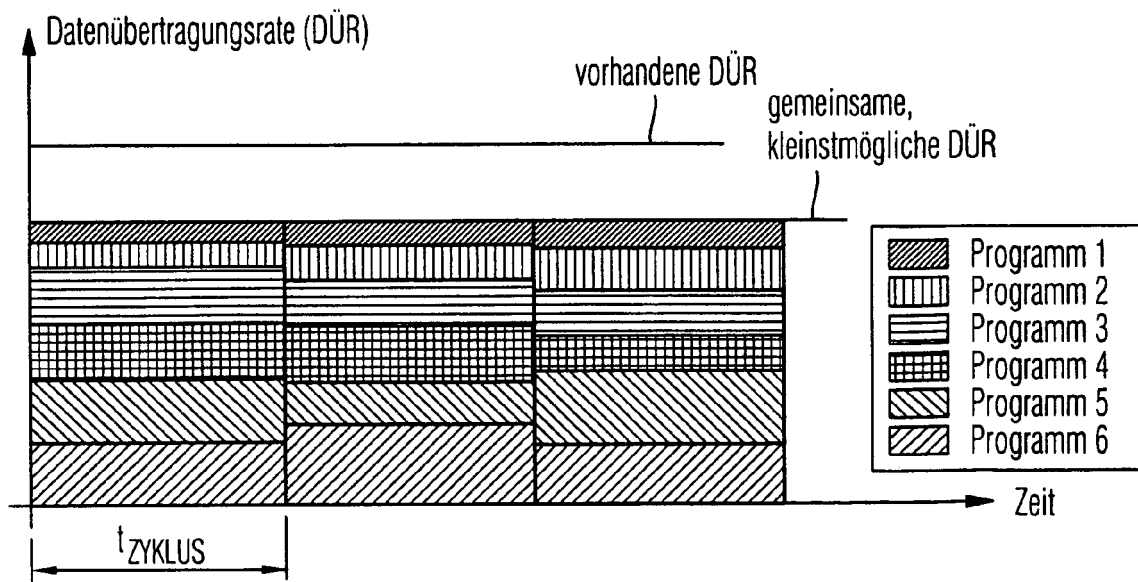


Fig. 6

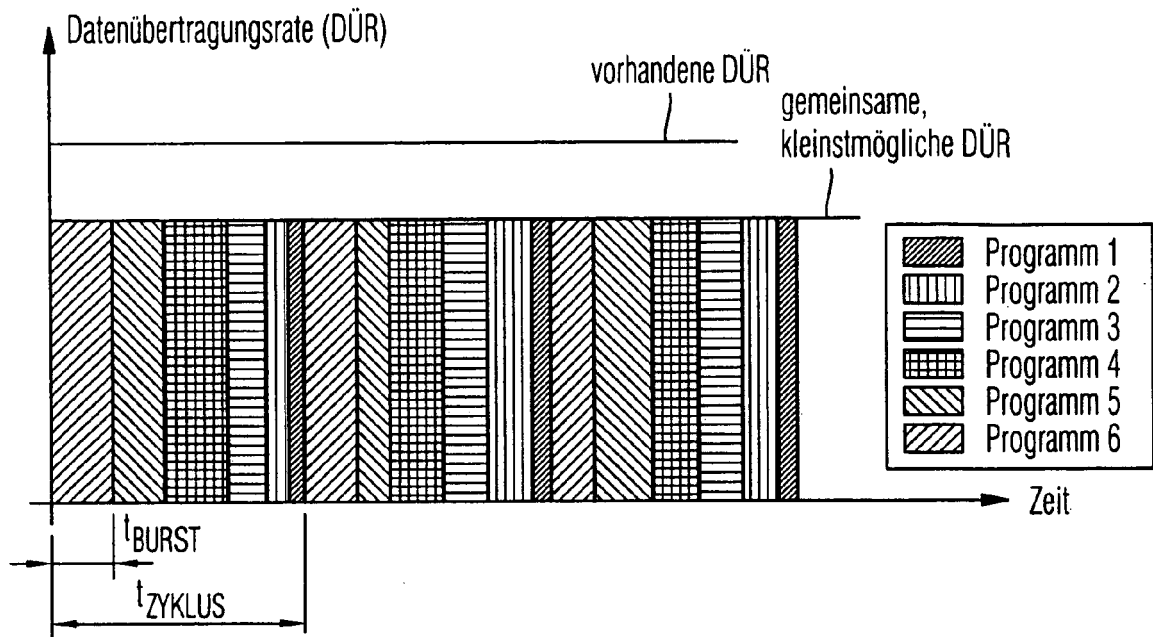


