



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 602 19 936 T2 2008.01.17

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 433 317 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 602 19 936.0

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US02/23032

(96) Europäisches Aktenzeichen: 02 756 531.6

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2003/009590

(86) PCT-Anmeldetag: 19.07.2002

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 30.01.2003

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 30.06.2004

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 02.05.2007

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 17.01.2008

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: H04N 7/06 (2006.01)

H04N 5/21 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

306565 P 19.07.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

Thomson Licensing, Boulogne-Billancourt, FR

(72) Erfinder:

RAMASWAMY, Kumar, Plainsboro, NJ 08536, US;

KNUTSON, Paul Gothard, Lawrenceville, NJ

08648, US; COOPER, Jeffrey Allen, Rocky Hill, NJ

08543, US

(74) Vertreter:

Rittner, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 30826  
Garbsen

(54) Bezeichnung: DIGITALES SENDE- UND EMPFANGSSYSTEM MIT FADE-RESISTENZ

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht das Vorrecht (benefit) der US-Provisional Application #60/(PU 010154), die am 19. Juli 2001 angemeldet wurde.

**HINTERGRUND****Sachgebiet der Erfindung**

**[0002]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein verbessertes Sende- und Empfangssystem für digitales Fernsehen. Insbesondere sieht die Erfindung vor, jegliches Fading eines Signals, das zwischen der Sendung und dem Empfang eines digitalen terrestrischen Fernsehsystems auftreten kann, zu überwinden.

**Erörterung des Standes der Technik**

**[0003]** Alle terrestrischen Fernsehsysteme müssen eine Reihe von Problemen bei der Übertragung von Signalen zu einem Empfänger überwinden. Z.B. haben die Vereinigten Staaten das Advanced Television System Committee (ATSC)-System angenommen, das ein Achter-Restseitenband (8-VSB) als digitale Fernsehnorm verwendet. Da das VSB-System ein Ein-Träger-Modulationssystem ist, ist es anfällig für Fading, das durch Mehrwegübertragung und Signaldämpfung verursacht wird. Diese Wirkungen werden gut verstanden, und die Wahrscheinlichkeits-Eigenschaften sind dokumentiert worden. Wenn das Fading tief und weit ist und lange genug dauert, verliert das Demodulationssystem im Fernsehempfänger die Synchronisation, und das Signal geht verloren. Ein solches Fading ist besonders ernst bei mobilem Empfang des im digitalen Fernsehen verwendeten Signals.

**[0004]** Es wurden Versuche unternommen, frequenzselektives Signal-Fading, z.B. durch Verwendung von Entzerrungsverfahren zu korrigieren. Solche Verfahren können jedoch bei Auftreten von Fading zu einem Qualitätsverlust der Darbietung führen. Andere Verfahren sind nicht frequenzselektiv.

**[0005]** US-Patent 5,930,395 beschreibt ein Kodier- und Dekodiersystem, das widerstandsfähig gegen Übertragungsfehler ist, bei dem eine erste Gruppe von Daten und eine zweite (zusätzliche) verzögerte Gruppe von Daten erzeugt und einem Empfänger zugeführt werden. Wenn Dekodierfehler beim Empfänger in der ersten Datengruppe festgestellt werden, wird dann die zweite (zusätzliche) verzögerte Datengruppe dekodiert.

**[0006]** Eine solche Lösung, die zur Überwindung von Fading aufgezeigt worden ist, besteht aus einem „gestaffelten Multicasting“-System, das redundant Daten in dem digitalen Kommunikationssystem in ei-

nem besonderen Kanal sendet, um Fading-Eigenschaften zu vermeiden. Dieses System ist in der Provisional Application mit der Serial Number 60/(PU 010153), angemeldet am 19. Juli 2000 von den Erfindern der vorliegenden Anmeldung beschrieben. Auf die Priorität des Inhalts dieser Provisional Application stützt sich die vorliegende Anmeldung. Diese Anmeldung offenbart die Wiederholung des Datenstroms mit einer Periode, die etwa gleich oder größer als der statistisch erwartete Wert der Fading-Periode ist. Es bleibt jedoch das Problem, wie die redundanten Daten in einem solchen System für optimale Verwendung zu organisieren sind.

**[0007]** Es sind Verfahren bekannt, die die Service-Qualitäts(QoS)- und Skalierbarkeits-Eigenschaften von übertragenen Daten verändern können. Solche Verfahren sind in Internet-Protokoll-Streaming-Diensten allgemein üblich und beruhen auf Erstellungs-Prioritäten in den Netzwerkschaltern. QoS- und Skalierbarkeitsverfahren können sehr nützlich in geschalteten Netzwerk-Sendesystemen sein. Jedoch ist natürlich kein solches Schaltnetzwerk in dem Fernseh-Sendemedium vorgesehen. Verlorene Datenpakete in dem Fernseh-Sendesystem werden nicht durch einen Verkehrsstaub wie beim Internet hervorgerufen, sondern vielmehr durch die verlustbehaftete Natur des drahtlosen Kanals.

**[0008]** Die oben erwähnte Provisional Application offenbart die Sendung redundanter Daten, um einen Level von garantierter Service vorzusehen. Der Level der in dem Bitstrom vorgesehenen Redundanz beeinflusst unmittelbar die Fehlerrobustheit des Systems.

**[0009]** In einem Audio/Video-Sendesystem ist der Audiokanal normalerweise stärker als der Videokanal geschützt. Dies bedeutet, dass der Betrachter ein Videosignal mit verschlechterter Qualität oder sogar ein fehlendes Videosignal während einer kurzen Zeitdauer akzeptieren kann. Der Verlust des Audiosignals ist jedoch für den Hörer störend. Daher sollte dem Audiokanal ein höherer QoS-Level verliehen werden. Andere Anordnungen von QoS-Pegeln können erwünscht sein.

**[0010]** Die vorliegende Erfindung ist bestrebt, solch ein vorteilhaftes System durch Verwendung von Verfahren zu schaffen, die einer Signalkomponente oder einem Kanal, der eine stärker wahrgenommene Wichtigkeit für den Benutzer hat (z.B. audio gegenüber video), zusätzliche Robustheit verleihen. Z.B. kann die maximale Fading-Dauer, die von dem redundanten Datenstrom überwunden wird, für Daten mit höherer Priorität länger sein als für Daten mit niedrigerer Priorität. Die Audio-Fading-Dauer kann zum Beispiel für eine längere Zeitdauer unterstützt werden als die für Video-Fading. In diesem Fall wird bewirkt, dass der Verzögerungspuffer für den Audio-

kanal größer ist, aber da die Datenrate des Audiosignals relativ klein im Vergleich zum Videosignal ist, kann eine Pufferung mit geringen Kosten erfolgen.

**[0011]** Während die ausführliche Beschreibung der vorliegenden Erfindung auf die Einzelheiten des 8-VSB-Systems fokussiert ist, muss erkannt werden, dass die Lösung der vorliegenden Erfindung ebenso bei allen digitalen Rundfunk-Übertragungssystemen anwendbar ist, die einem Kanal-Fading-Umfeld ausgesetzt sind. EP-A-0 996 292 beschreibt die fehlerresistente Übertragung von Videodaten.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0012]** Die Erfindung ist in den Ansprüchen dargestellt.

