



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 003 187 A1** 2008.10.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 003 187.6**

(22) Anmeldetag: **22.01.2007**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H04L 29/14** (2006.01)

H04L 1/02 (2006.01)

H04H 20/00 (2008.01)

H04B 17/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
 angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(74) Vertreter:
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049
 Pullach**

(72) Erfinder:
**Schuller, Gerald, 99089 Erfurt, DE; Wabnik, Stefan,
 98693 Ilmenau, DE; Grill, Bernhard, 91207 Lauf,
 DE; Zink, Alexander, 96135 Stegaurach, DE**

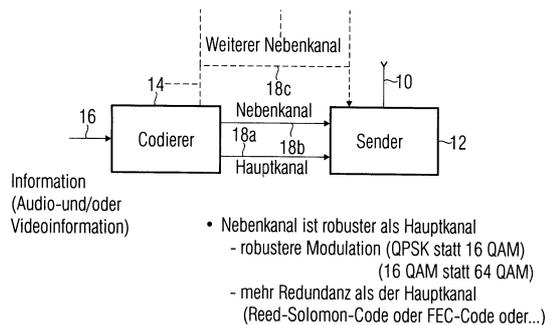
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
US 2006/0 56 505 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum Erzeugen eines zu sendenden Signals oder eines decodierten Signals**

(57) Zusammenfassung: Zum Erzeugen eines zu sendenden Signals werden Ursprungsinformationen in einen Hauptkanal und einen Nebenkanal codiert, wobei der Nebenkanal robuster gegenüber Kanaleinflüssen als der Hauptkanal ist. Auf Empfängerseite wird dann, wenn die Empfangsqualität oberhalb einer Schwelle ist, die benötigt wird, um eine erfolgreiche Decodierung des Hauptkanals durchzuführen, der Hauptkanal wiedergegeben. Fällt die Empfangsqualität jedoch unter diese Schwelle, so wird der Nebenkanal wiedergegeben, der weniger Bits als der Hauptkanal aufweisen kann und der eine entsprechend geringer qualitative Darstellung der Ursprungsinformationen ist als der Hauptkanal.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf für Rundfunksysteme einsetzbare Informationscodierer und insbesondere auf Informationscodierer, die in digitalen Rundfunksystemen eingesetzt werden können.

[0002] Der digitale Audio-Rundfunk entwickelt sich zunehmend. Seit einiger Zeit existiert DAB (Digital Audio Broadcast) für UKW-Frequenzen, und seit kurzem existiert auch DRM (Digital Radio Mondial) für die Lang-, Mittel- oder Kurzwelle.

[0003] Solche Rundfunksysteme zeigen sich dadurch aus, dass eine gewisse Anzahl von Daten gepuffert werden muss, bevor der Rundfunkempfänger mit der Datenausgabe anfangen kann. Wenn der Rundfunkhörer seinen Rundfunkempfänger einschaltet, so ist das wenig problematisch, da der Rundfunkempfänger einfach etwas später mit der Wiedergabe beginnt, wobei dieser Abstand von dem Rundfunkhörer als nicht besonders störend wahrgenommen wird. Wenn der Rundfunkhörer allerdings das Programm wechselt, so ist der Hörer von früheren Systemen gewohnt, dass dann sofort Daten ausgegeben werden. Bei einem digitalen Rundfunkempfänger ist dies jedoch nicht möglich, da von dem anderen Programm zunächst wieder eine bestimmte Menge von Daten gespeichert werden muss, bevor eine Wiedergabe dieses anderen Programms begonnen werden kann. Diese Verzögerung wird der Benutzer als störend empfinden, da sie nicht zu Anfang des Radiohörens, sondern während des Radiohörens auftritt.

[0004] Das US-Patent Nr. 6,842,724 B1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Reduzierung einer Anfangs-Verzögerung in Datenpaket-basierten Streaming-Anwendungen oder in einem Telekommunikationsnetz, wie beispielsweise einem Lokal-Exchange-Carriernetz oder einem Inter-Exchange-Carriernetz oder einem lokalen oder globalen Computernetz. Eine Programmquelle, beispielsweise ein Audio- und/oder Video-Datenstrom wird codiert und als zwei oder mehr separate Bitströme, beispielsweise Sequenzen von Datenpaketen, übertragen. Die Übertragung von einem dieser Bitströme ist um eine gegebene Verzögerung bezüglich der Übertragung des anderen Bitstroms verzögert. Am Empfangsende des Übertragungskanals werden die zwei oder mehr Bitströme durch Empfängerpuffer mit unterschiedlichen Größen gepuffert, woraus unterschiedliche Zeitverzögerungen resultieren, wenn der Inhalt der Puffer decodiert wird. Insbesondere entspricht die Zeitverzögerungsdifferenz (invers) den relativen Verzögerungszeiten vor der Übertragung. Zum Codieren wird entweder ein mehrfach beschreibendes Quellencodierschema oder ein eingebettetes Codierschema verwendet, bei denen zumindest einer der einzelnen Bitströme ausreichend ist, um ein zufriedenstellen-

des decodiertes Signal zu erzeugen, wobei die Hinzufügung des anderen Bitstroms die Qualität des decodierten Signals verbessern wird. Alternativ können die Datenströme mehrfache codierte Darstellungen der Programmquelle mit unterschiedlichen Bitraten sein, wobei codierte Darstellungen mit niedrigerer Bitrate mit entsprechend größeren Verzögerungen übertragen werden.

[0005] Im Gegensatz zu den in dem vorstehenden Dokument beschriebenen Übertragungsarten, bei denen lediglich die Verzögerung eines Datenpakets berücksichtigt werden muss, kommen bei digitalen Rundfunksystemen weitere Herausforderungen zu tragen, die sich aus der Tatsache ergeben, dass der Übertragungskanal kein leitungsgebundener Kanal, sondern ein drahtloser (wireless) Übertragungskanal ist. Ein Sender hat somit eine Sendeantenne, die Funkwellen ausstrahlt, die von einem Empfänger, der eine Empfangsantenne aufweist, empfangen und verarbeitet werden können. Aufgrund der Tatsache, dass der Übertragungskanal variiert, was systembedingt sein kann, und was jedoch auch daraus entstehen kann, dass sich der Sender aber noch mehr der Empfänger bewegt, kann ein Übertragungskanal besser oder schlechter und insbesondere so schlecht werden, dass eine Verbindung vom Empfänger zum Sender abrupt abreißt. Insbesondere wird, wie es bei digitalen Übertragungen generell der Fall ist, die Verbindung unterhalb einer vom System gegebenen SNR einfach abreißen und es gibt keine sog. „graceful degradation“, also eine nach und nach stattfindende Abnahme der Übertragungsqualität, wie sie beim analogen Rundfunk in angenehmer Weise in Erscheinung tritt. Das Abreißen der Verbindung unterhalb eines vom System gegebenen SNR ($SNR = \text{signal noise ratio} = \text{Signal/Rausch-Verhältnis}$) ist besonders bei DRM problematisch, da DRM Kurzwelenträger verwenden, die ein langsam veränderliches SNR haben, was in wiederkehrenden Ausfällen resultiert.

