



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 080 253.3**

(22) Anmeldetag: **02.08.2011**

(43) Offenlegungstag: **03.01.2013**

(51) Int Cl.: **H04N 21/2365 (2011.01)**

(66) Innere Priorität:  
**10 2011 078 414.4 30.06.2011**

(72) Erfinder:  
**Zurek-Terhardt, Günther, 15566, Schöneiche, DE;**  
**Voß, Axel, 12687, Berlin, DE**

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

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

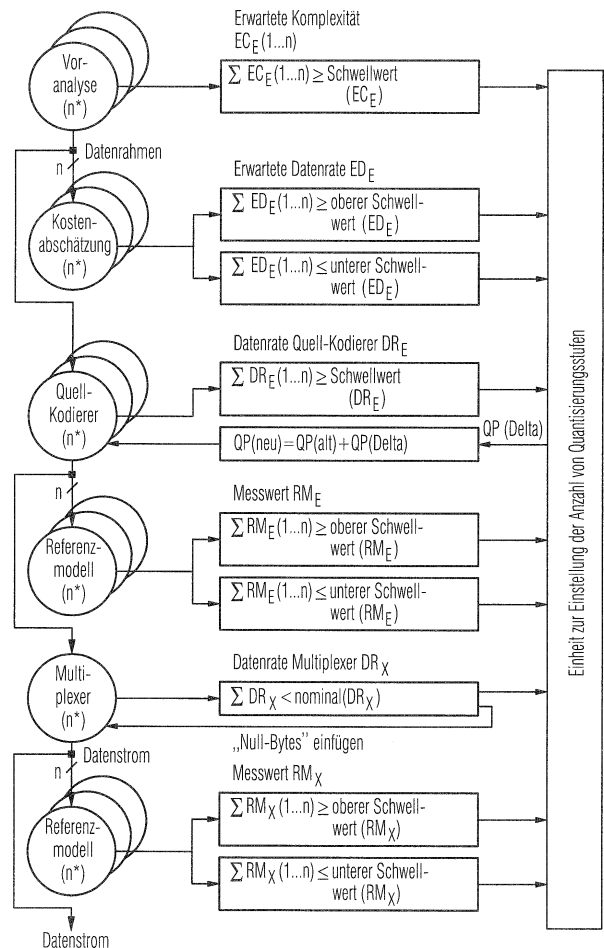
(74) Vertreter:  
**Mitscherlich & Partner Patent- und Rechtsanwälte, 80331, München, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung eines aus mehreren Video-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Erzeugung eines aus mehreren Videodatenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms erfasst mehrere Kenngrößen (ECE(1), ECE(2), ..., ECE(n), ED(1), ED(2), ..., ED(n), DRE(1), DRE(2), ..., DRE(n), RME(1), RME(2), ..., RME(n), DRX, RMX(1), RMX(2), ..., RMX(n)) zur Charakterisierung des Datenvolumens der einzelnen Videodatenströme und/oder des Transportdatenstroms über einen bestimmten Zeitraum (T), vergleicht die erfassten Kenngrößen (ECE(1), ECE(2), ..., ECE(n), ED(1), ED(2), ..., ED(n), DRE(1), DRE(2), ..., DRE(n), RME(1), RME(2), ..., RME(n), DRX, RMX(1), RMX(2), ..., RMX(n)) mit mindestens einem zugehörigen Schwellwert und stellt das im jeweiligen Videodatenstrom (i) in einem Zeitrasterintervall (T') zu übertragende Datenvolumen in Abhängigkeit einer Schwellwertüber- und/oder - unterschreitung durch mindestens eine erfasste Kenngröße (ECE(1), ECE(2), ..., ECE(n), ED(1), ED(2), ..., ED(n), DRE(1), DRE(2), ..., DRE(n), RME(1), RME(2), ..., RME(n), DRX, RMX(1), RMX(2), ..., RMX(n)) ein. Die Einstellung des im jeweiligen Videodatenstrom (i) im Zeitrasterintervall (T') zu übertragenden Datenvolumens erfolgt durch Einstellung der Anzahl von Quantisierungsstufen ( $N_{Q_{2,i}}$ ) pro Bildpunkt im jeweiligen Videodatenstrom (i).



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

**DE 10 2008 059 028 A1**  
**US 5 566 208 A**

**GARCIA, J. [et al.] : Statistical Multiplexing  
Gain Using Space Priority Mechanisms. In: Global  
Telecommunications Conference GLOBECOM '91.  
1991, Vol. 2, S. 929- 933**

**HE, Z. [et al.] : Linear Rate Control and  
Optimum Statistical Multiplexing for H.264 Video  
Broadcast. In : IEEE Transactions on Multimedia,  
November 2008, Nr. 7, Vol. 10, S. 1237- 1249**

**REZAEI, M. [et al.] : Joint Video Coding and  
Statistical Multiplexing for Broadcasting Over  
DVB-H Channels. In : IEEE Transactions on  
Multimedia, Dezember 2008, Nr. 8, Vol. 10, S.  
1455- 1464**

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung eines aus mehreren Video-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms.

**[0002]** In der digitalen Fernseh-Übertragung werden mehrere zu jeweils einem Programm gehörige unkomprimierte Video-Datenströme in einem jeweils zugeordneten Quell-Kodierer komprimiert und in einem anschließenden Multiplexer zu einem einzigen digitalen Transportdatenstrom zusammengefasst.

**[0003]** Da die Übertragungskapazität des Übertragungskanals eine fest vorgegebene, zeitinvariante Kenngröße darstellt, ist die Datenrate des aus einzelnen komprimierten Video-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms konstant auszulegen. Die Datenraten der einzelnen komprimierten Video-Datenströme können entsprechend ihrem Bedarf an Übertragungskapazität ebenfalls konstant ausgelegt werden. Der jeweilige Quell-Kodierer arbeitet dabei im sogenannten Konstant-Datenraten-Betrieb (Constant-Bit-Rate-Mode (CBR-Mode)). Übertragen werden bei dieser Komprimierung insbesondere Änderungen in den Bildinhalten jeweils aufeinander folgender Bilder. Da die Änderungen in den Bildinhalten von jeweils aufeinander folgenden Bildern zeitlich veränderlich sind, ist für jeden komprimierten Videodatenstrom jeweils eine Mindest-Datenrate vorzusehen, in der auch ein zeitweise hoher Datenübertragungsbedarf aufgrund von zeitlich sehr stark veränderlichen Bildinhalten in aufeinander folgenden Bildern abgedeckt werden kann. Im Fall von geringen Änderungen in den Bildinhalten oder von konstanten Bildinhalten zwischen aufeinander folgenden Bildern werden für die nicht benötigten Daten-Bytes der zugewiesenen konstanten Datenrate Null- bzw. Dummy-Bytes übertragen. Dies minimiert nachteilig die Übertragungs-Effizienz der digitalen Fernseh-Übertragung.

**[0004]** Zur Reduzierung von Null- bzw. Dummy-Bytes in den einzelnen komprimierten Video-Datenströmen und damit zur Verbesserung der Übertragung-Effizienz wird ein statistischer Multiplexer verwendet, der auf der Basis von statistischen Datenanalysen den durchschnittlichen Datenübertragungsbedarf in jeweils zeitlich begrenzten Zeiträumen für jeden einzelnen Video-Datenstrom schätzt und darauf aufbauend den einzelnen Video-Datenströmen jeweils für einen zeitlich begrenzten Zeitraum bei minimierten Null- bzw. Dummy-Bytes jeweils eine optimierte konstante Datenrate zuweist. Über einem größeren Zeithorizont weist somit jeder einzelne komprimierte Video-Datenstrom jeweils eine zeitlich veränderliche Datenrate auf, während der aus den einzelnen komprimierten Video-Datenströmen zusammengesetzte Transportdatenstrom eine zeitlich konstante Datenrate besitzt. Hinsichtlich der Funktionsweise eines statistischen Multiplexers sei auf die DE 10 2008 017 290 A1 verwiesen.