**[0013]** Gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung wird in einem digitalen Rundfunk-Übertragungssystem eine Komponente mit höherer Priorität und eine Komponente mit niedrigerer Priorität von einem Sender zu einem Empfänger gesendet. Jede dieser Komponenten erzeugt ein Haupt- und ein Zusatzsignal, und jedes Zusatzsignal eilt in der Zeit dem entsprechenden Hauptsignal voraus. Das Haupt- und das Zusatzsignal für die Komponenten höherer und niedrigerer Priorität werden zu einem einzigen Signal kombiniert, das zu einem Empfänger gesendet wird. In dem Empfänger werden die in der Zeit voreilenden Zusatzsignale in einem Puffer gespeichert, um sie zeitlich mit ihren entsprechenden Hauptsignalen auszurichten. Beide Hauptsignale werden im Empfänger in normaler Weise verarbeitet, und sie werden auch überwacht, um ein Fading-Event festzustellen. Wenn ein Fading-Event festgestellt wird, werden die dem Fading unterworfenen Hauptsignale durch die entsprechenden gepufferten Zusatzsignale ersetzt, und die normale Verarbeitung wird fortgesetzt.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0014]** In den Zeichnungen zeigen:

**[0015]** [Fig. 1](#) ein Blockschaltbild eines die Prinzipien der vorliegenden Erfindung verkörpernden Senders;

**[0016]** [Fig. 2](#) ein Blockschaltbild eines die Prinzipien der vorliegenden Erfindung verkörpernden Empfängers;

**[0017]** [Fig. 3](#) eine Veranschaulichung von Gruppen von Audio- und Videopaketen mit unterschiedlichen Fading-Redundanzen;

**[0018]** [Fig. 4](#) eine Veranschaulichung von Gruppen von Audio- und Videopaketen mit unterschiedlichen Fading-Redundanzen sowie einer zusätzlichen Audio-Redundanz; und

**[0019]** [Fig. 5](#) eine Veranschaulichung von Gruppen von Audio- und Videopaketen, die Audiosignale plus skalierbare Videosignale mit Fading-Redundanzen zeigen.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0020]** [Fig. 1](#) ist ein Blockschaltbild eines die Prinzipien der vorliegenden Erfindung verkörpernden Senders. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel arbeitet der Sender gemäß den Bestimmungen des Advanced Television Standards Committee (NTSC) für die digitale Fernsehnorm vom 16. September 1995. Für den Fachmann ist jedoch ersichtlich, dass die Prinzipien der vorliegenden Erfindung auch bei allen Kommunikationssystemen anwendbar sind, in denen der Kanal Fading unterworfen ist.

**[0021]** Videoquellen-Material wird über einen Anschluss **10** MPEG-Kodierern **20** und **30** zugeführt. Die Kodierer erzeugen eine Videosignal-Kodierung und Kompression gemäß den MPEG-Normen. Der Ausgang des Kodierers **20** wird über eine Leitung **21** einem Eingang eines Transport-Multiplexers **40** zugeführt. Der Kodierer **30** verarbeitet den Datenstrom in derselben Weise wie der Kodierer **20**, aber sein Ausgang wird über eine Leitung **31** einer Paketpuffer-Verzögerungsschaltung **32** zugeführt. Der Ausgang der Verzögerungsschaltung **32** wird einem anderen Eingang des Transport-Multiplexers **40** zugeführt. Das Videosignal wird in entsprechende digitale Datenströme kodiert. Die Kodierung kann bekannte Bitraten-Verminderungsverfahren und -Kompressionsverfahren verwenden, die für die bestimmten betroffenen Signale geeignet sind. Die von den Kodierern **20** und **30** gelieferten komprimierten Video-Datenströme können auch in Pakete unterteilt werden, die die kodierten Video-Informationen sowie jedes Paket identifizierende Daten enthalten.

**[0022]** Audiosignale werden über einen Anschluss **11** einem digitalen Audio-Kompressor (DAC) **12** zugeführt. Der digitale Audio-Kompressor **12** verarbeitet die Audiosignale in digitale Signale, was nachfolgend erläutert wird, und sein Ausgang wird einem weiteren Eingang des Transport-Multiplexers **40** zugeführt. Von dem Anschluss **11** werden die Audiosignale auch einem zweiten digitalen Audio-Kompressor **13** zugeführt. Die den Kompressor **13** erregenden komprimierten Datensignale werden einer Verzögerungsschaltung **14** und von dieser einem vierten Eingang des Transport-Multiplexers **40** zugeführt.

**[0023]** Die entsprechenden kodierten Video- und Audiosignale werden dann durch den Transport-Multiplexer **40** in einen einzigen Datenstrom gemultiplext. Zusätzliche Datensignale könnten auch dem Multiplexer **40** zugeführt werden, um zum Beispiel Steuerdaten zu erzeugen, die anschließend in dem digitalen Fernsehempfänger verwendet werden.

**[0024]** Der Ausgang des Transport-Multiplexers **40**, der die vier Gruppen von Video- und Audiosignalen enthält, wird als Kanal kodiert und durch die Kanal-Kodierabschnitte **50** moduliert, wobei der Symbol-Mapping-Abschnitt **60** und der Mischer **70** die Träger-Einfügungsschaltung **80** verwenden. Diese Schaltungen fügen auch die verschiedenen „Helfer“-Signale ein, was dem 8-VSB-Empfänger hilft, die übertragenen HF-Signale genau zu lokalisieren und zu demodulieren. Diese enthalten das ATSC-Pilotsignal, Segment-Synchronisations- und Vollbild-Synchronsignale.

**[0025]** Die Ausgangssignale des Mixers **70**, die in der 8-VSB-Art moduliert sind, werden zu Empfängern gesendet und erscheinen in der in [Fig. 3](#) gezeigten Form. Wie oben angegeben wurde, werden die Audiosignale als Signale mit höherer Priorität betrachtet, während die Videosignale als Signale mit niedrigerer Priorität betrachtet werden. Im oberen Teil von [Fig. 3](#) sind die beiden Audiosignale **301** und **302** mit höherer Priorität dargestellt. Wie nachstehend noch erläutert wird, ist der vom Kodierer **12** kodierte obere Bitstrom **301** der Zusatzstrom, der in der Zeit voreilend in Bezug auf das Haupt-Audiosignal **302** gesendet, vom Kodierer **13** kodiert und von der Verzögerungsschaltung **14** verzögert wird. Im unteren Teil von [Fig. 2](#) sind die beiden Videosignale **303** und **304** mit niedrigerer Priorität dargestellt. Wie bei den Audiosignalen **301** und **302** wird das vom Kodierer **20** kodierte Videosignal **303** als Zusatz-Videosignal betrachtet, während das vom Kodierer **30** kodierte und in der Verzögerungsschaltung **32** verzögerte Videosignal **304** als das Haupt-Videosignal betrachtet wird.

**[0026]** Die entsprechenden Haupt- und Zusatz-Videosignale mit niedrigerer Priorität und die Haupt- und Zusatz-Audiosignale mit hoher Priorität sind weitgehend identisch mit der Ausnahme, dass die Hauptsignale in der Zeit in Bezug auf die Zusatzsignale verzögert sind. Es ist klar, dass dies für die Videosignale in dem Puffer **32** erreicht wird, während die Audiosignale durch die Verzögerungsschaltung **14** in [Fig. 1](#) verzögert werden.