[0006] Bei DAB ist diese Schwelle der Empfangsqualität bzw. das SNR, bei dem die Verbindung abreißt, problematisch, da die Ausrichtung der Antenne oder das Finden einer guten Empfangsposition schwieriger wird als im analogen Rundfunk und insbesondere dann noch komplexer wird, wenn sich der Empfänger bewegt.

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Konzept zur digitalen Übertragung von Daten zu schaffen, bei dem die Anzahl der Verbindungsausfälle reduziert oder eliminiert ist.

[0008] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Erzeugen eines zu sendendes Signals gemäß Anspruch 1, eine Vorrichtung zum Erzeugen eines decodierten Signals gemäß Anspruch 18, ein Verfahren zum Erzeugen eines zu sendenden Signals ge-

mäß Patentanspruch 27, ein Verfahren zum Erzeugen eines decodierten Signals gemäß Anspruch 28, ein Computer-Programm gemäß Patentanspruch 29 oder ein Rundfunksignal gemäß Patentanspruch 30 gelöst.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass eine Reduktion der unangenehmen Datenausfälle erreicht werden kann, wenn von dem einkanaligen Gedanken weggegangen wird, bei dem das Programmmaterial codiert und übertragen wird. Erfindungsgemäß wird zusätzlich zu dem typischerweise übertragenen Programmmaterial, das den Hauptkanal darstellt, ein Nebenkanal erzeugt und übertragen, wobei der Hauptkanal und der Nebenkanal separat voneinander decodierbar sind und beide das Informationssignal darstellen. Allerdings werden der Hauptkanal und der Nebenkanal so erzeugt, dass der Nebenkanal gegen Übertragungskanaleinflüsse robuster ist, als der Hauptkanal. Wenn also eine Situation entsteht, bei der das SNR des Systems kleiner als das benötigte SNR für den Hauptkanal wird, wenn also der Übertragungskanal so ist, dass die Robustheit des Hauptkanals nicht mehr ausreichend ist, wird erfindungsgemäß auf den Nebenkanal umgeschaltet, der robuster gegenüber Übertragungskanaleinflüssen ist und somit noch decodiert werden kann, während der Hauptkanal nicht mehr decodiert werden kann. Die Verbindung vom Empfänger zum Sender wird daher nicht einfach abreißen, sondern die Wiedergabe wird mit den Daten des Nebenkanals, die robust gegen Übertragungskanaleinflüsse sind, fortgesetzt, obgleich natürlich kein Hauptkanal mehr wiedergegeben wird. Da jedoch Hauptkanal und Nebenkanal dieselben Informationen darstellen, wird dem Rundfunkhörer bzw. dem Rundfunkbetrachter nach wie vor eine Information geliefert.

[0010] Allerdings wird es bei bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung so sein, dass der Nebenkanal eine wesentlich stärker komprimierte Darstellung der Informationen ist als der Hauptkanal. Insbesondere im Kontext einer verlustbehafteten Datenkompression wird somit die Wiedergabequalität bei der Wiedergabe des Nebenkanals schlechter sein als die Wiedergabequalität, wenn der Hauptkanal wiedergegeben werden kann. Dies ist jedoch aus Sicht des Rundfunkteilnehmers nicht so problematisch, da jeder Rundfunkteilnehmer lieber eine Wiedergabe mit reduzierter Qualität als gar keine Wiedergabe mehr hat.

[0011] Dieses Ausführungsbeispiel ist insbesondere dahingehend vorteilhaft, dass die Gesamtdatenrate zur Übertragung des Hauptkanals und des Nebenkanals nicht erheblich höher ist als wenn nur der Hauptkanal übertragen wird, da zur Codierung eines stark verlustbehafteten komprimierten Datensignals inhärent weniger Bits benötigt werden als zum Codie-

ren eines höherqualitativen Datensignals. Insbesondere wird es bevorzugt, dass die für den Nebenkanal benötigten Bits höchstens halb so viele sind wie die für den Hauptkanal benötigten Bits und insbesondere sogar weniger als ein Zehntel der für den Hauptkanal benötigten Bits sind.

[0012] Einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel werden der Hauptkanal und der Nebenkanal nicht synchron zueinander übertragen, sondern mit einer zeitlichen Verschiebung, so dass der Hauptkanal gegenüber dem Nebenkanal verzögert ist. Auf Empfängerseite wird der Nebenkanal, der – bezogen auf einen bestimmten Zeitpunkt der ursprünglichen Informationsdaten – früher beim Empfänger ankommt, in dem Empfänger gepuffert, während keine oder nur eine geringere Pufferung des Hauptkanals nötig ist. Dies bedeutet, dass dann, wenn die Übertragungskanalsituation günstig ist, der Hauptkanal ohne Verzögerung übertragen werden kann und auch ein Umschalten vom Hauptkanal zu einem anderen Hauptkanal ohne Probleme möglich ist. Eine Umschaltverzögerung würde erst dann merkbar auftreten, wenn genau zum Zeitpunkt des Umschaltens eine Übertragungskanalverschlechterung stattfinden würde, die zur Folge haben würde, dass auf den Nebenkanal zurückgegriffen werden muss.

[0013] Die Verzögerung des Hauptkanals gegenüber dem Nebenkanal ist ferner dahingehend vorteilhaft, dass dann, wenn ein Übertragungsausfall stattfindet, der sogar so groß ist, dass nicht einmal der Nebenkanal mit ausreichender Qualität empfangen worden ist, wenigstens für die Zeitdauer der Nebenkanal wiedergegeben kann, für die der Nebenkanal gespeichert worden ist. Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen wird eine Speicherzeit von mehr als 10 Sekunden und insbesondere von sogar mehr als 20 Sekunden, vorzugsweise mehr als 30 Sekunden gewählt, die zwar zu einem gewissen Speicherbedarf führt, die jedoch im Hinblick auf die günstige Verfügbarkeit großer Speicher unkritisch ist. Der entscheidende Vorteil besteht jedoch darin, dass der Rundfunkempfänger 30 Sekunden allein aus seinem Speicher – zwar niederqualitativ – abspielen kann, ohne dass er gültige Signale empfängt. Dass der Nebenkanal weniger Bits als der Hauptkanal benötigt, entspannt zugleich den benötigten Speicherbedarf im Empfänger, was jedoch von einem Benutzer gerne akzeptiert wird, da der Empfang des Nebenkanals ohnehin eine Notsituation ist, die nicht der normalen Situation entspricht, jedoch insbesondere dann, wenn der Nebenkanal eine Sprachverständlichkeit sicherstellt, für einen Benutzer besonders angenehm ist, wenn ein Benutzer eine interessante Radiosendung hört, bei der es besonders auf das gesprochene Wort ankommt, dessen Verständlichkeit durch den Nebenkanal garantiert wird.