**[0005]** Der statistische Multiplexer weist jedem Video-Datenstrom eine Datenrate zu, die zumindest innerhalb eines bestimmten Zeitraums konstant ist, gewährleistet aber nachteilig noch lange nicht, dass eine möglichst hohe Übertragungsqualität in möglichst allen komprimierten Video-Datenströmen über einen möglichst langen Zeitraum herrscht.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erzeugung eines aus mehreren Video-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms mit einer möglichst hohen Übertragungsqualität in möglichst allen Video-Datenströmen über einen möglichst langen Zeitraum bei optimaler Ausnutzung der im Übertragungskanal zur Verfügung stehenden Übertragungskapazität zu schaffen.

**[0007]** Die Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12 gelöst. Vorteilhafte technische Erweiterungen sind in den jeweils abhängigen Patentansprüchen aufgeführt. Patentanspruch 15 bezieht sich auf ein entsprechendes Computerprogramm und Patentanspruch 16 bezieht sich auf ein entsprechendes Computerprogramm-Produkt.

**[0008]** Zur Optimierung der Übertragungsqualität in möglichst allen Video-Datenströmen über einen möglichst langen Zeitraum wird anstelle der Datenrate in den komprimierten Video-Datenströmen erfindungsgemäß die Anzahl der Quantisierungsstufen pro Bildpunkt in den komprimierten Video-Datenströmen geregelt.

**[0009]** Für die Regelung der Quantisierung ist es vorteilhaft, eine größere Anzahl von Kenngrößen an unterschiedlichen Stellen in den einzelnen Signalpfaden – beispielsweise am Eingang und am Ausgang der einzelnen Quell-Kodierer und am Ausgang des Multiplexers – zu berücksichtigen, die das Datenvolumen des jeweiligen Video-Datenstroms an der jeweiligen Stelle im jeweiligen Signalpfad über einen bestimmten Zeitraum charakterisieren. Die Kombination dieser größeren Anzahl von Kenngrößen ermöglicht eine bessere Schätzung des Datenübertragungsbedarfs der einzelnen Video-Datenströme über einen längeren Zeithorizont und damit

eine bessere Optimierung der Übertragungsqualität und gleichzeitig auch eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Übertragungskapazität des Übertragungskanals, als dies nach dem Stand der Technik möglich ist.

**[0010]** Eine erste Kenngröße wird bevorzugt jeweils am Eingang jedes Quell-Kodierers im Rahmen einer Voranalyse der Bildinhalte einer Anzahl von aufeinander folgenden Bildern bestimmt. Hierbei werden auftretende Unterschiede zwischen identischen Bildpunkten von jeweils aufeinander folgenden Bildern in einem bestimmten Zeitraum identifiziert, die ein Maß für das in diesem bestimmten Zeitraum zu übertragende Datenvolumen darstellen. Diese identifizierten Unterschiede resultieren nach der Komprimierung des nicht komprimierten Video-Datenstroms in einem erhöhten Datenvolumen des zugehörigen komprimierten Video-Datenstroms. Somit ergibt sich die Höhe dieser ersten Kenngröße aus der Anzahl von identifizierten Unterschieden in identischen Bildpunkten zwischen jeweils aufeinander folgenden Bildern.

**[0011]** Eine zweite Kenngröße, die ebenfalls am Eingang jedes Quell-Kodierers im Rahmen einer Kostenabschätzung ermittelt wird, stellt bevorzugt die zu erwartende Datenrate des jeweiligen komprimierten Video-Datenstroms in einem bestimmten Zeitraum dar und ergibt sich aus dem verwendeten Quell-Kodierungsverfahrens und den Bildinhalten der zu übertragenden Bilder in diesem bestimmten Zeitraum.

**[0012]** Eine dritte Kenngröße, die jeweils am Ausgang des jeweiligen Quell-Kodierers ermittelt wird, stellt bevorzugt die im aktuellen Zeitpunkt vom jeweiligen Quell-Kodierer erzeugte Datenrate des jeweiligen komprimierten Video-Datenstroms dar und ergibt sich aus dem vom jeweiligen Quell-Kodierer verwendeten Quell-Kodierungsverfahren und den Bildinhalten der im aktuellen Zeitpunkt vom jeweiligen Quell-Kodierer verarbeiteten Folge von aufeinander folgenden Bildern.

**[0013]** Eine vierte Kenngröße, die ebenfalls am Ausgang des jeweiligen Quell-Kodierers ermittelt wird, ergibt sich vorzugsweise aus dem aktuellen Pufferfüllstand des für den jeweiligen Quell-Kodierer verwendeten Referenz-Modells. Dieser Pufferfüllstand des verwendeten Referenz-Modells stellt näherungsweise ein Maß für das im jeweiligen Quell-Kodierer im aktuellen Zeitpunkt zwischengespeicherte Datenvolumen dar.

**[0014]** Eine fünfte Kenngröße, die am Ausgang des Multiplexers ermittelt wird, stellt bevorzugt die im aktuellen Zeitpunkt vom Multiplexer erzeugte Datenrate des aus allen komprimierten Video-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms dar und ergibt sich aus den im aktuellen Zeitpunkt vorliegenden Datenraten der einzelnen komprimierten Video-Datenströmen.

**[0015]** Eine sechste Kenngröße, die ebenfalls am Ausgang des Multiplexers ermittelt wird, ergibt sich vorzugsweise aus dem aktuellen Pufferfüllstand des Referenzmodells, der ein Maß für das im Multiplexer für den jeweiligen Video-Datenstrom zwischengespeicherte und in den zu erzeugenden Transportdatenstrom einzufügenden Datenvolumen darstellt.

**[0016]** Die Anzahl von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt, die in möglichst allen Quell-Kodierern über einen möglichst langen Zeitraum verwendet wird, wird vorzugsweise in Abhängigkeit der in den einzelnen Zeitpunkten eines bestimmten vom statistischen Multiplexer betrachteten Zeitraums in den einzelnen Quell-Kodierern jeweils verarbeiteten Datenvolumina ermittelt. Durch Mittelung der jeweils im betrachteten Zeitraum verarbeiteten und von der Anzahl von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt abhängigen Datenvolumina wird eine optimale Anzahl von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt ermittelt, die die vorhandene Übertragungskapazität des Übertragungskanals optimal ausnutzt.

**[0017]** Diese optimale Anzahl von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt wird vorzugsweise für möglichst alle Quell-Kodierer solange beibehalten, bis eine festgelegte Kenngröße oder eine Kombination von mehreren festgelegten Kenngrößen jeweils einen zugehörigen oberen Schwellwert überschreitet und/oder einen zugehörigen unteren Schwellwert unterschreitet und darauf aufbauend eine Optimierungs-Strategie eine Änderung der Anzahl von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt initiiert.

**[0018]** Wird einem oder mehreren komprimierten Video-Datenströmen zeitweise jeweils eine höhere Übertragungsqualität zugewiesen, so wird die Anzahl von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt in den zugehörigen Quell-Kodierern bevorzugt zeitweise entsprechend erhöht, während die Anzahl von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt in den übrigen Quell-Kodierern zeitweise entsprechend reduziert wird.