Fig. 7

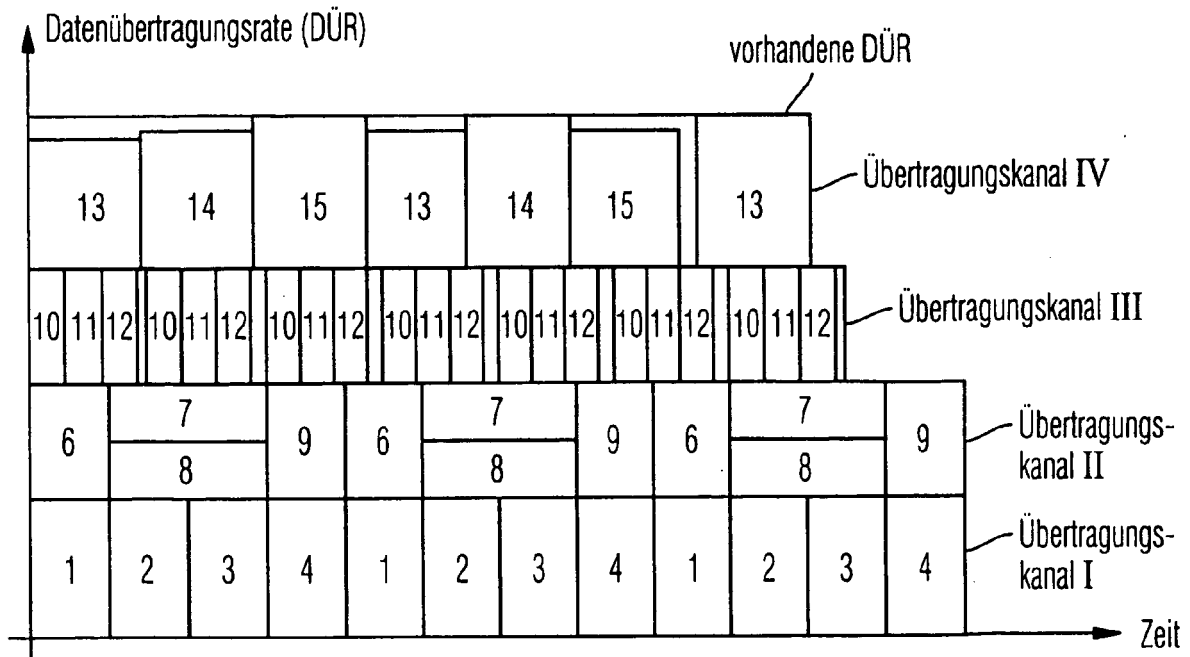


Fig. 8

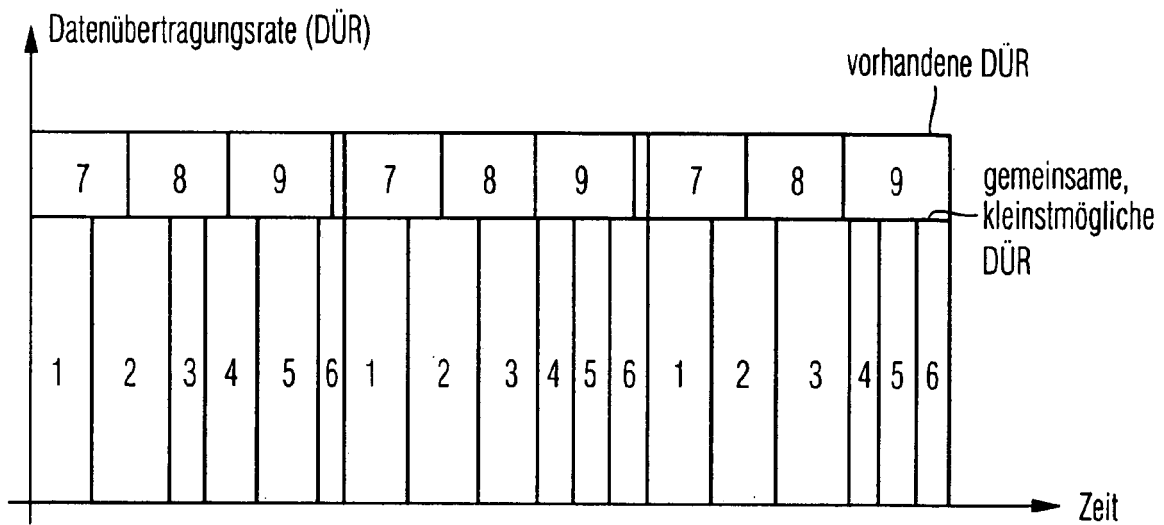