**[0027]** In [Fig. 2](#) ist ein Blockschaltbild für einen die Prinzipien der vorliegenden Erfindung verkörpernden VSB-Empfänger dargestellt. In dem gesendeten 8-VSB-Signal werden die acht Level des gesendeten Signals in bekannter Weise durch Abtasten nur der I-Kanal- oder richtigphasigen Informationen wieder-gewonnen. In [Fig. 2](#) wird das empfangene Signal durch Umkehren des Prozesses demoduliert, der beim Sender angewendet wurde. Dies bedeutet, dass die ankommenden VSB-Signale empfangen, abwärts umgewandelt, gefiltert und dann detektiert werden. Das Segment-Synchronsignal und das Vollbild-Synchronsignal werden dann wiedergewonnen. Dies wird durch den Mischer **100**, den Empfangsoszillator **101**, das Tiefpassfilter **102**, den Analog/Digi-

tal-Wandler **103**, den Mischer **104** und die Träger-Wiedergewinnungsschaltung **106** sowie den Interpolator **107** und die Symbol-Timing-Wiedergewinnungsschaltung **108** erreicht.

**[0028]** Der Ausgang des Interpolators **107** wird dem Entzerrer **110** zugeführt. Das Segment-Synchronsignal hilft bei der Empfänger-Taktwiedergewinnung, während das Halbbild-Synchronsignal verwendet wird, um den adaptiven Geist-Auslösungs-Entzerrer **110** zu unterweisen. Ein Vorteil des VSB-Systems besteht darin, dass eine komplizierte Entzerrung nicht erforderlich ist, da der Entzerrer nur auf die I-Kanal- oder die reale Information wirkt.

**[0029]** Der Ausgang des Entzerrers **110** wird einer Vorwärts-Fehlerkorrekturschaltung (FEC) **120** zugeführt. Diese Schaltung liefert Vorwärts-Fehlerkorrektursignale, die einem Transport-Demultiplexer **130** zugeführt und in diesem verwendet werden. Die FEC-Schaltung **120** liefert auch ein Signal, um anzuzeigen, dass sie nicht in der Lage war, ihr Eingangssignal richtig zu dekodieren. Die Ausgänge des Transport-Demultiplexers **130** spiegeln die Eingänge zum Transport-Multiplexer **40** in dem in [Fig. 1](#) dargestellten Sender wieder. Diese Signale enthalten das Zusatz-Videosignal auf der Leitung **131**, das Haupt-Videosignal auf der Leitung **132**, das Haupt-Audiosignal auf der Leitung **133** und das Zusatz-Audiosignal auf der Leitung **134**.

**[0030]** Das Zusatz-Videosignal oder Signal mit niedriger Priorität wird einer Puffer-Verzögerungsschaltung **150** zugeführt, die eine Verzögerung hat, die gleich der Verzögerung des Puffers **32** in dem Sender ist, während das Haupt-Videosignal auf der Leitung **132** direkt einer Strom-Auswahlschaltung **140** zugeführt wird. In gleicher Weise wird das Audiosignal oder Signal mit hoher Priorität auf der Leitung **133** direkt der Strom-Auswahlschaltung **140** zugeführt, während das Zusatz-Audiosignal einer Verzögerungsschaltung **136** zugeführt wird, die eine Verzögerung hat, die gleich der Verzögerung der Verzögerungsschaltung **14** im Sender ist. Das verzögerte Zusatz-Videosignal wird vom Puffer **150** der Strom-Auswahlschaltung **140** zugeführt, während das verzögerte Zusatz-Audiosignal von der Verzögerungsschaltung **136** der Strom-Auswahlschaltung **140** zugeführt wird. Folglich werden das Hauptsignal und das Zusatzsignal für sowohl das Audiosignal mit hoher Priorität als auch das Videosignal mit niedriger Priorität den Strom-Auswahlschaltungen zeitlich ausgerichtet zugeführt.

**[0031]** Die Strom-Auswahlschaltung **140** wählt normalerweise als Ausgang eines der entsprechenden Haupt- und Zusatz-Audio- und -Videosignale aus, die dem Dekodierer **160** für die Zuführung zu den Anzeige-Verarbeitungsschaltungen und der Anzeigevorrichtung **180** zugeführt werden sollen.

**[0032]** Wenn ein Fading-Event auftritt, werden die gepufferten Zusatzsignale von der Strom-Auswahlschaltung **140** ausgewählt. Solch ein Fading-Event wird durch die Fehlerdetektorschaltung **121** bestimmt, die mit entsprechenden Ausgängen der Vorwärts-Fehlerkorrekturschaltung **120** und des Transport-Demultiplexers **130** verbunden ist. Das Auftreten eines Fading-Events entweder in dem Hauptsignal mit hoher Priorität oder dem Hauptsignal mit niedriger Priorität kann durch eine Anzahl von verschiedenen möglichen Maßnahmen in der physikalischen Schicht festgestellt werden. Genauer gesagt kann ein Maß der Signalqualität des empfangenen Signals überwacht werden, um ein Fading-Event festzustellen. Zum Beispiel kann ein Rauschabstands-Detektor verwendet werden, der eine Verminderung des Rauschabstandes feststellt, falls die Amplitude des verarbeiteten Hauptsignals abnimmt. Alternativ kann die Fehler-Bitrate des empfangenen Signals überwacht werden, um festzustellen, ob sie unter einen vorbestimmten Pegel fällt, oder das Paket-Fehlersignal von der FEC **120** kann überwacht werden, um alle nicht dekodierbaren Pakete festzustellen. Eine oder mehrere dieser Indikationen kann von der Fehler-Feststellungsschaltung **120** überwacht werden, um ein Fading-Event festzustellen. Wenn die Schaltung **121** feststellt, dass das Hauptsignal verfälscht ist, weist sie die Strom-Auswahlschaltung **140** an, die Zusatz-Kanaldaten zu verwenden.

**[0033]** Die Zusatzdaten werden so lange benutzt, bis entweder der entsprechende Puffer erschöpft ist oder der Empfänger sich erholt hat und der Hauptkanal bis über seinen Schwellwert wiederhergestellt wird. Es ist ersichtlich, dass der VSB-Empfänger bei seiner Wiederherstellung lange genug wiederhergestellt bleiben muss, um im Zusatzpuffer eine Wiederauffüllung zu erlauben, um für ein weiteres Fading-Event in dem entsprechenden Hauptstromsignal vorbereitet zu sein. Die Größe der gepufferten Verzögerungen von 150 und 136 können auf der erwarteten Fading-Dauer der entsprechenden Signale mit hoher und niedriger Priorität beruhen. Zum Beispiel kann eine solche Verzögerung zwischen 5 ms und einigen Sekunden liegen.

**[0034]** Unter nochmaliger Bezugnahme auf [\*\*Fig. 3\*\*](#) zeigen diese Darstellungen die Dauer von verschiedenen Video- und Audio-Fading-Redundanzen. [\*\*Fig. 3\*\*](#) ist ein Zeitdiagramm, das das Timing von Paketen veranschaulicht, die über den Kommunikationskanal übertragen werden. Bei dem Zusatz-Audiosignal **301** wird ein erstes Paket mit „a“ bezeichnet, ein zweites Paket mit „b“, und so weiter. Während der Zeitdauer **310** wird der Audio-Paketpuffer **150** mit den Anfangs-Zusatz-Audiopaketen geladen. Man sieht, dass das Zusatz-Audiosignal **301** zeitlich um etwa zehn Datenpakete im Vergleich zu dem Haupt-Audiosignal **302** vorgeeilt ist, so dass während der Zeitdauer **310** Audiopakete „a“, „j“ in den Puffer

**150** geladen werden. In gleicher Weise werden während der Zeitdauer **312** Zusatz-Videosignal-Pakete **303** in den Puffer **136** geladen. Das Zusatz-Videosignal **303** ist jedoch zeitlich nur etwa vier Datenpakete in Bezug auf das Haupt-Videosignal **304** vorgeeilt.