**[0019]** Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden im Folgenden anhand der Zeichnung im Detail beispielhaft erläutert. Die Figuren der Zeichnung zeigen:

**[0020]** Fig. 1 ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Erzeugung eines aus mehreren Video-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms,

**[0021]** Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel eines Blockdiagramms einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erzeugung eines aus mehreren Video-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms,

**[0022]** Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel eines Zustandsdiagramms einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erzeugung eines aus mehreren Video-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms und

**[0023]** Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel eines Flussdiagramms eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erzeugung eines aus mehreren Video-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms.

**[0024]** Bevor das Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erzeugung eines aus mehreren-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms im Detail erläutert werden, werden im Folgenden die für das Verständnis des Erfindungsgedankens wesentlichen Grundlagen vorgestellt:

Um eine gegebene Übertragungskapazität eines Übertragungskanals optimal mit Daten von mehreren in einem gemeinsamen Transportdatenstrom übertragenen Video-Datenströmen auszulasten, sind die in einem Betrachtungs-Zeitraum  $T$  in den insgesamt  $n$  Video-Datenströmen jeweils zu übertragenden komprimierten Datenvolumina  $N_i$  auf das im selben Betrachtungs-Zeitraum  $T$  vom Übertragungskanal aufgrund seiner Übertragungskapazität übertragbare Datenvolumen  $N_K$  optimal aufzuteilen. Bei der Optimierung ist das in Gleichung (1) dargestellte Optimierungs-Kriterium einzuhalten.

$$\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{T} = \frac{N_K}{T} \quad (1)$$

**[0025]** Das vom jeweiligen Video-Datenstrom  $i$  im Betrachtungs-Zeitraum  $T$  zu übertragende Datenvolumen  $N_i$  ergibt sich gemäß Gleichung (2) aus der Summation der im Zeitraster  $T'$  einstellbaren Datenraten  $D_i(j \cdot T')$  des jeweiligen Video-Datenstroms  $i$ . Der Betrachtungs-Zeitraum  $T$  ist hierbei typischerweise ein ganzzahliges Vielfaches des Zeitrasters  $T'$ , in dem die Datenrate  $D_i(j \cdot T')$  des jeweiligen Video-Datenstroms  $i$  verstellbar ist.

$$N_i = \sum_{j=1}^{\frac{T}{T'}} D_i(j \cdot T') \cdot T' \quad (2)$$

**[0026]** Für die Bestimmung des Datenvolumens  $N_i$  eines Video-Datenstroms  $i$  in einem Betrachtungszeitraum  $T$  wird eine Übertragung von so genannten Bildergruppen (Group-of-Pictures (GOP)) vorausgesetzt, die aus Intra-Bildern (I-Bildern) mit der vollständigen Bildinformation in allen Bildpunkten des Bildes, P-Bildern mit den Änderungen der Bildinhalte aller Bildpunkte des Bildes zu den Bildinhalten der korrespondierenden Bildpunkte im vorherigen Bild und aus B-Bildern mit den Änderungen der Bildinhalten aller Bildpunkte des Bildes zu den Bildinhalten der korrespondierenden Bildpunkte im vorherigen und gleichzeitig nachfolgenden Bild bestehen. Der Einfachheit halber werden in der folgenden Betrachtung nur die zu übertragenden Daten von P-Bildern berücksichtigt, die in Summe den größten Anteil an Bildinformationen innerhalb einer Bildergruppe aufweisen.

**[0027]** Das Datenvolumen  $N_i$  eines Video-Datenstroms  $i$  in einem Betrachtungszeitraum  $T$  ist somit gemäß der Näherung (3) näherungsweise von der Anzahl  $N_Q$  von Quantisierungsstufen pro Transformationskoeffizienten, der Anzahl  $N_P$  von Bildpunkten pro Bild und dem prozentualen Anteil  $N_{\Delta,j}$  von Bildpunkten mit Bildinhaltsänderungen zum vorherigen Bild gegenüber der Gesamtanzahl von Bildpunkten über alle  $N_B$  innerhalb des Betrachtungszeitraums  $T$  zu übertragende Bilder  $I$  eines Video-Datenstroms  $i$  abhängig.

$$N_i \propto N_Q \cdot N_P \cdot \sum_{I=1}^{N_B} N_{\Delta,j} \quad (3)$$

**[0028]** Bei einem bei der Anmelderin bisher intern verwendeten statistischen Multiplexer werden gemäß der Beziehung (4A) die Datenraten  $D_i(j \cdot T')$  sämtlicher Video-Datenströme in den einzelnen Zeitrasterintervallen  $T'$  des Betrachtungszeitraums  $T$  minimiert, um Übertragungskapazität für zusätzliche Datenströme innerhalb der Übertragungskapazität des Übertragungskanals zu gewinnen und damit eine optimierte Übertragungseffizienz des Übertragungskanals zu erzielen. Hierzu werden bei einer festen Anzahl  $N_P$  von Bildpunkten pro Bild und

bei einer fixierter Anzahl  $N_Q$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt die zu den einzelnen Video-Datenströmen  $i$  jeweils gehörigen Datenraten  $D_i(j \cdot T')$  sämtlicher Video-Datenströme in allen Zeitrasterintervallen  $T'$  des Betrachtungszeitraums  $T$  gemäß der Beziehung (4B) in Abhängigkeit der ermittelten prozentualen Anteile  $N_{\Delta_{i,l}}$  von Bildpunkten mit Bildinhaltsänderungen zum vorherigen Bild minimiert.

$$\text{Min} \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{\frac{T}{T'}} D_i(j \cdot T') \cdot T' \right\} \quad (4A)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{\frac{T}{T'}} D_i(j \cdot T') \cdot T' \propto N_Q \cdot N_P \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^{N_B} N_{\Delta_{i,l}} \quad (4B)$$

**[0029]** Zur Vereinfachung des Optimierungsproblems werden bei der Bestimmung der Datenraten  $D_i(j \cdot T')$  sämtlicher Video-Datenströme gemäß der Beziehungen (5A) und (5B) lediglich zwei aufeinander folgende Zeitrasterintervalle  $T'$  betrachtet. Die dabei benutzte Größe  $N_B$  stellt dabei die Anzahl von Bildern dar, die innerhalb von zwei aufeinander folgenden Zeitrasterintervallen  $T'$  übertragen werden.

$$\text{Min} \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 D_i(j \cdot T') \cdot T' \right\} \quad (5A)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 D_i(j \cdot T') \cdot T' \propto N_Q \cdot N_P \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^{N_B} N_{\Delta_{i,l}} \quad (5B)$$

**[0030]** Beim erfindungsgemäßen statistischen Multiplexer werden die Datenraten  $D_i(j \cdot T')$  sämtlicher Video-Datenströme in allen Zeitrasterintervallen  $T'$  des Betrachtungszeitraums  $T$  nicht wie bisher minimiert, um zusätzliche Übertragungskapazitäten für weitere Datenströme zu erzielen, sondern die im Übertragungskanal vorhandene Übertragungskapazität wird im Hinblick auf eine Optimierung der Übertragungsqualität in möglichst vielen Video-Datenströmen über einen möglichst langen Zeitraum genutzt.