Fig. 9

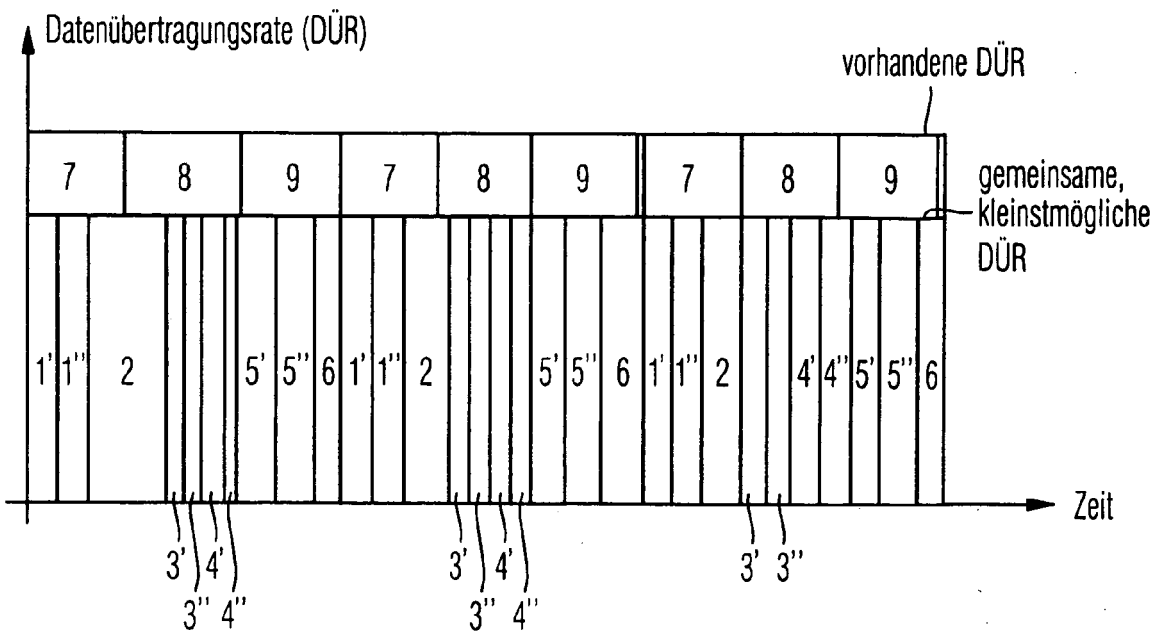


Fig. 10A

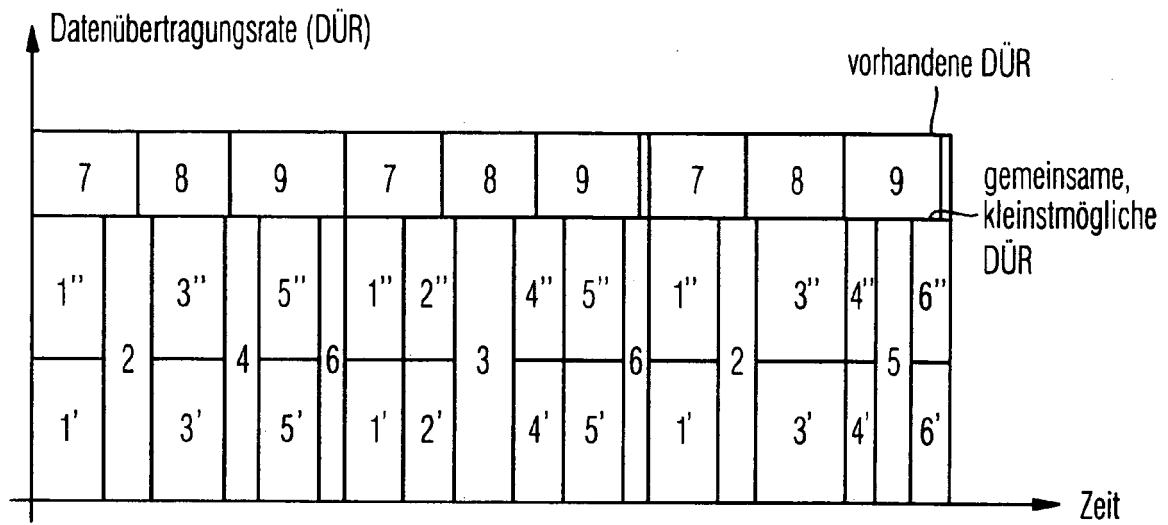