**[0035]** Zur Zeit **t1** wird das erste Haupt-Audiopaket „A“, das dem Zusatz-Audiopaket „a“ entspricht, empfangen. Dem Audiopaket „A“ folgt das nächste Haupt-Audiopaket „B“, das dem entsprechenden Zusatz-Audiopaket „b“ entspricht und so weiter. In gleicher Weise wird zur Zeit **t2** das erste Haupt-Videopaket „A“, das dem Zusatz-Videopaket „a“ entspricht, empfangen, gefolgt von dem nächsten Haupt-Videopaket „B“, das dem Zusatz-Videopaket „b“ entspricht und so weiter. Bei Normalbetrieb werden die Haupt-Audio- und Haupt-Videopakete von dem Signalwähler **140** ausgewählt und von der nachfolgenden Empfängerschaltung verarbeitet.

**[0036]** Die Zeitdauer **314** stellt ein Fading-Event dar, das eine Zeitdauer von drei Paket-Zeitintervallen hat. Während des Zeitintervalls **314** werden die Haupt-Audiopakete „H“, „I“ und „J“, die Haupt-Videopakete „H“, „I“ und „J“, die Zusatz-Audiopakete „r“, „s“ und „t“, und die Zusatz-Videopakete „l“, „m“ und „n“ alle verloren. Die Zeitdauer **316** stellt ein Zeitintervall dar, bei dem das Signal auf voller Stärke zurück ist und der Empfänger das Signal wieder erfasst, d.h. die Demodulatorkette synchronisiert, und die Vorwärts-Fehlerkorrekturschaltung erholt sich. Während des Zeitintervalls **316** gehen die Audiopakete „K“, „L“ und „M“, die Haupt-Videopakete „K“, „L“ und „M“, die Zusatz-Audiopakete „u“, „v“ und „w“ und die Zusatz-Videopakete „o“, „p“ und „q“ alle verloren.

**[0037]** Da der Audiopuffer **150** zehn Zusatz-Audiopakete enthält, sind die Zusatz-Audiopakete „h“, „m“, die während des Zeitintervalls **318** vor den entsprechenden Haupt-Audiopaketen „H“, „M“ und vor dem Fading-Event **314** bis **316** übertragen werden, in dem Audio-Paketpuffer **150** zur Zeit des Fading-Events **314** bis **316**. Somit können die sechs Haupt-Audiopakete „H“, „M“, die in dem Fading-Event verloren gegangen sind, durch Verwendung der Zusatz-Audiopakete „h“, „m“ aus dem Audio-Paketpuffer **150** wieder gewonnen werden. Da jedoch der Videopuffer **136** nur vier Zusatz-Videopakete enthält, die vor den Haupt-Videopaketen übertragen wurden, ist der Videokanal nur teilweise geschützt. Dies bedeutet, dass die Fading-Dauer von sechs Paketen größer als die Voreilung von vier Paketen des Video-Zusatzsignals ist. Daher gehen die Video-Datenpakete „L“ und „M“ des Signals **304** verloren, und keine entsprechenden Zusatzpakete sind verfügbar, um sie zu ersetzen. Wie oben erwähnt wurde, ist der Verzögerungspuffer in dem Audiokanal größer als der Verzögerungspuffer in dem Videokanal. Da jedoch die Datenrate des Audiosignals relativ klein im Vergleich zu den Videosignalen ist, entstehen durch die Zusatzpufferung

des Audiosignals verhältnismäßig geringe Kosten.

**[0038]** In [Fig. 3](#) sind Schattierungen vorgesehen, um das Verständnis der Zeichnungen zu unterstützen. So zeigt die Schattierung **306** die im Empfänger dekodierten Pakete an, die Schattierung **307** die während des Fading-Events verloren gegangenen Pakete. Die Schattierung **308** zeigt verlorene Pakete aufgrund der Wiedererfassung des Empfängers, und das Fehlen einer Schattierung **309** zeigt Pakete an, die empfangen, aber nicht verwendet werden.

**[0039]** Es sollte klar sein, dass nach einem Fading-Event das Gesamtsystem für Fading verwundbar ist, bis die Zusatzpuffer, die benutzt worden sind, wieder gefüllt worden sind. Dies liegt daran, dass alle Ströme während des Fadings verloren gehen können. Zusätzliche voreilende Zusatzströme könnten verwendet werden, um mehrfache dicht aufeinanderfolgende Fadings heil zu überstehen. Hierdurch wird jedoch mehr Bandbreite verbraucht.

**[0040]** [Fig. 4](#) zeigt ein Beispiel, bei dem der Audiokanal dieselbe maximale Fading-Dauer hat wie in [Fig. 3](#). Die Video-Datenströme **403** und **404** sind weitgehend gleich wie die in [Fig. 3](#) gezeigten Datenströme. Der Audio-Zusatzkanal **401** hat jedoch zwei Kopien jedes Pakets in dem Haupt-Audiokanal **402**. Dies bedeutet, dass für jedes Haupt-Audiopaket, z.B. „A“, zwei entsprechende Zusatzpakete, z.B. „a“, eines zur Zeit t3 und ein zweites zur Zeit t4, von dem Audiopuffer **150** empfangen und in diesem gespeichert werden. Es sind noch zehn Zusatz-Audiopakete im Puffer **150** gespeichert, die während der Zeitspanne **406** empfangen wurden.

**[0041]** Bei dem Beispiel von [Fig. 4](#) treten zwei Fading-Events verhältnismäßig kurz nacheinander auf. Das erste schließt ein Fading mit einer Zeitspanne **408** und eine Empfänger-Erholungsperiode mit einer Zeitspanne **410** ein, und das zweite schließt ein Fading mit der Zeitspanne **412** und einer Empfänger-Erholungsperiode mit der Zeitspanne **414** ein. Man sieht, dass in dem Haupt-Videosignal **404** einige Pakete, z.B. „h“–„k“ aus dem zweiten Videosignal **403** verfügbar gemacht werden. Jedoch sowohl die Fading-Dauer als auch die beiden Fading-Events in einer Reihe haben zu verlorenen Paketen geführt, z.B. „L“, „M“, „O“, „P“, „Q“, „S“, „T“, in dem Videosignal. In dem Audiokanal ermöglichen jedoch die beiden Kopien von Audio-Datenpaketen, die in dem Zusatzkanal **401** angeordnet sind, dass der Empfänger alle als Folge der beiden Fading-Events fehlenden Daten wiedergewinnen kann. Es sei bemerkt, dass bei den in [Fig. 3](#) gezeigten Anordnungen, wenn dort zwei Fading-Events wie jene von [Fig. 4](#) auftreten, der Audiokanal nicht ohne Verlust überlebt haben würde. Es ist daher klar, dass die Verfügbarkeit von mehreren Kopien der Audio-Kanalpakete in dem Zusatzsignal höchst vorteilhaft ist. Wiederum ist – wie oben bemerkt – die Ver-

fügbarkeit mit verhältnismäßig niedrigen Zusatzkosten behaftet, weil die Datenrate der Audiosignale relativ klein im Vergleich zu der der Videosignale ist.