**[0031]** Hierzu werden bei einer festen Anzahl  $N_P$  von Bildpunkten pro Bild und bei fester Übertragungskapazität des Übertragungskanals – im Betrachtungszeitintervall  $T$  das im Übertragungskanal übertragbare Datenvolumen  $N_K$  – die Anzahl  $N_{Q_{i,l}}$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt in jedem einzelnen Bild  $l$  eines Video-Datenstroms  $i$  gemäß der Beziehung (6) in Abhängigkeit der ermittelten prozentualen Anteile  $N_{\Delta_{i,l}}$  von Bildpunkten mit Bildinhaltsänderungen zum vorherigen Bild gegenüber der Gesamtanzahl von Bildpunkten über alle  $N_B$  innerhalb des Betrachtungszeitraums  $T$  zu übertragende Bilder  $l$  eines Video-Datenstroms  $i$  bestimmt.

$$\frac{N_P \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^{N_B} N_{Q_{i,l}} \cdot N_{\Delta_{i,l}}}{T} \leq \frac{N_K}{T} \quad (6)$$

**[0032]** Im Gegensatz zum bisherigen Vorgehen, bei dem zur Vereinfachung des Optimierungsproblems der Betrachtungszeitraum auf zwei aufeinander folgende Zeitrasterintervalle  $T'$  minimiert wurde, wird beim erfindungsgemäßen statistischen Multiplexer ein größtmöglicher Betrachtungszeitraum  $T$  angestrebt, um eine optimale Übertragungsqualität in möglichst allen Video-Datenströmen über einen möglichst weiten Zeitraum zu erzielen.

**[0033]** Hierzu werden nicht nur

- die vom jeweiligen Quell-Kodierer  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  im aktuellen Zeitraum erzeugte Datenrate, die näherungsweise proportional zu den Bildinhaltsänderungen zwischen jeweils aufeinander folgenden Bildern in einem aktuell vom jeweiligen Quell-Kodierer  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  verarbeiteten Zeitintervall sind, und
- die erwartete Komplexität von zu übertragenden Datenvolumina, die näherungsweise zu den Bildinhaltsänderungen zwischen jeweils aufeinander folgenden Bildern im nächstfolgenden vom jeweiligen Quell-Kodierer  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  verarbeiteten Zeitintervall sind, wie in einem statistischen Multiplexer **2** gemäß [Fig. 1](#) berücksichtigt, sondern zusätzlich
- die erwartete Datenrate von zu übertragenden Datenvolumina, die näherungsweise zu den Bildinhaltsänderungen zwischen jeweils aufeinander folgenden Bildern im nächstfolgenden vom jeweiligen Quell-Kodierer  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  verarbeiteten Zeitintervall sind,
- die Datenrate des aus mehreren Video-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms am Ausgang eines Multiplexers **3**, die aufgrund eines komplexeren Multiplex-Algorithmuses in einem bestimmten Zeitintervall des Transportdatenstroms komprimierte Datenvolumina der einzelnen Quell-Kodierer  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  aus unterschiedlichen Zeitintervallen, insbesondere aus mehr als zwei Zeitintervallen, enthält,
- der Pufferfüllstand des in den einzelnen Quell-Kodierern  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  verwendeten Referenzmodells, der ein Maß für die im jeweiligen Quell-Kodierer  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  zwischengespeicherten Datenvolumina aus zurückliegenden Zeitintervallen, insbesondere auch aus Zeitintervallen, die weit zurückliegen, darstellt, und
- die Pufferfüllstände der im Multiplexer **3** für die einzelnen in den jeweiligen Quell-Kodierern  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  komprimierten Video-Datenströme verwendeten Referenzmodelle, die jeweils ein Maß für die im Multiplexer **3** zwischengespeicherten und noch nicht in den Transportdatenstrom eingefügten Datenvolumina von in den jeweiligen Quell-Kodierern  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  komprimierten Video-Datenströmen aus zurückliegenden Zeitintervallen, insbesondere auch aus Zeitintervallen, die weit zurückliegen, darstellen,

in einem erfindungsgemäßen statistischen Multiplexer **2'** gemäß [Fig. 2](#) verwendet. Es können entweder alle oder einzelne oder Unterkombinationen der vorgenannten Maßnahmen erfindungsgemäß durchgeführt werden.

**[0034]** Auf der Basis dieser Grundlagen-Kenntnisse werden im Folgenden die erfindungsgemäße Vorrichtung anhand des Blockdiagramms die [Fig. 2](#) und das erfindungsgemäße Verfahren anhand des Flussdiagramms in [Fig. 4](#) im Detail erläutert:

Im ersten Verfahrensschritt S10 des erfindungsgemäßen Verfahrens werden verschiedene Kenngrößen erfasst, die das in einem bestimmten Zeitintervall zu übertragende Datenvolumen eines zu komprimierenden bzw. eines bereits komprimierten Video-Datenstroms bzw. das in einem bestimmten Zeitrasterintervall  $T'$  zu übertragende Datenvolumen eines aus mehreren komprimierten Video-Datenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms charakterisieren.

**[0035]** Folgende Kenngrößen werden bevorzugt hierzu erfasst:

- eine erste Kenngröße  $ECE(1), ECE(2), \dots, ECE(n)$ , die die erwartete Komplexität eines in einem Zeitrasterintervall  $T'$  zu übertragenden Datenvolumens eines komprimierten Video-Datenstroms  $1, 2, \dots, n$  kennzeichnet; diese erste Kenngröße  $ECE(1), ECE(2), \dots, ECE(n)$  wird jeweils in einer zum jeweiligen Datenstrom  $1, 2, \dots, n$  gehörigen Einheit zur Vor-Analyse  $4_1, 4_2, \dots, 4_n$  aus den Bildinhalten von in einem bestimmten Zeitrasterintervall  $T'$  zu übertragenden Bildern ermittelt, indem Bildinhaltsänderungen in Bildpunkten zwischen jeweils aufeinander folgenden Bildern ermittelt werden.
- eine zweite Kenngröße  $ED(1), ED(2), \dots, ED(n)$ , die die erwartete Datenrate eines in einem Zeitrasterintervall  $T'$  zu übertragenden Datenvolumens eines komprimierten Video-Datenstroms  $1, 2, \dots, n$  kennzeichnet; diese zweite Kenngröße  $ED(1), ED(2), \dots, ED(n)$  wird jeweils in einer zum jeweiligen Datenstrom  $1, 2, \dots, n$  gehörigen Einheit zu Kostenabschätzung  $5_1, 5_2, \dots, 5_n$  aus den Bildinhalten von in einem bestimmten Zeitrasterintervall  $T'$  zu übertragenden Bildern und den in den jeweiligen Quell-Kodierern  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  verwendeten Quellkodierungsverfahren ermittelt.
- eine dritte Kenngröße  $DRE(1), DRE(2), \dots, DRE(n)$ , die die im jeweiligen Quell-Kodierer  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  in den einzelnen Zeitrasterintervallen  $T'$  erzeugte jeweils aktuelle Datenrate des jeweiligen komprimierten Video-Datenstroms kennzeichnet und die in einer zum jeweiligen komprimierten Video-Datenstrom gehörigen Einheit zur Datenratenerfassung  $6_1, 6_2, \dots, 6_n$  gemessen wird.
- eine vierte Kenngröße  $RME(1), RME(2), \dots, RME(n)$ , die den Pufferfüllstand eines zum jeweiligen Quell-Kodierer  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  gehörigen Referenzmodells  $7_1, 7_2, \dots, 7_n$  in den einzelnen Zeitrasterintervallen  $T'$  kennzeichnet. Diese Pufferfüllstände modellieren das Maß an zwischengespeicherten Datenvolumina eines jeweiligen Video-Datenstroms  $1, 2, \dots, n$  und schwanken im korrekten Betrieb des jeweiligen Quell-Kodierers  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  zwischen einem oberen Schwellwert, der einen Pufferüberlauf kennzeichnet, und einem unteren Schwellwert, der einen Leerlauf des Puffers signalisiert. Für die Video-Übertragungsstandards H.262, H.263 und H.264 sind zur Modellierung der Puffer der Coded/Decoded-Picture-Buffer (CPB/

DPB) der Standards System-Target-Decoder (STD), Hypothetical-Reference-Decoder (HRD) und Video-Buffering-Verifier (VBV) vorgesehen. Die Einhaltung der in den Standards festgelegten Anforderungen für die Pufferspeicher bei der Dimensionierung der unkomprimierten Video-Datenströme und der komprimierten Video-Datenströme in den einzelnen Quell-Kodierern  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$  gewährleistet einen korrekten und lückenfreien Datenstrom am Eingang und Ausgang des jeweiligen Quell-Kodierers  $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ .

- eine fünfte Kenngröße DRX, die die Datenrate des aus mehreren kompetenten Video-Datenströme zusammengesetzten Transportdatenstroms in den einzelnen Zeitrasterintervallen  $T'$  kennzeichnet und in einer Einheit zur Datenratenerfassung **8** gemessen wird.
- eine sechste Kenngröße RMX(1), RMX(2), ..., RMX(n), die den Pufferfüllstand eines zum jeweiligen komprimierten Video-Datenstrom 1, 2, ..., n gehörigen, im Multiplexer **3** zwischengespeicherten und noch nicht in den Transportdatenstrom eingefügten Datenvolumen in einem zum jeweiligen komprimierten Video-Datenstrom 1, 2, ..., n gehörigen Referenzmodell  $9_1, 9_2, \dots, 9_n$  in den einzelnen Zeitrasterintervallen  $T'$  kennzeichnet.

**[0036]** Erfindungsgemäß können entweder alle vorstehend genannten Kenngrößen, einzelne genannten Kenngrößen oder Unterkombinationen der genannten Kenngrößen zum Einsatz kommen. Von der Erfindung ist auch die Verwendung anderer oder weiterer, hier noch nicht erwähnter Kenngrößen mit abgedeckt, die das Datenvolumen in einem bestimmten Datenstrom in einem bestimmten Zeitrasterintervall  $T'$  charakterisieren.

**[0037]** Im nächsten Verfahrensschritt S20 werden die einzelnen Kenngrößen ECE(1), ECE(2), ..., ECE(n), ED(1), ED(2), ..., ED(n), DRE(1), DRE(2), ..., DRE(n), RME(1), RME(2), ..., RME(n), DRX und RMX(1), RMX(2), ..., RMX(n), die in den einzelnen Einheiten zur Erfassung von Kenngrößen – d.h. in den Einheiten zur Vor-Analyse  $4_1, 4_2, \dots, 4_n$ , in den Einheiten zur Kostenabschätzung  $5_1, 5_2, \dots, 5_n$ , in den Einheiten zur Datenratenerfassung  $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ , in den Referenzmodellen  $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ , in der Einheit zur Datenratenerfassung **8** und in den Referenzmodellen  $9_1, 9_2, \dots, 9_n$  – ermittelt werden, in jeweils zugeordneten Vergleichen  $10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_5, 10_6, 10_7, 10_8$  und  $10_9$  innerhalb der erfindungsgemäßen statistischen Multiplexer **2'** mit jeweils zugeordneten Schwellwerten – d.h. mit den Schwellwerten Schwellwert (ECE), oberer Schwellwert (EDE), unterer Schwellwert (EDE), Schwellwert (DRE), oberer Schwellwert (RME), unterer Schwellwert (RME), Schwellwert (DRX), oberer Schwellwert (RMX), unterer Schwellwert (RMX) gemäß [Fig. 3](#) – verglichen.

**[0038]** Im nächsten und abschließenden Verfahrensschritt S30 werden in Abhängigkeit der Vergleichsergebnisse in den einzelnen Vergleichen  $10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_5, 10_6, 10_7, 10_8$  und  $10_9$  in einer Einheit **11** zur Einstellung der Anzahl von Quantisierungsstufen die Anzahl  $N_{Q,i}$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt bei der Komprimierung von Bilddaten von Bildern innerhalb eines Zeitrasterintervalls  $T'$  in einem Video-Datenstrom  $i$  gegenüber der Anzahl  $N_{Q,i}$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt bei der Komprimierung von Bilddaten von Bildern innerhalb des vorherigen Zeitrasterintervalls  $T'$  in einem Video-Datenstrom  $i$  entweder geändert oder beibehalten.

**[0039]** Hierbei wird zur Verwirklichung einer möglichst hohen Übertragungsqualität in möglichst allen komprimierten Video-Datenströmen über einen möglichst langen Zeitraum eine möglichst hohe und gleichbleibend konstante Anzahl  $N_{Q,i}$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt in den Bildern über möglichst viele Zeitintervalle  $T'$  in möglichst vielen komprimierten Video-Datenströmen angestrebt.

**[0040]** Es erfolgt prinzipiell keine Änderung der Anzahl  $N_{Q,i}$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt zwischen jeweils aufeinander folgenden Zeitrasterintervallen  $T'$ , wenn kein Überschreiten eines Schwellwerts (ECE), eines oberen Schwellwerts (EDE), eines Schwellwerts (DRE), eines oberen Schwellwerts (RME), eines Schwellwerts (DRX), eines oberen Schwellwerts (RMX) und kein Unterschreiten eines unteren Schwellwerts (EDE), eines unteren Schwellwerts (RME), eines unteren Schwellwerts (RMX) vorliegt.

**[0041]** Eine Änderung der Anzahl  $N_{Q,i}$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt zwischen jeweils aufeinander folgenden Zeitrasterintervallen  $T'$  im Fall des Überschreitens eines Schwellwerts (ECE), eines oberen Schwellwerts (EDE), eines Schwellwerts (DRE), eines oberen Schwellwerts (RME), eines Schwellwerts (DRX), eines oberen Schwellwerts (RMX) und/oder eines Unterschreitens eines unteren Schwellwerts (EDE), eines unteren Schwellwerts (RME), eines unteren Schwellwerts (RMX) wird bevorzugt bei Vorliegen von bestimmten zusätzlichen Bedingungen vermieden.

**[0042]** Die Identifizierung dieser zusätzlichen Bedingungen erfolgt durch eine Optimierungsstrategie, die in der Einheit **11** zur Einstellung der Anzahl von Quantisierungsstufen implementiert ist. Wie diese Optimierungsstrategie im Einzelnen strukturiert ist, wird an dieser Stelle nicht näher erläutert. Vielmehr werden beispielhaft zwei zusätzliche Bedingungen vorgestellt, die im Rahmen diese Optimierungsstrategie identifiziert werden und



zu keiner Änderung der Anzahl  $N_{Q_i}$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt zwischen jeweils aufeinander folgenden Zeitrasterintervallen  $T'$  führen.

1. zusätzliche Bedingung:

**[0043]** Überschreitet beispielsweise der Pufferfüllstand RME(1) des zum Quell-Kodierer  $1_1$  gehörigen Referenzmodells den festgelegten oberen Schwellwert RME, so kommt es zu keiner Reduzierung der Anzahl  $N_{Q_i}$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt, wenn die erwartete Datenrate EDE(1) des zugehörigen komprimierten Video-Datenstroms 1 einen abfallenden Verlauf aufweist.

2. zusätzliche Bedingung:

**[0044]** Unterschreitet beispielsweise der Pufferfüllstand RMX(2) des zum komprimierten Video-Datenstrom 2 gehörigen Referenzmodells im Multiplexer **3** den festgelegten unteren Schwellwert RMX, so wird keine Erhöhung der Anzahl  $N_{Q_i}$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt angestrebt, wenn die erwartete Komplexität ECE (2) des komprimierten Video-Datenstroms 2 stark zunimmt.