[0014] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorlie-

genden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen detailliert erläutert. Es zeigen:

[0015] [Fig. 1](#) ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels für eine Vorrichtung zum Erzeugen eines zu sendenden Signals;

[0016] [Fig. 2](#) verschiedene Ausführungsformen des Codierers von [Fig. 1](#);

[0017] [Fig. 3](#) eine alternative Ausführung des Codierers von [Fig. 1](#);

[0018] [Fig. 4](#) eine spezielle Ausführung des Source-Codierers von [Fig. 2](#);

[0019] [Fig. 5](#) eine Vorrichtung zum Erzeugen eines decodierten Signals; und

[0020] [Fig. 6](#) eine speziellere Ausführungsform der Vorrichtung von [Fig. 5](#);

[0021] [Fig. 7](#) ein Flussdiagramm der Schritte, die auf Seiten des Rundfunkteilnehmers z. B. in einem digitalen Empfänger vorgenommen werden.

[0022] Erfindungsgemäß wird eine so genannte „Graceful Degradation“ erreicht, also eine Rundfunkwiedergabe von Audio- und/oder Videodaten unterhalb der für den Hauptkanal benötigten Schwelle. So beinhaltet der Nebenkanaal z. B. die Daten eines Low-Bitrate-Coders mit demselben Inhalt wie der Hauptkanal. Zweck ist es, bei Ausfällen ein Ersatzsignal zu erzeugen, was z. B. aufbauend auf der Technik des Erzeugens von Comfort-Noise bei Sprachcodierern implementiert werden kann, und zwar unter Verwendung der Daten, die im Nebenkanaal übertragen werden. Diese Daten werden bei der empfängerseitigen Signalsynthese eingesetzt, um die Signalsynthese nicht bei einer alleinigen Rauscherzeugung zu belassen, sondern um die Signalsynthese wenigstens so detailliert zu steuern, dass eine Sprachverständlichkeit beispielsweise hergestellt wird, um z. B. Nachrichten weiterhin verstehen zu können.

[0023] Ferner wird bei einem Ausführungsbeispiel eine zeitliche Verschiebung zwischen dem Hauptkanal und dem Nebenkanaal durchgeführt, so dass der Hauptkanal gegenüber dem Nebenkanaal verzögert ist. Ferner wird erfindungsgemäß für den Nebenkanaal eine robustere Modulation als für den Hauptkanal mit den Haupt-Audiodaten durchgeführt.

[0024] Ein Modus bei der DRM-Technik für den Hauptkanal, der dort auch als Media-Service Channel (MSC) bezeichnet wird, hat eine Bitrate von beispielsweise 14,5 kb/s. In dem Nebenkanaal werden bei diesem Ausführungsbeispiel Zusatzdaten mit 1 kb/s im SDC (Service Description Channel) robuster

übertragen und z. B. mit einem Vorlauf von 30 Sekunden codiert. Der Hauptkanal ist also um 30 Sekunden gegenüber dem Zusatzkanal verzögert. Bei Abriss der Verbindung bis 30 Sekunden wird der Nebenkanaal wiedergegeben. Bei einer Reduktion den SNR unter die Schwelle des MSC, aber oberhalb der Schwelle des SDC wird ebenso der Nebenkanaal wiedergegeben. Die Erfindung ist somit in einem Übertragungssystem für die digitale Medienübertragung einsetzbar, bei dem der Hauptkanal vorhanden ist, der die Haupt-Mediendaten aufweist, und bei dem ferner der Nebenkanaal vorhanden ist, in dem die gleichen Mediendaten mit einer höheren Kompression und einer geringeren Bitrate dargestellt sind, wobei der Nebenkanaal eine robustere Modulation hat als der Hauptkanal hat, was ein geringeres minimales SNR für die Übertragung und die Codierung des Nebenkanaals im Vergleich zum Hauptkanal erfordert. Je nach Implementierung kann der Hauptkanal gegenüber dem Nebenkanaal auch zeitlich verzögert sein.

[0025] Nachfolgend wird auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 7](#) detaillierter eingegangen. [Fig. 1](#) zeigt eine Vorrichtung zum Erzeugen eines zu sendenden Signals, das letztendlich von einer Sendeantenne **10** ausgegeben wird, die von einem Sender **12** ihr Sendesignal erhält. Dem Sender **12** vorgeschaltet ist ein Codierer **14**, welcher als Eingangsdaten Informationen **16** erhält, die Audio- und/oder Videoinformationen umfassen, und welcher ein Ausgangssignal zu dem Sender **12** liefert, das sowohl Hauptkanaldaten **18a** als auch Nebenkanaaldaten **18b** umfasst. Je nach Implementierung des Codierers **14** und des Senders **12** werden die Daten **18a**, **18b** zwischen dem Codierer **14** und dem Sender **12** in zwei getrennten Datenströmen übertragen, oder werden die Daten gemultiplext oder bereits nach einer Trägermodulation in einem Datenstrom zum Sender übertragen, der dann nur noch die Aufgabe hat, wie sie von einem typischen HF-Front-End durchgeführt wird, nämlich das Basisdatensignal auf einen HF-Träger zu mischen und zu verstärken.

[0026] Insbesondere ist der Codierer ausgebildet, um den Hauptkanal **18a** und den Nebenkanaal **18b** zu erzeugen, die separat voneinander decodierbar sind und so beide das Informationssignal darstellen.

[0027] Um eine decodierte Version der Informationen zu erhalten, reicht erfindungsgemäß entweder der Nebenkanaal oder der Hauptkanal. Anders ausgedrückt, reichen die Daten des Nebenkanaals alleine ohne die Daten des Hauptkanals aus, um wenigstens eine geringer qualitative Darstellung der Informationen auf der Codiererseite zu liefern.