**[0042]** Es sei bemerkt, dass bei der Anordnung von [Fig. 4](#) der maximale Abstand zwischen zwei redundanten Paketen noch die längste Fading-Zeit definiert. Jedoch können mit zusätzlichen redundanten Paketen die mehrfachen Fading-Events auch in einem Signalstrom mit hoher Priorität verborgen werden.

**[0043]** Dieselben, oben erörterten Prinzipien können verwendet werden, um den Schutz des Videokanals zu unterstützen. Eine skalierbare Kodierung in dem Videokanal kann zu einem feinen Kennzeichen von Qualitätsverlust führen. Die spezifische Art einer skalierbaren Kodierung ist nicht wesentlich. Sie könnte eine zeitliche, eine räumliche, eine SNR- oder eine feinkörnige Skalierbarkeit sein. Eine skalierbare Video-Kodierung beinhaltet die Erstellung von zwei getrennten Video-Bitströmen: eine Basisschicht, die Daten enthält, die zur Bildung eines Bildes mit der geringsten annehmbaren Qualität benötigt werden; und eine Anreicherungsschicht, die Daten enthält, die bei Kombination mit den Daten der Basisschicht ein Bild mit höherer Qualität hervorbringt. Wenn die Basisschicht mit Redundanz gegen Fading geschützt wird, während die Anreicherungsschicht keine solche Redundanz hat, dann führt dies zu einem feinen Qualitätsverlust von einem Bild mit hoher Qualität zu einem Bild mit niedriger Qualität, wenn ein Fading-Event auftritt. Der Fachmann versteht, dass mehr als zwei Schichten von Videosignalen für verschiedene Dauer von Fading-Events gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung erzeugt und kodiert werden können.

**[0044]** In [Fig. 1](#) enthält das von dem Kodierer **30** erzeugte Haupt-Videosignal sowohl die Basisschicht-Information über die Leitung **31** als auch die Information über die Anreicherungsschicht, veranschaulicht durch die gestrichelte Linie **35**, während das von dem Kodierer **20** erzeugte Zusatz-Videosignal nur die Information über die Basisschicht über die Leitung **21** einschließt. In gleicher Weise wird in [Fig. 2](#) die Information über die Anreicherungsschicht aus dem Haupt-Videosignal, gezeigt als gestrichelte Linie **135**, dem Stromwähler **140** in derselben Weise zugeführt wie die Information über die Basisschicht aus dem Haupt-Videosignal auf der Leitung **31**, während nur die Information über die Basisschicht für das Zusatz-Videosignal der Verzögerungsschaltung **150** zugeführt wird. Daher ist die Information über die Anreicherungsschicht in zeitlichem Synchronismus mit der Information über die Haupt-Basisschicht. Demzufolge kann unter normalen Bedingungen ein Bild mit höherer Qualität aus der Information über die Basisschicht und die Anreicherungsschicht des Haupt-Videosignals erzeugt werden.

**[0045]** [Fig. 5](#) veranschaulicht Signale, die von einem solchen System erzeugt werden. Die Audiokanäle **501** und **502** gleichen im wesentlichen den Kanälen **401** und **402** in [Fig. 4](#). Die Videokanäle **503** und **504** beziehen sich jedoch nur auf die Information über die Basisschicht. Dies bedeutet in [Fig. 5](#), dass das Basisschicht-Haupt-Videosignal **504** eine Redundanz der Fading-Dauer von vier Paketen aufgrund der Hinzufügung eines entsprechenden zeitlich voreilenden Basisschicht-Zusatz-Videosignal-Paketstroms **503** hat. Die Anreicherungs-Videoschicht **506** hat jedoch keinen entsprechenden Zusatz-Paketstrom, und daher keine Fading-Redundanz. Bei der in [Fig. 5](#) gezeigten Anordnung bewirkt das Fading-Event im Zeitintervall **510** und die Erholungszeit im Zeitintervall **512** den Verlust der Pakete „L“ und „M“ aus den Basisschicht-Videodaten und aller Pakete „H“, „M“ aus der Anreicherungsschicht **506**. Das Audiosignal verliert keine Pakete. Demzufolge wird das Videosignal mit hoher Auflösung herunter zur Auflösung der Basisschicht während des größten Teils des Fading-Events verschlechtert, aber es wird während dieses Teils noch ein Bild erzeugt, und das Audiosignal wird noch richtig dekodiert. Wie oben erwähnt wurde, wird ein Verlust an Audiosignalen von einem Fernsehzuschauer am meisten bemerkt. Der Zuschauer kann einen gewissen Qualitätsverlust des Videosignals akzeptieren, ohne dass irgendwelche Probleme verursacht werden.

**[0046]** Aus den obigen Beispielen ist klar, dass viele verschiedene Anordnungen möglich sind. Der Kompromiss muss zwischen der Dauer des Fadings und der Größe des verwendeten Puffers geschlossen werden. Auch für die Bitrate muss ein Kompromiss mit der Redundanz geschlossen werden. Natürlich wird mehr Redundanz verwendet, je weniger Bits für die Anwendung verfügbar sind. Wie oben beschrieben, liefert das Verfahren und die Vorrichtung verschiedene Redundanzen hinsichtlich der Fading-Dauer für verschiedene Bitströme, um Level von QoS in einem drahtlosen verlustbehafteten Kanal zu erstellen. Dies bedeutet, dass Audiodaten mit höherer Priorität einen höheren Level an Fading-Event-Widerstand haben als die Videodaten mit niedrigerer Priorität. Eine zusätzliche Redundanz kann vorgesehen werden, um Daten mit höherer Priorität weiter zu schützen, z.B. Audiodaten aus aufeinanderfolgenden Fading-Events. Die Anwendung von gestaffeltem Multicasting auf skalierbare Video-Bitströme führen zu einem feinen Qualitätsverlust während Fading-Events, wie in der Bitstrom-Illustration in [Fig. 5](#) gezeigt ist. Während die vorliegende Erfindung in Bezug auf besondere Ausführungsformen und besondere dargestellte Beispiele beschrieben wurde, ist ersichtlich, dass die Prinzipien der vorliegenden Erfindung in anderen Anordnungen verkörpert sein können, ohne vom Schutzmfang der vorliegenden Erfindung, die in den folgenden Ansprüchen definiert ist, abzuweichen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung des Empfangs eines gesendeten Signals, umfassend die Schritte:  
Erzeugen einer Hauptgruppe (**302**) und einer Zusatzgruppe (**301**) von Daten mit höherer Priorität aus einer ersten Quelle in einem Sender;  
zeitliche Verzögerung der Hauptgruppe (**302**) von Daten mit höherer Priorität in Bezug auf die Zusatzgruppe (**301**) von Daten mit höherer Priorität;  
Erzeugen einer Hauptgruppe (**304**) und einer Zusatzgruppe (**303**) von Daten mit niedrigerer Priorität aus einer zweiten Quelle;  
zeitliche Verzögerung der Hauptgruppe (**304**) von Daten mit niedrigerer Priorität in Bezug auf die Zusatzgruppe (**303**) von Daten mit niedrigerer Priorität;  
Senden eines Signals, das die Haupt- und die verzögerten Zusatzgruppen (**301**, **302**, **303**, **304**) der Daten mit höherer und niedrigerer Priorität führt, um die Daten in einem Empfänger zu empfangen;  
Zuführen der in dem Empfänger empfangenen Hauptgruppe (**302**) von Daten mit höherer Priorität zu normalen Empfangskanälen des Empfängers zum Empfang von Daten mit höherer Priorität;  
Speichern der in dem Empfänger empfangenen Zusatzgruppe (**301**) von Daten mit höherer Priorität in einem Puffer (**136**) für Daten mit höherer Priorität in dem Empfänger;  
Zuführen der in dem Empfänger empfangenen Hauptgruppe (**304**) von Daten mit niedrigerer Priorität zu normalen Empfangskanälen in dem Empfänger zum Empfang von Daten mit niedrigerer Priorität;  
Speichern der in dem Empfänger empfangenen Zusatzgruppe (**303**) von Daten mit niedrigerer Priorität in einem Puffer (**150**) für Daten mit niedrigerer Priorität in dem Empfänger;  
Überwachen des gesendeten Signals, um ein Fading-Event festzustellen;  
wenn ein Fading-Event in dem gesendeten Signal festgestellt wird:  
Ersetzen eines oder mehrerer Teile des Hauptsignals mit höherer Priorität durch entsprechende Teile des in dem Speicher für Daten mit höherer Priorität gespeicherten Zusatzsignals mit höherer Priorität; und  
Ersetzen eines oder mehrerer Teile des Hauptsignals mit niedrigerer Priorität durch entsprechende Teile des in dem Puffer für Daten mit niedrigerer Priorität gespeicherten Zusatzsignals mit niedrigerer Priorität.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das gesendete Signal in der Form eines VSB-Signals gesendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Hauptgruppe (**332**) von Daten mit höherer Priorität für eine längere Zeitdauer verzögert wird als die Hauptgruppe (**304**) von Daten mit niedrigerer Priorität.
4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Daten mit höherer Priorität Audiosignal-Daten und die Da-