**[0045]** Diese optionalen zusätzlichen Bedingungen können entweder einzeln, in Kombination oder auch gar nicht zum Einsatz kommen.

**[0046]** In einer ersten Ausführungsform der Erfindung wird für alle  $n$  komprimierten Video-Datenströme jeweils eine identische Übertragungsqualität angestrebt. Somit ist die Anzahl  $N_{Q_i}$  von Quantisierungsstufen pro Transformationskoeffizienten in den Datenvolumina aller komprimierten Video-Datenströme typischerweise identisch.

**[0047]** In einer zweiten Ausführungsform der Erfindung wird einzelnen komprimierten Video-Datenströmen zeitweise oder ständig eine erhöhte Übertragungsqualität zugewiesen. Die Anzahl  $N_{Q_i}$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt in den Datenvolumina dieser komprimierten Video-Datenströme wird somit zeitweise oder ständig erhöht, während die Anzahl  $N_{Q_i}$  von Quantisierungsstufen pro Bildpunkt in den Datenvolumina der komprimierten Video-Datenströme entsprechend zeitweise oder ständig reduziert wird.

**[0048]** Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung sind nicht auf die dargestellte Ausführungsform beschränkt. Von der Erfindung sind insbesondere alle möglichen Kombinationen aller in den Patentansprüchen beanspruchten Merkmale, aller in der Beschreibung offenbarten Merkmale und aller in den Figuren der Zeichnung dargestellt die Merkmale mit abgedeckt.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102008017290 A1 [[0004](#)]

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines aus mehreren Videodatenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms mit folgenden Verfahrensschritten:

- Erfassen von mehreren Kenngrößen (ECE(1), ECE(2), ..., ECE(n), ED(1), ED(2), ..., ED(n), DRE(1), DRE(2), ..., DRE(n), RME(1), RME(2), ..., RME(n), DRX, RMX(1), RMX(2), ..., RMX(n)) zur Charakterisierung des Datenvolumens der einzelnen Videodatenströme und/oder des Transportdatenstroms über einen bestimmten Zeitraum (T),
- Vergleichen der erfassten Kenngrößen (ECE(1), ECE(2), ..., ECE(n), ED(1), ED(2), ..., ED(n), DRE(1), DRE(2), ..., DRE(n), RME(1), RME(2), ..., RME(n), DRX, RMX(1), RMX(2), ..., RMX(n)) mit mindestens einem zugehörigen Schwellwert und
- Einstellen des im jeweiligen Videodatenstrom (i) in einem Zeitrasterintervall (T') zu übertragenden Datenvolumens in Abhängigkeit einer Schwellwertüber- und/oder -unterschreitung durch mindestens eine erfasste Kenngröße (ECE(1), ECE(2), ..., ECE(n), ED(1), ED(2), ..., ED(n), DRE(1), DRE(2), ..., DRE(n), RME(1), RME(2), ..., RME(n), DRX, RMX(1), RMX(2), ..., RMX(n)),

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Einstellung des im jeweiligen Videodatenstrom (i) im Zeitrasterintervall (T') zu übertragenden Datenvolumens durch Einstellung der Anzahl von Quantisierungsstufen ( $N_{Q_{2,i}}$ ) pro Bildpunkt im jeweiligen Videodatenstrom (i) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine gleich hohe Anzahl ( $N_{Q_{2,i}}$ ) von Quantisierungsstufen pro Transformationskoeffizienten (l) in allen Videodatenströmen (i) über einen langen Zeitraum realisiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Kenngröße (ECE(1), ECE(2), ..., ECE(n)) in jedem einzelnen Videodatenstrom vor einer Datenkompression in einer Voranalyse der Bildinhalte für eine Anzahl von aufeinander folgenden Bildern ermittelt wird, die dem in einem Zeitraum (T) erwartete Datenvolumen des jeweiligen Videodatenstroms nach der Datenkompression entspricht und die von der Anzahl von Unterschieden in den einzelnen Bildpunkten zwischen jeweils aufeinander folgenden Bildern abhängt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Kenngröße (ED(1), ED(2), ..., ED(n)) im jeweiligen Videodatenstrom vor einer Datenkompression ermittelt wird, die der erwartete Datenrate des Videodatenstroms nach der Datenkompression entspricht und die von den Bildinhalten in aufeinander folgenden Bildern und vom verwendeten Quellkodierverfahren abhängt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine dritte Kenngröße (DRE(1), DRE(2), ..., DRE(n)) im jeweiligen Videodatenstrom bei der Quellkodierung ermittelt wird, die der aktuelle Datenrate des Videodatenstroms nach der Datenkompression entspricht und die von den im jeweiligen Quellkodierer aktuell verarbeiteten Bildinhalten in jeweils aufeinander folgenden Bildern und vom verwendeten Quellkodierverfahren abhängt.

6. Verfahren zur Ermittlung einer konstanten Datenrate nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine vierte Kenngröße (RME(1), RME(2), ..., RME(n)) im jeweiligen Videodatenstrom bei der Quellkodierung ermittelt wird, die dem Pufferfüllstand in einem Referenzmodell des jeweiligen Videodatenstroms nach der Datenkompression entspricht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine fünfte Kenngröße (DRX) im Transportdatenstrom ermittelt wird, die der aktuellen Datenrate des von einem Multiplexer (3) erzeugten Transportdatenstroms entspricht.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine sechste Kenngröße (RMX(1), RMX(2), ..., RMX(n)) in einem den Transportdatenstrom erzeugenden Multiplexer (3) ermittelt wird, die dem Pufferfüllstand des zum jeweiligen Videodatenstrom gehörigen Referenzmodells im Multiplexer (3) entspricht.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine hohe Anzahl ( $N_{Q_{2,i}}$ ) von Quantisierungsstufen für jeden einzelnen Quellkodierer ( $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ ) über einen großen Zeitraum als gemittelter Wert über alle in den einzelnen Zeitpunkten eines bestimmten Zeitraums (T) in den einzelnen Quellkodierern ( $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ ) jeweils zu verarbeitende Datenvolumina der Videodatenströme ermittelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zur Optimierung des gemittelten Werts die vorhandene Übertragungskapazität des Übertragungskanals nicht überschritten wird und gleichzeitig bestmöglich mit komprimierten Videodaten ausgenutzt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem oder mehreren Videodatenströmen mit jeweils einer zeitweise erhöhten Übertragungsqualität die Anzahl ( $N_{Q_{2i}}$ ) von Quantisierungsstufen in den zugehörigen Quellkodierern ( $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ ) zeitweise gegenüber dem gemittelten Wert erhöht ist, während die Anzahl ( $N_{Q_{2i}}$ ) von Quantisierungsstufen in den übrigen Quellkodierern ( $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ ) zeitweise entsprechend reduziert ist.