[0028] Erfindungsgemäß ist der Codierer **14** ferner ausgebildet, um den Hauptkanal **18a** und den Nebenkanaal **18b** so zu erzeugen, dass der Nebenkanaal gegen Übertragungskanaleinflüsse robuster ist als

der Hauptkanal. Diese Robustheit kann auf verschiedene Arten und Weisen erzeugt werden, beispielsweise durch eine Verwendung einer robusteren Modulation für die Nebenkandaten oder durch die Einbringung einer höheren Redundanz in die Nebenkandaten als in die Hauptkandaten.

[0029] [Fig. 2](#) zeigt eine detaillierte Darstellung des Codierers **14** gemäß diversen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung, die alle in [Fig. 2](#) optional gezeichnet sind. Der Codierer **14** kann einen Source-Codierer oder Quellencodierer **20**, einen Redundanz-Codierer **22**, einen Mapper **24** und/oder einen Modulierer **26** umfassen. In den Source-Codierer **20** werden die Informationen **16** eingespeist. Je nach Implementierung liefert bereits der Source-Codierer **20** den Nebenkandaten **18b** und den Hauptkandaten **18a**, wie es durch die durchgezogenen Linien zwischen Sourcecodierer **20** und Redundanzcodierer **22** dargestellt ist. Alternativ kann jedoch der Sourcecodierer so ausgebildet sein, dass er nur eine einzige Version liefert, die dann, wie es durch die gestrichelte Linie zwischen dem Block **20** und dem Block **22** dargestellt, in den Redundanz-Codierer **22** eingespeist wird, welcher dann, beispielsweise durch unterschiedliche Redundanzcodierung, die sich durch unterschiedliche Coderaten widerspiegelt, ausgangsseitig den Nebenkandaten **18b** und den Hauptkandaten **18a** erzeugt, wie es durch die durchgezogenen Linien zwischen dem Block **22** und dem Block **24** dargestellt ist. Alternativ könnte der Redundanz-Codierer jedoch ebenfalls ausgebildet sein, um ausgangsseitig nur einen einzigen Redundanzcodierten Datenstrom zu erzeugen, welcher, wie es durch die gestrichelte Linie zwischen Block **22** und Block **24** dargestellt ist, in den Mapper **24** eingespeist wird, der dann unter Verwendung unterschiedlicher Mapping-Regeln den Hauptkandaten **18a** und den Nebenkandaten **18b** erzeugt.

[0030] Alternativ kann der Mapper **24** auch einen einzigen Ausgangsdatenstrom erzeugen und diesen dem Modulierer **26** zuführen, der z. B. ein FDMA, TDMA oder CDMA-Modulationsverfahren durchführt, also eines der bekannten Frequenzmultiplex-, Zeitmultiplex- oder Codemultiplex-Verfahren oder eine Kombination dieser Verfahren, wie es in der Technik bekannt ist. Je nach Implementierung kann der Modulierer ausgangsseitig ein einziges Signal liefern, das dann sowohl Hauptkandaten als auch Nebenkandaten bereits in einem einzigen Datenstrom umfassen würde, oder der Modulierer kann den Nebenkandaten und den Hauptkandaten als getrennte Datenströme liefern, welche dann im Sender **12** miteinander kombiniert werden, bevor dann ein einziges Antennensignal ausgestrahlt wird, das jedoch beide Kanäle umfasst.

[0031] Prinzipiell ist es ausreichend, dass in einem der Blöcke **20**, **22**, **24**, **26** unterschiedliche Kanäle mit unterschiedlichen Robustheiten erzeugt werden. Es können jedoch auch verschiedene unterschiedliche

Robustheiten kumuliert werden. So kann beispielsweise der von dem Redundanz-Codierer **22** erzeugte Nebenkandaten, der per se schon Fehler-resistenter aufgrund der größeren Redundanz ist, zusätzlich im Mapper einer Mapping-Regel unterzogen werden, die robuster als eine andere Mapping-Regel ist, mit der der Hauptkandaten beaufschlagt werden kann, wobei zusätzlich noch im Modulierer für den Nebenkandaten ein fehlerresistenteres Modulationsverfahren eingesetzt werden kann, als für den Hauptkandaten.

[0032] Erfindungsgemäß wird es allerdings bevorzugt, dass der Source-Codierer **20** bereits zwei unterschiedliche Ausgangsdatenströme erzeugt, wobei der Nebenkandaten eine niedrige Bitrate hat und der Hauptkandaten eine hohe Bitrate hat, welche dann durch eine Kombination der Blöcke **22**, **24**, **26** bearbeitet werden können, oder welche z. B. nur durch den Redundanzcodierer **22** eine unterschiedliche Robustheit bekommen, wobei der Redundanzcodierer dann ausgangsseitig bereits beide Datenströme nach einer bestimmten Vorschrift vereinigt, so dass in den Mapper **24** nur noch ein Datenstrom eintritt und ein Datenstrom austritt. Alternativ könnte jedoch der Redundanzcodierer einfach beide eingangsseitigen Datenströme mit derselben Coderate verarbeiten, wobei dann der Mapper oder der Modulierer die unterschiedlichere Robustheit der beiden Datenkanäle erzeugen würde.

[0033] Unterschiedliche Robustheiten im Redundanz-Codierer können erfindungsgemäß erreicht werden, indem z. B. ein Reed-Solomon-Code oder ein FEC-Code z. B. mit rückgekoppelten Schieberegistern eingesetzt wird, welcher ein bestimmtes Generator-Polynom hat und mit oder ohne Puncturing arbeitet. Die Coderate beschreibt die Anzahl der Ausgangsbits für eine bestimmte Anzahl von Eingangsbits und ist aufgrund der Redundanz-Hinzufügung immer kleiner als 1. Für den Nebenkandaten kann eine Coderate kleiner als 0,5 verwendet werden, während für den Hauptkandaten eine Coderate größer oder gleich 0,5 eingesetzt werden kann.

[0034] Bezüglich des Mappers **24** können für den Hauptkandaten und den Nebenkandaten unterschiedliche Mapping-Regeln eingesetzt werden. Eine Mapping-Regel hat eine bestimmte Anzahl von Symbolen in der komplexen Ebene, wobei für ein QPSK-Mapping lediglich vier Symbole in der komplexen Ebene existieren, während für ein 16-QAM-Mapping beispielsweise 16 Symbole in der komplexen Ebene existieren. Dies bedeutet, dass ein Decodierer bei QPSK lediglich zwischen vier unterschiedlichen Symbolen unterscheiden muss, während ein Decodierer bei 16-QAM bereits zwischen 16 verschiedenen Symbolen unterscheiden muss. Das minimale SNR für ein QPSK-Mapping ist somit deutlich niedriger als das minimale SNR für ein 16-QAM-Mapping. Allerdings werden pro Modulationssymbol bei einem

16-QAM-Mapping vier Datenbits übertragen, während bei OPSK pro Symbol lediglich zwei Datenbits übertragen werden. Auf die Robustheit gegenüber Übertragungskanaleinflüssen hat das Mapping einen hohen Einfluss.