Fig. 10B

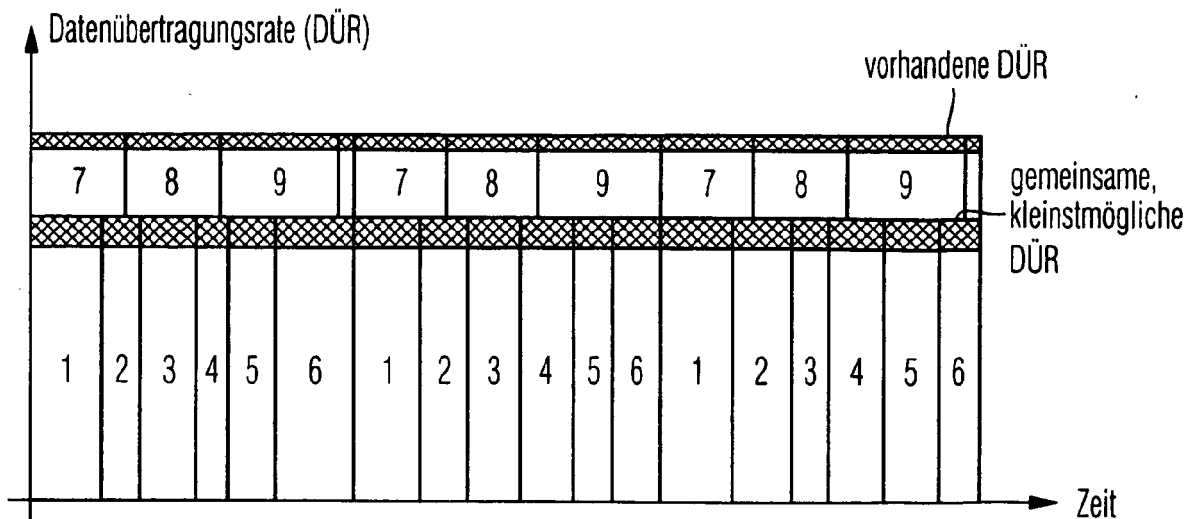


Fig. 11A