12. Vorrichtung zur Erzeugung eines aus mehreren Videodatenströmen zusammengesetzten Transportdatenstroms mit jeweils einem Quellkodierer ( $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ ) zur Erzeugung jeweils eines komprimierten Videodatenstroms, einem Multiplexer (**3**) zur Erzeugung eines Transportdatenstroms aus allen komprimierten Videodatenströmen und einem statistischen Multiplexer (**2'**) zur Ansteuerung der Datenkomprimierung in jedem Quellkodierer ( $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ ), dadurch gekennzeichnet, dass der statistische Multiplexer (**2'**) eine Einheit (**11**) zur Einstellung der Anzahl von Quantisierungsstufen für jeden Quellkodierer ( $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ ) enthält.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass Einheiten ( $4_1, 4_2, \dots, 4_n, 5_1, 5_2, \dots, 5_n, 6_1, 6_2, \dots, 6_n, 7_1, 7_2, \dots, 7_n, 8, 9_1, 9_2, \dots, 9_n$ ) zur Erfassung von Kenngrößen, die das Datenvolumen über einen bestimmten Zeitraum an verschiedenen Stellen der einzelnen Videodatenströme oder des Transportdatenstroms kennzeichnen, vorgesehen sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass im statistischen Multiplexer (**2'**) Vergleicher ( $10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_5, 10_6, 10_7, 10_8, 10_9$ ) zum Vergleichen der erfassten Kenngrößen mit einem Schwellwert vorgesehen sind.

15. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 durchführen zu können, wenn das Programm auf einem Computer oder einem digitalen Signalprozessor ausgeführt wird.

16. Computerprogramm-Produkt mit insbesondere auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode-Mitteln, um alle Schritte gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 durchführen zu können, wenn das Programm auf einem Computer oder einem digitalen Signalprozessor ausgeführt wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