[0035] Alternative Modulationsverfahren können ebenfalls eingesetzt werden, wie beispielsweise DPSK oder 8-QAM. Auch hierarchische Modulationsverfahren, bei denen einer QPSK z. B. eine 16-QAM überlagert ist, können für die verschiedenen Kanäle implementiert werden. So kann auch für den Hauptkanal 64 QAM eingesetzt werden und für den Nebenkana1 16 QAM eingesetzt werden.

[0036] Auch im Modulierer **26** können unterschiedliche Robustheiten erzeugt werden, wenn z. B. für eine CDMA-Modulation unterschiedlich lange Codesequenzen eingesetzt werden für den Nebenkana1 bzw. für den Hauptkana1, oder wenn bei einer FDMA-Modulation für die unterschiedlichen Kanäle unterschiedliche Frequenzbandbreiten eingesetzt werden, oder bei einer CDMA-Modulation unterschiedlich lange Time-Slots eingesetzt werden.

[0037] Nachfolgend wird auf bevorzugte Implementierungen des Source-Codierers **20** von [Fig. 2](#) eingegangen. Je nach Implementierung kann der Source-Codierer von [Fig. 2](#) einen Audio-Codierer **30** und einen parallel geschalteten Sprachcodierer **32** umfassen. Eine Verzögerung ist zwischen den Audiocodierer **30** und einen Kombinerer, wie beispielsweise einen Multiplexer **34** geschaltet, wobei die Verzögerungseinrichtung mit **36** bezeichnet ist. Sie kann z. B. als FIFO-Speicher ausgebildet sein, der so dimensioniert ist, dass mehr als 10 Sekunden, vorzugsweise mehr als 20 Sekunden und insbesondere mehr als 30 Sekunden Daten gespeichert werden. Die Verzögerungseinrichtung **36** speist also den MSC-Eingang des Kombinerers **34**, während der Sprachcodierer **32** bei dieser Implementierung den SDC-Eingang des Kombinerers speist. Selbstverständlich können auch zusätzliche Verzögerungen sowohl im Hauptkana1 als auch im Nebenkana1 **18a**, **18b** vorhanden sein, solange die Verzögerungen im Hauptkana1 größer als die Verzögerungen im Nebenkana1 sind. Insbesondere beträgt die Datenrate im MSC, der der Media-Service-Channel ist, 14,5 kb/s, während die Datenrate im Nebenkana1, der der SDC bzw. Service Description Channel ist, bei 1 kb/s liegt.

[0038] Andere Datenraten sind ebenfalls möglich, wobei insbesondere Verhältnisse zwischen MSC und SDC bzw. zwischen Hauptkana1 und Nebenkana1 von < 2 , insbesondere < 5 und spezieller < 10 bevorzugt werden.

[0039] Bei dem in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsbeispiel ist somit der Codierer **8**, der den Hauptkana1 **18a** erzeugt, ein Audiocodierer und separat vom Co-

dierer **32** ausgebildet, der den Nebenkana1 **18b** erzeugt und lediglich als Sprachcodierer ausgebildet ist. Der Sprach-Codierer **32** kann komplette Sprach-Codierer-Rahmen liefern. Er kann jedoch alternativ auch lediglich Koeffizienten als Nebenkana1 ausgeben, die zur Beschreibung der spektralen Einhüllenden (spectral envelope) dienen. Insbesondere wird der Sprachcodierer **32** so ausgebildet sein, dass die Koeffizienten zur Beschreibung der spektralen Einhüllenden so fein quantisiert und so oft übertragen werden, dass auf Empfängerseite unter Verwendung dieser Information eine Sprachverständlichkeit erreicht wird. Wenn der Sprach-Codierer als LPC-Codierer ausgeführt ist, wird es bevorzugt, die LPC-Koeffizienten, die vom Sprachcodierer berechnet worden sind, zu übertragen oder wird es bevorzugt, Koeffizienten zu übertragen, die aus den LPC-Koeffizienten (LPC = linear predictive coding) abgeleitet sind. Koeffizienten, die aus LPC-Koeffizienten abgeleitet sind, sind beispielsweise quantisierte oder differenzcodierte (Delta-codierte) Koeffizienten, wie es bei **40** und **42** in [Fig. 4](#) angedeutet ist.

[0040] Alternativ kann der Source-Codierer **20** von [Fig. 20](#) auch so ausgebildet sein, wie es in [Fig. 4](#) gezeigt. Ein solcher Codierer wird beispielsweise gemäß MPEG-4 oder MPEG-1, Layer III (MP3) verwendet. Durch eine Filterbank **41** wird das Informationssignal **16** in eine spektrale Darstellung überführt, die einem Quantisierer **43** zugeführt wird. Die Filterbank **41** kann hierbei eine Subband-Filterbank mit z. B. 16 oder 32 Filterbank-Kanälen sein, oder kann eine MDCT-Filterbank mit z. B. 512 Koeffizienten oder 1024 Koeffizienten sein, wobei auch eine Overlap-And-Add-Funktionalität für das Time-Domgin-Aliasing-Cancellation (TDAC) in einem entsprechenden Decodierer einzusetzen ist.

[0041] Das von der Filterbank **41** ausgegebene Spektrum bzw. die von der Filterbank **41** ausgegebene spektrale Darstellung wird in dem Quantisierer **43** quantisiert. Der Quantisierer **43** wird von einem psychoakustischen Modell **44** gesteuert, das ausgebildet ist, um die psychoakustische Maskierungsschwelle pro Band zu berechnen, und um die Quantisierung so grob zu machen, dass das Quantisierungsrauschen unterhalb der Maskierungsschwelle liegt. Die quantisierten Spektralwerte, die vom Quantisierer **43** ausgegeben werden, werden einem Huffman-Codierer **45** zugeführt. Es sei darauf hingewiesen, dass der Quantisierer **43** nicht nur quantisierte Spektralwerte, sondern auch Skalenfaktoren ausrechnet, die die spektrale Grobstruktur der spektralen Darstellung wiedergeben. Dagegen ist die spektrale Feinstruktur in den quantisierten Spektralwerten enthalten.