ten mit niedrigerer Priorität Videosignal-Daten sind.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Zusatzgruppe von Audiosignal-Daten mehrere Kopien der Haupt-Audiosignal-Daten enthält.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Zusatzgruppe von Audiosignal-Daten zwei Kopien der Haupt-Audiosignal-Daten enthält.

7. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Daten mit niedriger Priorität Composite-Videosignal-Daten sind, die sowohl eine Basisschicht als auch eine Anreicherungsschicht aufweisen, und bei dem die Zusatzgruppe von Videosignal-Daten nur die Basisschicht und die Hauptgruppe von Videodataen sowohl die Basisschicht als auch die Anreicherungsschicht enthält.

8. Verfahren nach Anspruch 7, das ferner den Schritt umfasst, die empfangene Anreicherungsschicht der Videosignal-Daten mit der empfangenen Basisschicht der Videosignal-Daten zu kombinieren, um die Composite-Videosignal-Daten in dem Empfänger wiederherzustellen.

9. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Fading-Event in dem gesendeten Signal auf eine Qualität des gesendeten Signals bezogen ist, und das Fading-Event durch Überwachung eines Qualitätsmaßes des gesendeten Signals festgestellt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das Qualitätsmaß eines von mehreren Maßen ist, wie Rauschabstand, Bit-Fehlerrate oder Paket-Fehlerrate.

11. Verfahren zur Verbesserung des Empfangs eines Signals, das eine erste Gruppe von synchron kodierten Signalen mit einer ersten Priorität und eine zweite Gruppe von synchron kodierten Signalen mit einer zweiten Priorität führt, wobei die zweite Priorität niedriger als die erste Priorität ist und jede der beiden Gruppen ein Hauptsignal (**304, 302**) und ein Zusatzsignal (**303, 301**) enthält, wobei Haupt- und Zusatzsignal zeitlich versetzt sind und jedes Zusatzsignal dem entsprechenden Hauptsignal vorausseilt, wobei das Zusatzsignal des Signals mit der ersten Priorität um ein größeres Zeitintervall voreilt als das Zusatzsignal des Signals mit der zweiten Priorität, umfassend die Schritte:

Speichern aller Zusatzsignale in entsprechenden Puffern (**136, 150**) in dem Empfänger;

Verarbeiten aller Hauptsignale (**304, 302**) in dem Empfänger in normaler Weise;

Überwachen des gesendeten Signals, um ein Fading-Event festzustellen;

bei Feststellung eines Fading-Events in dem empfangenen Signal:

Ersatz eines oder mehrerer Teile der Hauptsignale

(**304, 302**) durch entsprechende Teile der gespeicherten Zusatzsignale (**303, 301**).

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem das empfangene Signal ein Restseitenband-(VSB)-moduliertes Signal ist.

13. System zur Verbesserung des Empfangs von gesendeten Signalen, umfassend:

Mittel (**12, 13**) zum Erzeugen einer Haupt- und einer Zusatzgruppe von Daten mit höherer Priorität aus einer ersten Quelle in einem Sender; erste Verzögerungsmittel (**14**) zur zeitlichen Verzögerung der Hauptgruppe von Daten mit höherer Priorität gegenüber der Zusatzgruppe von Daten mit höherer Priorität;

Mittel (**20, 30**) zum Erzeugen einer Haupt- und einer Zusatzgruppe von Daten mit niedriger Priorität aus einer zweiten Quelle;

zweite Verzögerungsmittel (**32**) zur zeitlichen Verzögerung der Hauptgruppe von Daten mit niedriger Priorität gegenüber der Zusatzgruppe von Daten mit niedriger Priorität;

Mittel (**40, 50, 60, 70, 80**) zum Senden eines Signals, das die Hauptgruppe und die verzögerte Zusatzgruppe von Daten mit der höheren und der niedrigeren Priorität führt;

einen Empfänger, der normale Empfangskanäle für Daten mit niedrigerer und höherer Priorität aufweist; Mittel (**130**) zum Zuführen der in dem Empfänger empfangenen Hauptgruppe von Daten mit höherer Priorität zu dem normalen Empfangskanal des Empfängers für Daten mit höherer Priorität;

eine erste Pufferschaltung (**136**) in dem Empfänger für Daten mit höherer Priorität; Mittel zum Speichern der in dem Empfänger empfangenen Zusatzgruppe von Daten mit höherer Priorität in der ersten Pufferschaltung;

Mittel (**130**) zum Zuführen der in dem Empfänger empfangenen Hauptgruppe von Daten mit niedriger Priorität zu dem normalen Empfangskanal des Empfängers für Daten mit niedriger Priorität;

eine zweite Pufferschaltung (**150**) in dem Empfänger für Daten mit niedriger Priorität; Mittel zum Speichern der in dem Empfänger empfangenen Zusatzgruppe von Daten mit niedriger Priorität in der zweiten Pufferschaltung;

eine Detektorschaltung (**121**) in dem Empfänger zum Feststellen eines Fading-Events in dem empfangenen Signal; Mittel (**140**) in dem Empfänger, um ein oder mehrere Teile der Hauptgruppe von Daten mit niedriger Priorität durch entsprechende Teile der in der ersten Pufferschaltung gespeicherten Zusatzgruppe von Daten mit höherer Priorität als Reaktion auf eine Anweisung von der Detektorschaltung zu ersetzen;

Mittel in dem Empfänger, um ein oder mehrere Teile der Hauptgruppe von Daten mit niedriger Priorität durch entsprechende Teile der in der zweiten Pufferschaltung gespeicherten Zusatzgruppe von Daten mit höherer Priorität als Reaktion auf eine Anweisung von der Detektorschaltung zu ersetzen;

mit niedrigerer Priorität als Reaktion auf eine Anweisung von der Detektorschaltung zu ersetzen.

14. System nach Anspruch 13, bei dem die Sendemittel eine Schaltung zum Senden eines Restseitenband-(VSB)-Signals umfassen, das die Hauptgruppe und die verzögerte Gruppe von Daten mit höherer wie auch niedrigerer Priorität führt.