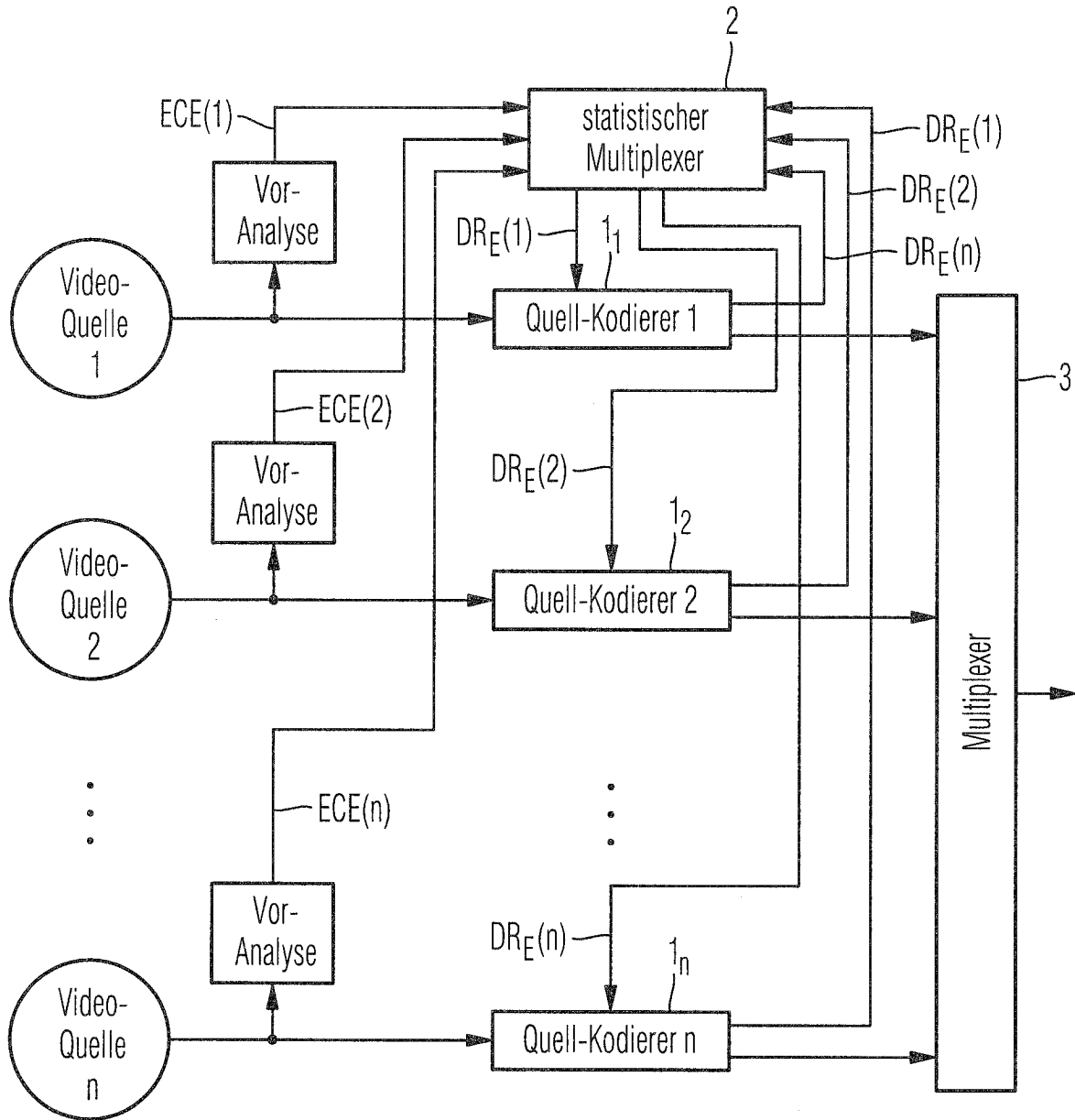


Fig. 1

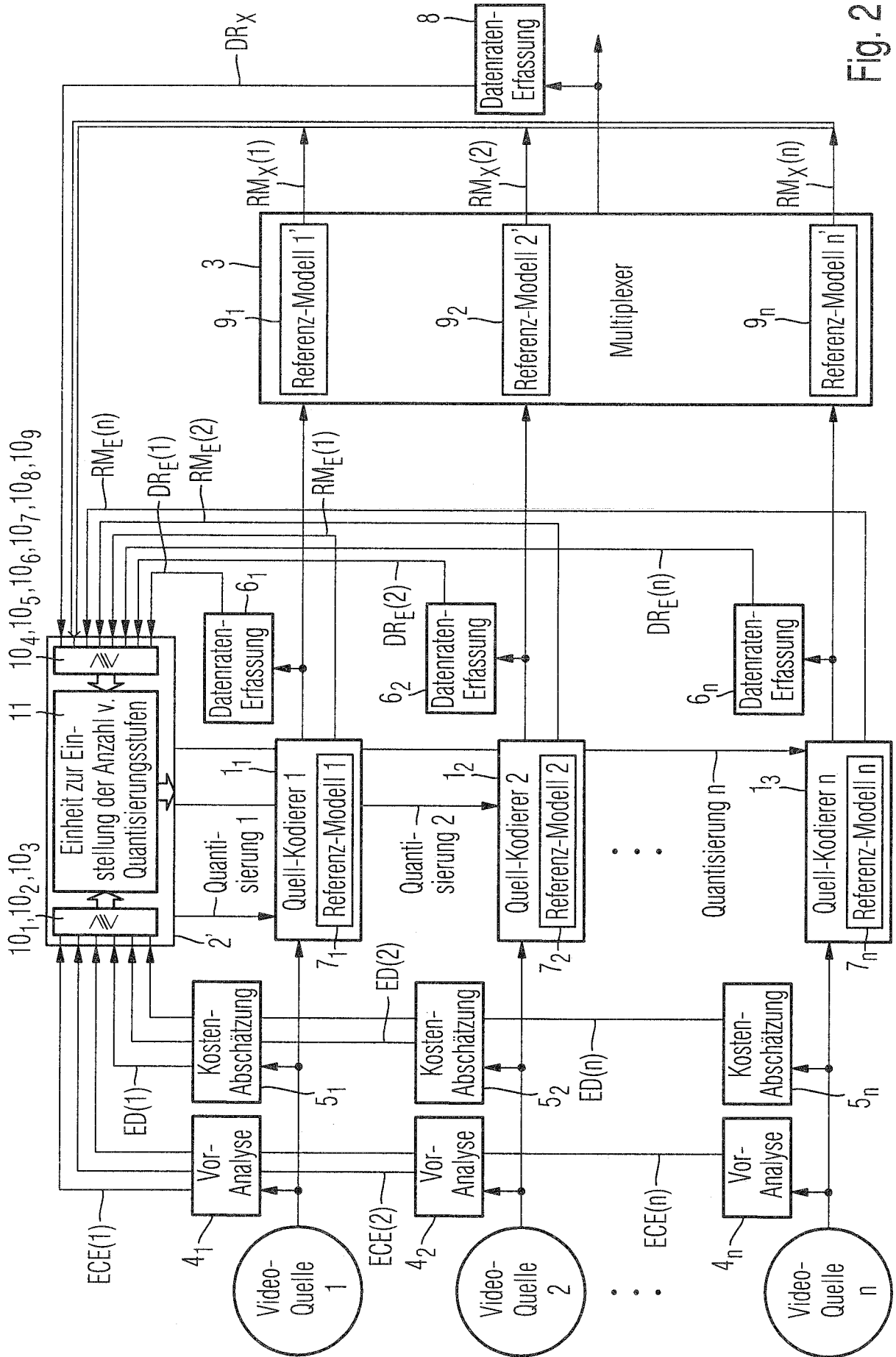


Fig. 2

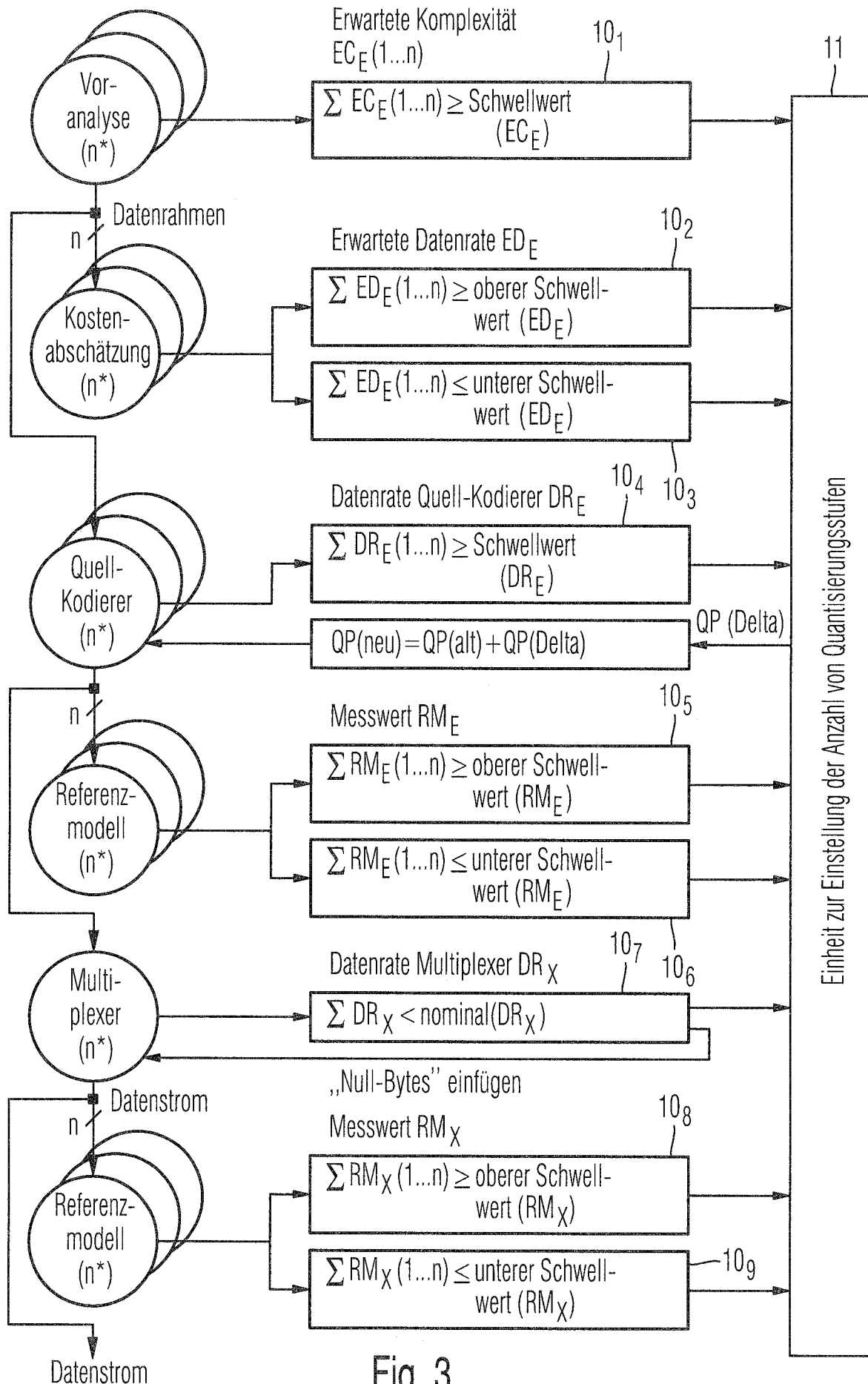


Fig. 3

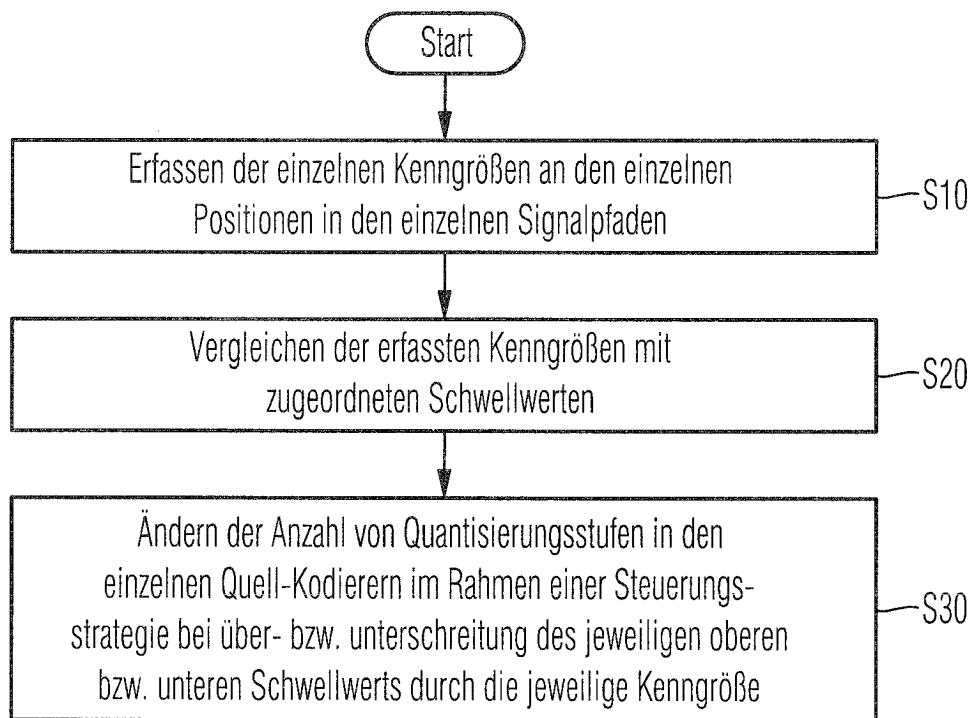


Fig. 4