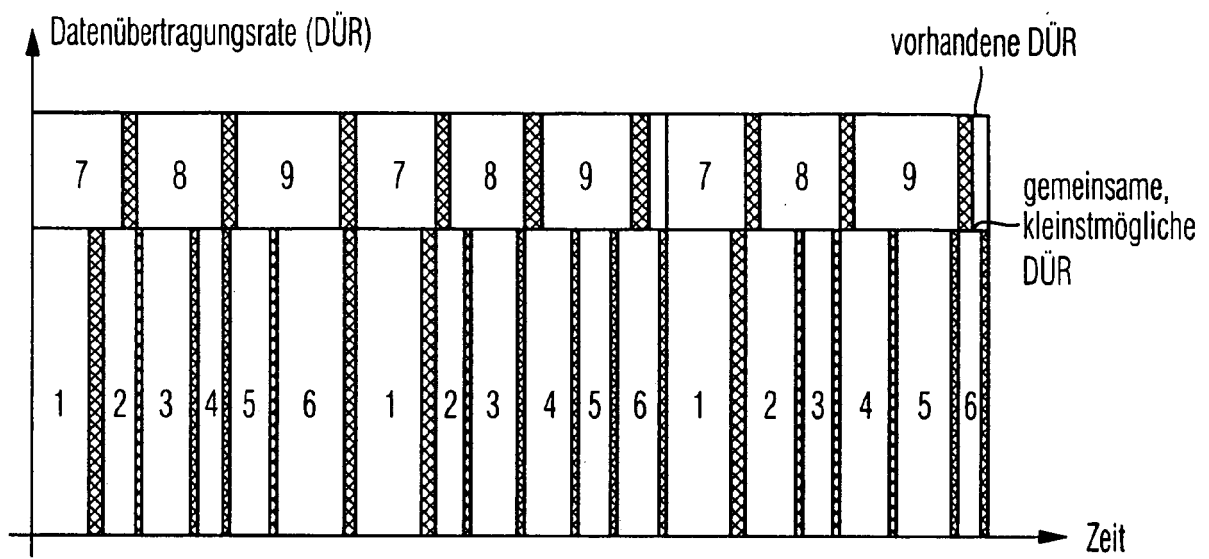


Fig. 11B

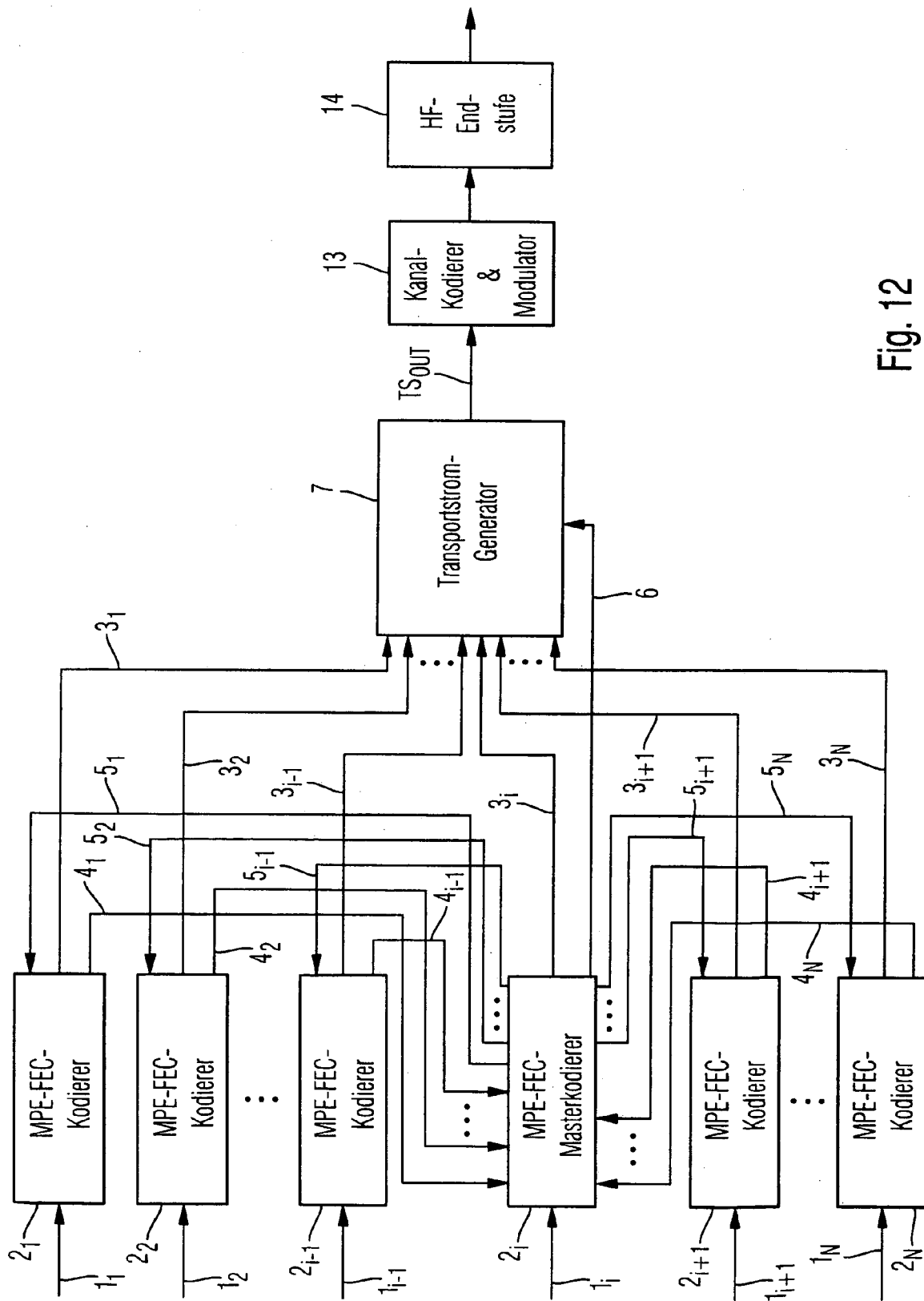


Fig. 12