[0042] Zur Huffman-Codierung verwendet der Huffman-Codierer **45** eine Vielzahl von vordefinierten Codebüchern, wobei gemäß dem MPEG-AAC-Standard zwölf verschiedene Code-Tabellen eingesetzt

werden, die sich alle in dem Wertebereich der Elemente bzw. Spektralwerte oder Gruppen von Spektralwerten unterscheiden, die durch die Codetabelle codiert werden. Jede Codetabelle wird durch ihre Codetabellennummer identifiziert, welche ebenso wie die Skalenfaktoren einem Bitstromformatierer **46** zugeführt werden und auf Decodierseite benötigt werden, um mit der richtigen Codetabelle eine Decodierung durchzuführen.

[0043] Der vom Bitstromformatierer **46** erzeugte Ausgangsdatenstrom stellt dann den Hauptkanal dar, während der Nebkanal unter Verwendung eines Nebkanal-Selektors **47** erzeugt wird. Der Nebkanal-Selektor ist ausgebildet, um einen bestimmten Anteil der Daten, die in den Hauptkanal kommen, zu selektieren, um aus diesen Daten den Nebkanal zu bestücken. Je weniger Daten selektiert werden, umso geringer wird die Datenrate im Nebkanal, was aus Gründen eines verantwortlichen Umgangs mit der Übertragungsbandbreite erstrebenswert ist. Allerdings ist ein gewisses Mindestmaß an Daten nötig, um auf Empfängerseite nicht nur ein farbiges Rauschen zu erzeugen, sondern besser zu sein, um z. B. eine Sprachverständlichkeit herbeizuführen. Zu diesem Zweck werden die Skalenfaktoren und/oder die Codetabellen-Nummern je nach Eignung und Notwendigkeit einer Delta-Codierung **40** und einer anschließenden Huffman-Codierung **42** zugeführt. Für die Codetabellen-Nummern wird eine Delta-Codierung nicht so geeignet sein. Allerdings kann durch eine Delta-Codierung von Skalenfaktoren eine weitere Redundanzreduktion erreicht werden. Die quantisierten Spektralwerte werden im Nebkanal nicht übertragen. Es wird also die spektrale Feinstruktur im Nebkanal nicht übertragen. Dort befindet sich nur die spektrale Grobstruktur.

[0044] Je nach Implementierung können die Nebkanaldaten somit von einem niederratigen Sprachcodierer oder von einem niederratigen Audio-codierer stammen. So können sogar ein Teil oder auch alle Koeffizienten des Nebkanals aus Koeffizienten des Codierers des Hauptkanals stammen. Insbesondere dann, wenn der Hauptcodierer ein Teilband-basierter Audio-codierer ist, wird es bevorzugt, die Koeffizienten des Codierers des Hauptkanals, die die Skalenfaktoren darstellen, in den Nebkanal zu selektieren. Je nach Implementierung kann jedoch auch als Selektionsdaten auf die Indizes für die Huffman-Codebooks zurückgegriffen werden.

[0045] Insbesondere sei darauf hingewiesen, dass, wie es auch in [Fig. 1](#) angedeutet ist, weitere Nebkanäle **18c** eingesetzt werden können, die mit verschiedenen Zeitversätzen und/oder verschiedenen Robustheiten für die Übertragung ausgestattet sein können.

[0046] [Fig. 5](#) zeigt eine spezielle Implementierung

einer Vorrichtung zum Erzeugen eines decodierten Signals gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die in [Fig. 5](#) gezeigte Vorrichtung umfasst eine Empfängerstufe **50**, die z. B. mit einer Empfangsantenne, die in [Fig. 5](#) nicht gezeigt ist, gekoppelt sein kann. Dann enthält die Empfängerstufe **50** ein typisches Receiver-Front-End, mit beispielsweise einem Down-Mixer mit gekoppeltem Lokaloszillator, um das übertragene Spektrum in das Basisband bzw. in ein Zwischenfrequenz-Band herunterzumischen.

[0047] Das Empfangssignal, das von der Empfänger-Stufe **50** empfangen wird, umfasst einen Hauptkanal und einen Nebkanal, welche separat voneinander decodierbar sind. Insbesondere ist ein minimales Signal/Rausch-Verhältnis, das zum Decodieren des Nebkanals benötigt wird, kleiner als ein minimales Signal/Rausch-Verhältnis, das zum Decodieren des Hauptkanals nötig ist. Der Nebkanal ist also robuster gegenüber Übertragungseigenschaften des Übertragungskanals als der Hauptkanal.

[0048] Dem Empfänger nachgeschaltet ist je nach Implementierung eine Kanaltrennstufe **51**, um bereits auf HF-Seite den Nebkanal vom Hauptkanal zu trennen. Je nach Implementierung kann diese Funktionalität jedoch auch in einem Decodierer **52** integriert sein, welcher mit dem Empfänger direkt gekoppelt ist, und welcher den Hauptkanal getrennt von dem Nebkanal erzeugt. Das erfindungsgemäße Rundfunkteilnehmergerät, wie es in [Fig. 5](#) gezeigt ist, umfasst ferner einen Qualitätsüberwacher **53**, der ausgebildet ist, um eine Empfangsqualität abzuschätzen. Hierbei kann ein Qualitätsüberwacher auf verschiedene Signale zurückgreifen, die schematisch durch die durchgezogene bzw. gestrichelte Linie in [Fig. 5](#) angedeutet sind. Der Qualitätsüberwacher **53** kann den Hauptkanal vor dem Decodieren bzw. vor einer möglicherweise dort verwendeten Verzögerung oder nach einer dort verwendeten Verzögerung überwachen. Der Qualitätsüberwacher **53** kann jedoch alternativ oder zusätzlich auch Ausgangsdaten des Decodierers und/oder bestimmte Zwischendaten, die beim Decodieren anfallen, bzw. Decodierer-Ausgangsinformationen verwenden. Stellt der Decodierer beispielsweise bereits bei der Huffman-Decodierung fest, dass eine bestimmte Anzahl von ungültigen Codewörtern existiert, so deutet dies bereits auf eine schlechte Empfangsqualität hin, was der Qualitätsüberwachungseinrichtung **53** mitgeteilt wird.

[0049] Die Qualitätsüberwachungseinrichtung **53** ist ausgebildet, um dann, wenn eine Empfangsqualität festgestellt wird, die geringer als eine Empfangsqualitätsquelle ist, ein Umschaltsignal zu liefern, das im allgemeinsten Fall dem Decodierer **52** zugeführt wird, welcher dann von einer Wiedergabe des Hauptkanals auf eine Wiedergabe des Nebkanals umschalten wird.