15. System nach Anspruch 13, bei dem die ersten Verzögerungsmittel eine längere Zeitverzögerung vorsehen als die zweiten Verzögerungsmittel.

16. System nach Anspruch 13, bei dem die Daten mit höherer Priorität Audiosignal-Daten und die Daten mit niedrigerer Priorität Videosignal-Daten sind.

17. System nach Anspruch 16, bei dem die Zusatz-Audiosignal-Daten (**301**) mehrere Kopien der Haupt-Audiosignal-Daten enthalten.

18. System nach Anspruch 17, bei dem die Zusatz-Audiosignal-Daten zwei Kopien der Haupt-Audiosignal-Daten enthalten.

19. System nach Anspruch 16, bei dem die in dem Sender erzeugten Videosignal-Daten Composite-Videosignal-Daten sind, die sowohl eine Basischicht als auch eine Anreicherungsschicht aufweisen, und wobei beide Zusatzgruppen von Videosignal-Daten die Basisschicht der Composite-Videosignal-Daten enthalten und die Hauptgruppe von Videosignal-Daten ferner die Anreicherungsschicht enthält.

20. System nach Anspruch 19, bei dem Kombinationsmittel in dem Empfänger die Anreicherungsschicht der Videosignal-Daten mit der Basisschicht des ersten Videosignals kombinieren, um die Composite-Videosignal-Daten in dem Empfänger wiederherzustellen.

21. Empfänger zur Verbesserung des Empfangs von Signalen, die in der Form einer ersten Gruppe von synchron kodierten Signalen mit erster Priorität und einer zweiten Gruppe von synchron kodierten Signalen mit zweiter Priorität gesendet werden, wobei die zweite Priorität niedriger als die erste Priorität ist und von der ersten und zweiten Gruppe jede ein Hauptsignal (**304, 303**) und ein Zusatzsignal (**302, 301**) enthält, wobei das Haupt- und Zusatzsignal (**304, 303, 302, 301**) zeitlich zueinander versetzt sind und das Zusatzsignal (**302, 301**) dem entsprechenden Hauptsignal (**304, 303**) vorauselt, wobei der Empfänger umfasst:

- eine erste Pufferschaltung (**136**) zur Speicherung des Zusatzsignals des in dem Empfänger empfangenen Signals mit der ersten Priorität;
- eine zweite Pufferschaltung (**150**) zur Speicherung des in dem Empfänger empfangenen Signals mit der zweiten Priorität;

Signalprozessoren zur Verarbeitung jedes der im Empfänger empfangenen Hauptsignale in normaler Weise;

eine Detektorschaltung (**121**) zur Feststellung eines Fading-Events in dem empfangenen Signal; und Mittel (**140**) für die Detektorschaltung und die erste und zweite Pufferschaltung, um als Reaktion auf eine Instruktion von der Detektorschaltung ein oder mehrere Teile der entsprechenden Hauptsignale durch entsprechende Teile der gespeicherten Zusatzsignale zu ersetzen.

22. Empfänger nach Anspruch 21, bei dem das empfangene Signal ein Restseitenband-VSB-moduliertes Signal ist.

23. Empfänger nach Anspruch 21, bei dem das Fading-Event in dem empfangenen Signal auf eine Qualität des empfangenen Signals bezogen ist und der Detektor ein Qualitätsmaß des empfangenen Signals überwacht.

24. Empfänger nach Anspruch 23, bei dem das Qualitätsmaß eines oder mehrere der Maße ist: Rauschabstandsmaß, Bit-Fehlerratenmaß oder Paket-Fehlerratenmaß und der Detektor eines oder mehrere der Maße überwacht: Rauschabstandsmaß, Bit-Fehlerratenmaß oder Paket-Fehlerratenmaß.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