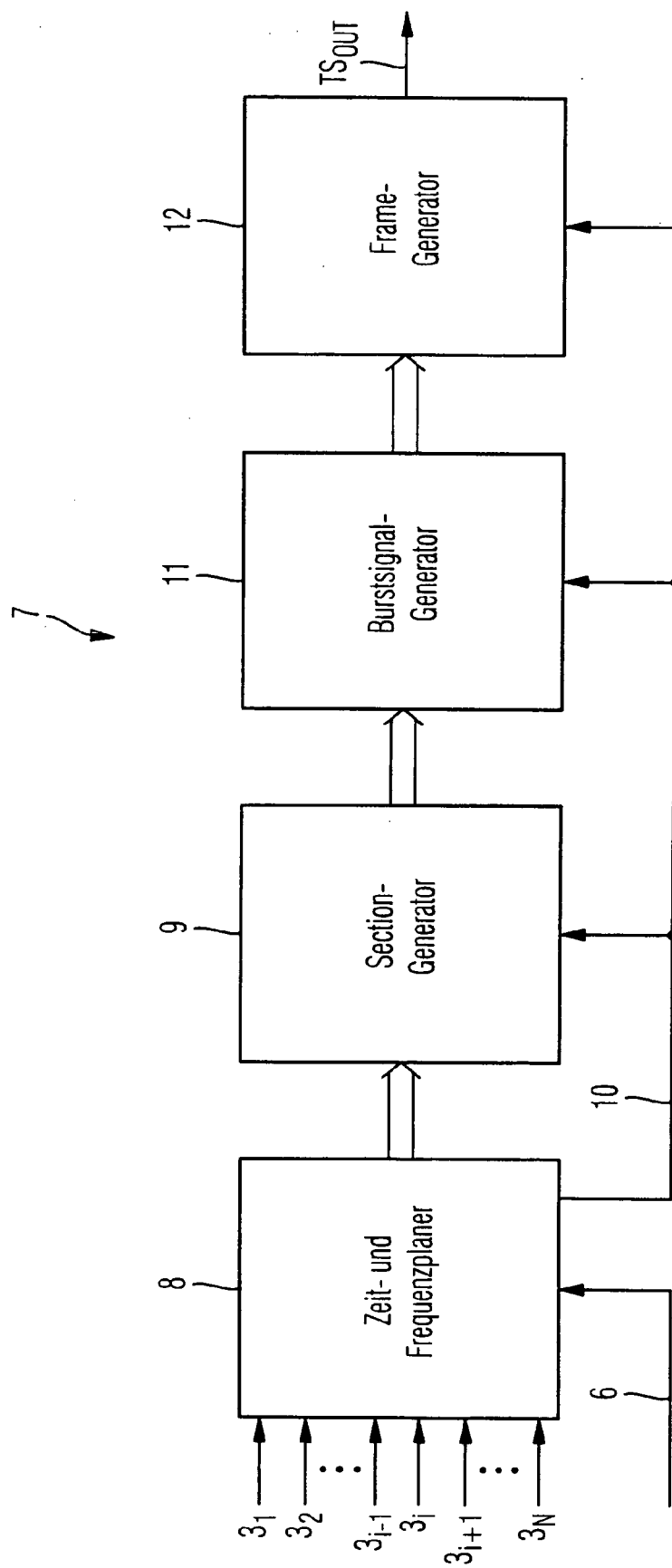


Fig. 13

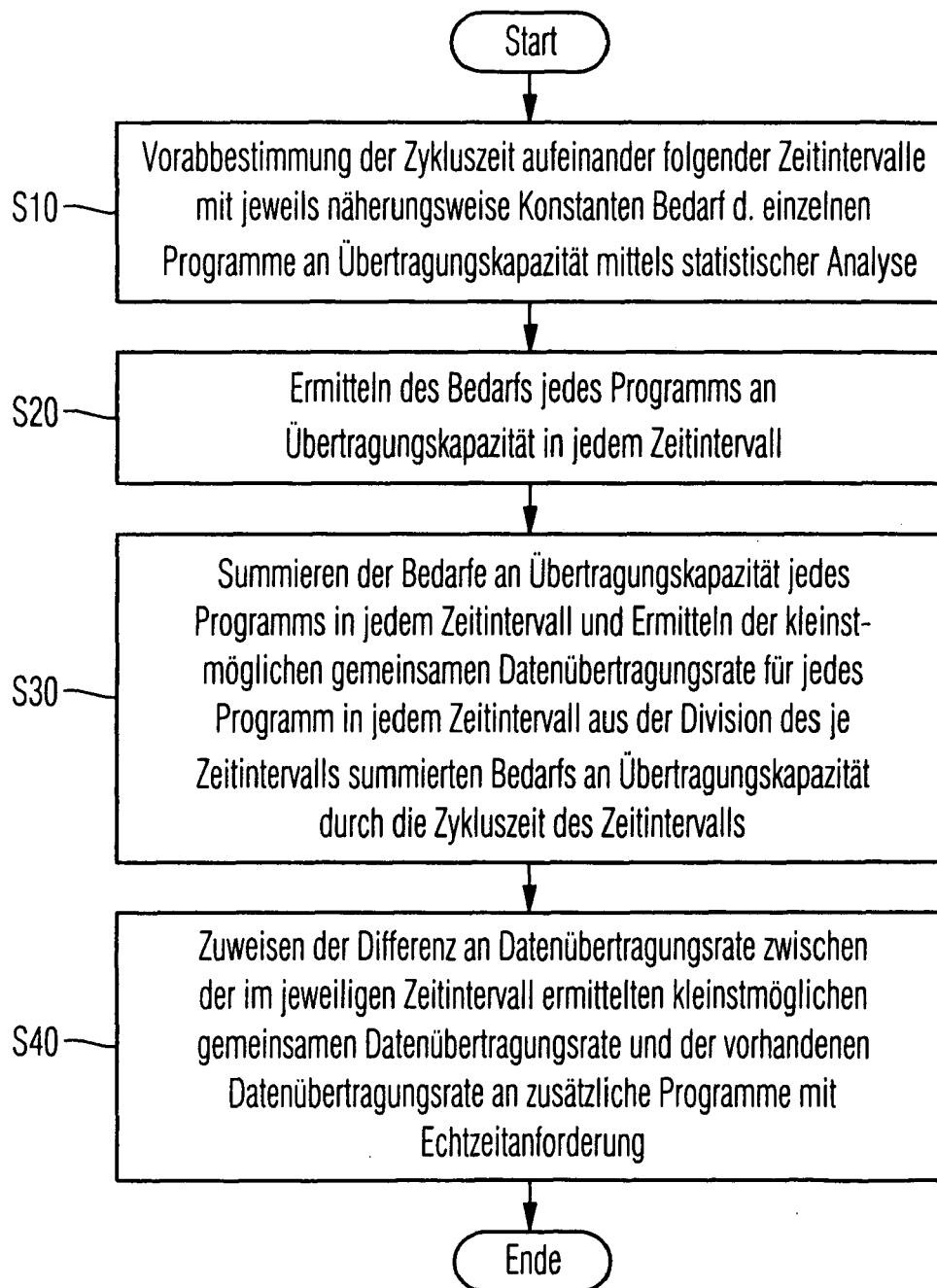


Fig. 14

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20070002870 A1 [0013] [0013] [0028]