[0050] Der Umschalter, der z. B. im Decodierer **52** enthalten ist, oder auch separat ausgebildet sein kann, ist somit durch den Qualitätsüberwacher steuerbar, um als decodiertes Signal den Nebenzugkanal zu liefern, wenn die Empfangsqualität kleiner als eine Schwellenqualität ist, und um als decodiertes Signal den Hauptkanal zu liefern, wenn die Empfangsqualität größer oder gleich der Schwellenqualität ist.

[0051] Nachfolgend wird bezugnehmend auf [Fig. 6](#) eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemäßen Empfängers dargestellt. Die Funktionalität der Elemente **51**, **52**, **53** werden in [Fig. 6](#) durch alternative bzw. durch zusätzliche Elemente implementiert, während die Verzögerung **54** von [Fig. 5](#), die verwendet wird, um den Nebenzugkanal bezüglich des Hauptkanals zu verzögern, um also die Endcodierer-seitige Verzögerung wieder wett zu machen, in [Fig. 6](#) nicht mehr dargestellt ist. Es sei darauf hingewiesen, dass die Verzögerung zwischen beliebigen Blöcken eingebaut werden kann, um sicherzustellen, dass dann, wenn z. B. ein Totalausfall stattfindet, wenigstens noch gemäß den in der Verzögerungseinrichtung gespeicherten Daten eine Datenausgabe allein mit den im Decodierer bereits gespeicherten Daten durchgeführt werden kann.

[0052] In [Fig. 6](#) ist der Empfängerstufe **50** von [Fig. 5](#) ein Demodulator **60** nachgeschaltet, der eine Demodulation des zugrundeliegenden Modulationsverfahrens, wie beispielsweise eines TDMA, FDMA oder CDMA-Verfahrens durchführen kann. Hierauf kann je nach Implementierung ein Demapper **61** nachgeschaltet werden, welcher typischerweise mit Soft-Informationen arbeiten wird, um die Modulationssymbole in Bits zurückzumappen. Die durch Soft-Informationen dargestellten Bits werden einem Kanaldecodierer **62** zugeführt, welcher beispielsweise als Viterbi-Decodierer oder als Reed-Solomon-Decodierer ausgebildet sein kann. Der Kanal-Decodierer **62** basiert darauf, dass auf Codierer-Seite durch den Redundanz-Codierer **22** Redundanz eingeführt worden ist, die zu Zwecken der verbesserten Empfangsqualität bzw. der reduzierten Bitfehlerrate auf Decodiererseite vom Kanaldecodierer ausgenutzt wird. Die Ausgangsdaten des Kanaldecodierers werden einem Source-Decodierer **63** zugeführt, welcher das Gegenstück des Encodierer-seitigen Source-Codierers sein wird, und welche insbesondere, wenn der [Fig. 4](#)-Codierer betrachtet wird, zunächst einen Bitstrom-Deformatter, einen nachgeschalteten Huffman-Decodierer, einen wiederum nachgeschalteten Re-Quantisierer und schließlich eine Synthese-Filterbank haben wird, um ein decodiertes Audiosignal zu erzeugen.

[0053] Empfängt der Source-Decodierer **63** Hauptkanal-Daten, so hat er alle zur Decodierung benötigten Daten einschließlich der spektralen Feinstruktur, und es wird eine hochqualitative Ausgabe erreicht.

Wenn allerdings nur Nebenzugkanal-Daten übertragen werden, wie beispielsweise die spektrale Hüllkurve des ursprünglichen Informationssignals, so wird der Source-Decodierer beispielsweise eine Signalsynthese vornehmen, wobei die spektrale Feinstruktur synthetisiert wird und mit den übertragenen Daten der spektralen Grobstruktur gewichtet wird, derart, dass ein synthetisiertes Spektrum erzeugt wird, welches dann der Synthese-Filterbank zugeführt wird, um ein decodiertes Audiosignal zu erzeugen, das wenigstens noch eine Sprachverständlichkeit hat. Entsprechend kann vorgegangen werden, wenn Skalenfaktoren und/oder Codetabellenindizes übertragen werden. In diesem Fall werden sämtliche übertragenen Daten gemäß ihrem ursprünglichen Zweck eingesetzt, während die nicht-übertragenen Daten synthetisiert werden, beispielsweise durch die synthetische Erzeugung von Spektralwerten, die in einem Skalenfaktorband zusammen betrachtet so gewichtet werden, dass eine bestimmte Energieverteilung in dem Band erreicht wird, wobei die absolute Energie ohnehin durch den Skalenfaktor wesentlich bestimmt ist, der direkt im Nebenzugkanal-Datenstrom übertragen worden ist.

[0054] Alternativ kann der Nebenzugkanal-Datenstrom auch eine Bandbegrenzte Darstellung (z. B. bis 4 kHz) der Ursprungsdaten sein, so dass sich der Nebenzugkanal und der Hauptkanal lediglich in ihrer Bandbreite unterscheiden. In diesem Fall würde der Decodierer für den Nebenzugkanal-Daten keine weiteren Spektralwerte synthetisieren, sondern würde einfach das schmalbandige Signal erzeugen, wie es ist.

[0055] Ist der Nebenzugkanal-Datenstrom dagegen das Ausgangssignal eines Sprachcodierers, wie beispielsweise eines CELP-Codierers, wie er bei GSM eingesetzt wird, so umfasst der erfindungsgemäße Rundfunkempfänger auch einen GSM-Sprachdecodierer, um die Nebenzugkanal-Daten zu erzeugen, wenn die Empfangsqualitätsschwelle unterschritten wird.

[0056] Der Qualitätsüberwacher **53** in [Fig. 6](#) kann von verschiedenen Stellen in der Verarbeitungskette mit Informationen über die Empfangsqualität versorgt werden. Der Qualitätsüberwacher **53** wird jedoch vorzugsweise direkt von einem in einem Rundfunkempfänger ohnehin typischerweise vorhandenen Kanalschätzer **64** gespeist, welcher ausgebildet ist, um mit oder ohne Pilottöne den drahtlosen Übertragungskanal zu schätzen. Je nach Implementierung des Kanalschätzers liefert dieser z. B. bereits ein SNR, welches dann durch den Qualitätsüberwacher **53** nur noch mit der Schwelle zu vergleichen ist, um ein Steuersignal **65** zu erzeugen, das einen Umschalter **66** ansteuert, um entweder den Hauptkanal oder den Nebenzugkanal auszugeben.