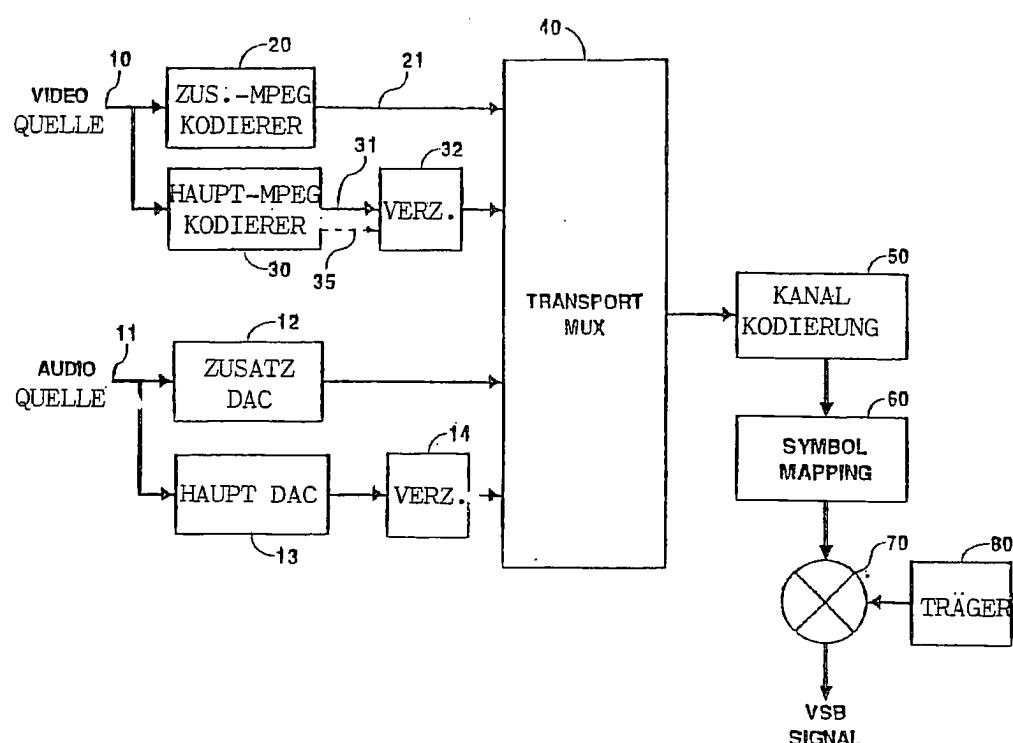


Fig. 1 - SENDER

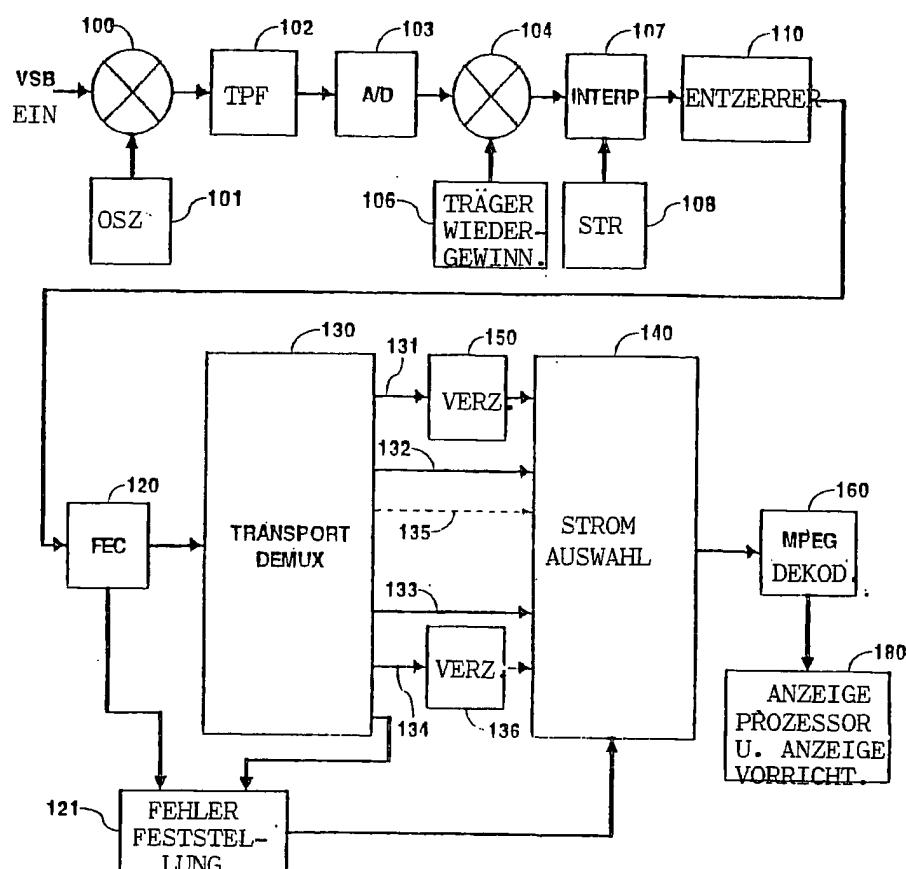


Fig. 2 - EMPFÄNGER

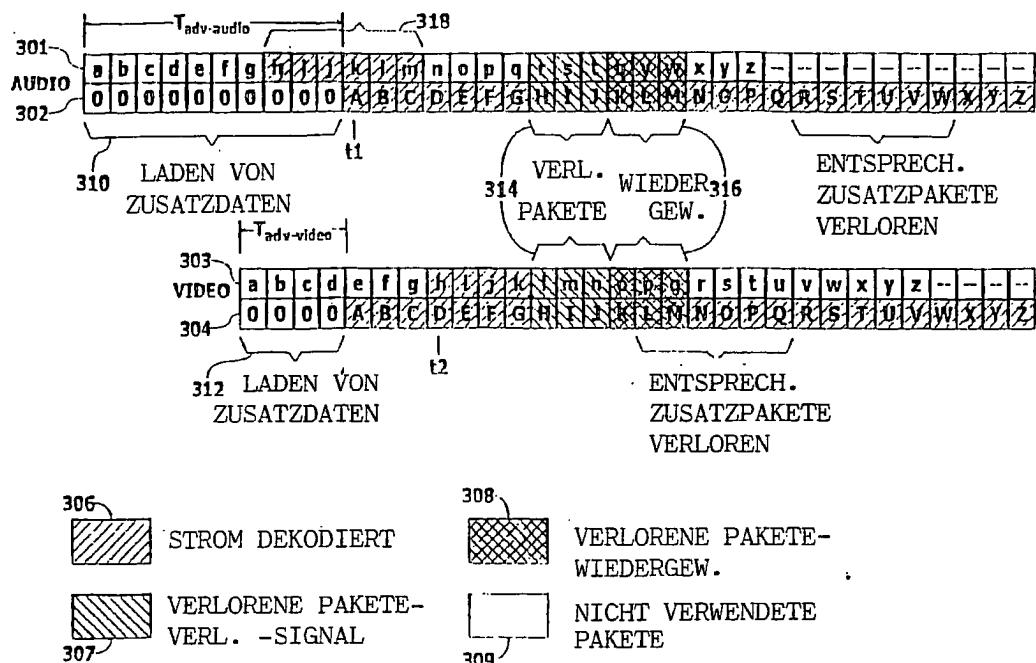


Fig. 3 - VERSCHIEDENE FADING-REDUNDANZEN

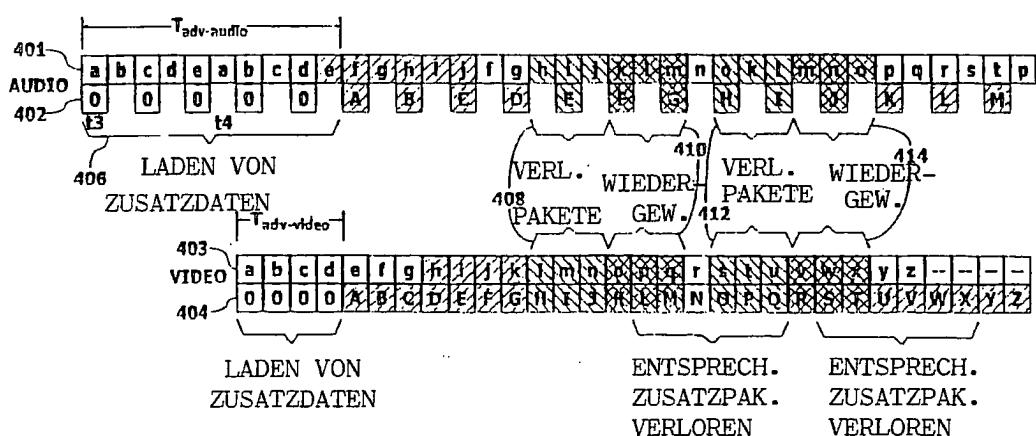


Fig. 4 - ZUSÄTZLICHE AUDIO-REDUNDANZ

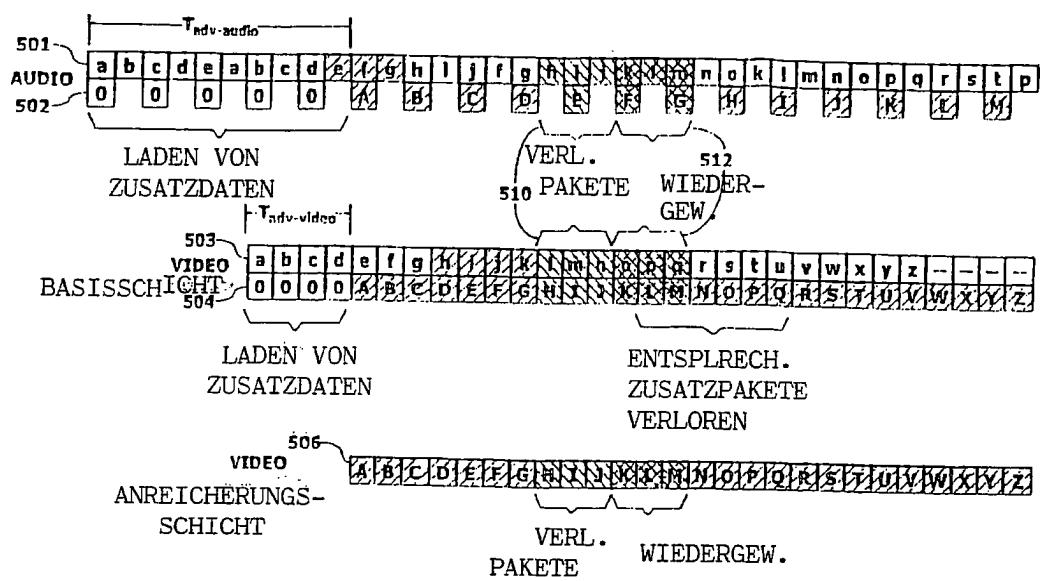


Fig. 5 - SKALIERBARE REDUNDANZ