[0057] Bei der in [Fig. 6](#) gezeigten Darstellung wurde davon ausgegangen, dass der Source-Decodierer

immer parallel sowohl Hauptkanal als auch Nebenkanal ausgibt und zwar bereits mit kompensierter Verzögerung. Dies hat den Vorteil, dass dann, wenn die Empfangsqualität unterschritten wird, einfach im Umschalter **66** umgeschaltet werden muss, dass das decodierte Nebenkanal-Signal also bereits vorliegt. Alternativ kann jedoch auch zum Stromsparen insbesondere in mobilen Geräten lediglich nur der Hauptkanal heraus separiert werden, um decodiert zu werden, wobei mit einer Decodierung des Nebenkanals nur dann begonnen wird, wenn die Empfangsqualität unter die Schwelle geht. Dies hat den Vorteil, dass am Ausgang des Source-Decodierers immer nur ein Signal fertig anliegt und somit für das zweite Signal, also z. B. für den Hauptkanal im Extrem-Betrieb oder für den Nebenkanal im Normalbetrieb keine Prozessor-Ressourcen oder Batterie-Ressourcen benötigt werden. Insofern ist der Umschalter **66** auch schematisch zu sehen, da er in die Funktionalität des Decodierers bereits integriert sein kann und prinzipiell auch an jeder beliebigen Stelle existieren kann, wo der Hauptkanal und der Nebenkanal bereits separat vorliegen. Liegen nämlich z. B. Hauptkanal und Nebenkanal bereits am Ausgang des Demappers **61** vor, so kann der Umschalter **66** bereits dort angeordnet sein, um entweder den Hauptkanal oder den Nebenkanal in den nachgeschalteten Kanal-Decodierer einzuspeisen.

[0058] Im Hinblick auf die Qualitätsüberwachung **53** sei darauf hingewiesen, dass dann, wenn nicht auf den Kanalschätzer **64** zugegriffen wird oder wenn zusätzliche Daten über die Empfangsqualität gewünscht sind, an jeder Stelle auf den Hauptkanal oder auf das kombinierte Hauptkanal/Nebenkanal-Signal zugegriffen werden kann, um einen Eindruck über die aktuelle Empfangsqualität und insbesondere über die Empfangsqualität des Hauptkanals zu erhalten.

[0059] Nachfolgend wird bezugnehmend auf [Fig. 7](#) eine prinzipielle Ablaufskizze gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung auf Empfängerseite dargestellt. Es wird davon ausgegangen, dass gerade eine Wiedergabe des Hauptkanals stattfindet, wie es im Schritt **70** angedeutet ist. Parallel zur Wiedergabe des Hauptkanals in Schritt **70** findet eine Beurteilung der Qualität des Hauptkanals im Schritt **72** statt. Alternativ oder zusätzlich kann selbstverständlich, wie es bezugnehmend auf [Fig. 6](#) dargestellt worden ist, auch die Empfangsqualität allgemein, also ohne direkten Bezug auf den Hauptkanal beurteilt werden, beispielsweise wenn auf einen Kanalschätzer, der mit oder ohne Pilotöne arbeitet, zurückgegriffen wird.

[0060] Lediglich der Übersichtlichkeit halber wird in [Fig. 7](#) von einer „Qualität des Hauptkanals“ gesprochen, die beurteilt wird. Liegt die Qualität, die in Block **72** beurteilt wird, über der Schwelle, so wird mit der Wiedergabe des Hauptkanals im Schritt **70** fortgefah-

ren. Wird jedoch festgestellt, dass die Qualität unter der Schwelle ist, so wird auf den Nebenkanal umgeschaltet, wie es in Schritt **74** gezeigt ist. Hierauf wird der Nebenkanal wiedergegeben, wie dies in Schritt **76** angedeutet ist. Parallel oder anschließend findet eine Beurteilung der Qualität des Hauptkanals oder allgemein der Empfangsqualität statt, wie es bei **78** dargestellt ist, wobei der Schritt **78** identisch zum Schritt **72** implementiert sein kann. Unterschiede bestehen lediglich darin, dass dort eine Qualität beurteilt wird, die nicht die Qualität des gerade wiedergegebenen Kanals ist. Wird im Feld **78** festgestellt, dass die Qualität unter der Schwelle ist, wird mit der Wiedergabe des Nebenkanals fortgefahren. Wird dagegen im Schritt **78** festgestellt, dass die Qualität über der Schwelle ist, wird auf den Hauptkanal umgeschaltet, wie es in Schritt **79** dargestellt ist.

[0061] Wenn das Signal ein Video-Signal ist, so kann der Nebenkanal eine downgesampelte Version des Hauptkanals sein. Die Dezimierung von Daten erfolgt durch räumliche Dezimierung z. B. jedes zweiten Pixels pro Bild vertikal und horizontal und/oder durch zeitliche Dezimierung z. B. jedes zweiten Bilds einer Sequenz oder durch sonstige Dezimierungsmaßnahmen.

[0062] Abhängig von den Gegebenheiten kann das erfindungsgemäße Verfahren in Hardware oder in Software implementiert werden. Die Implementierung kann auf einem digitalen Speichermedium, insbesondere einer Diskette oder CD mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen erfolgen, die so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass das Verfahren ausgeführt wird. Allgemein besteht die Erfindung somit auch in einem Computer-Programm-Produkt mit einem auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn das Computer-Programm-Produkt auf einem Rechner abläuft. In anderen Worten ausgedrückt kann die Erfindung somit als ein Computer-Programm mit einem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens realisiert werden, wenn das Computer-Programm auf einem Computer abläuft.

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

- US 6842724 B1 [[0004](#)]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugen eines zu sendenden Signals, mit folgenden Merkmalen: einem Codierer (**14**) zum Erzeugen eines codierten Signals aus einem Informationssignal (**16**), wobei der Codierer (**14**) ausgebildet ist, um einen Hauptkanal (**18a**) und einen Nebenkana (**18b**) zu erzeugen, die separat voneinander decodierbar sind und das Informationssignal darstellen, und um den Hauptkanal (**18a**) und den Nebenkana (**18b**) so zu erzeugen, dass der Nebenkana gegenüber Übertragungskanaleinflüssen robuster ist als der Hauptkanal (**18a**).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Codierer (**14**) ausgebildet ist, um den Nebenkana (**18b**) so zu erzeugen, dass er eine qualitativ schlechtere Darstellung des Informationssignals ist als der Hauptkanal (**18a**).

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der Codierer (**14**) ausgebildet ist, um eine verlustbehaftete Datenkompression mit dem Informationssignal (**16**) durchzuführen, wobei ein Kompressionsfaktor bei einer Erzeugung des Nebenkana (**18b**) höher ist als bei einer Erzeugung des Hauptkana (**18a**), oder bei dem für den Hauptkanal eine verlustlose Datenkompression durchführbar ist, während für den Nebenkana eine verlustbehaftete Datenkompression durchführbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Codierer (**14**) ausgebildet ist, um den Nebenkana (**18b**) zu erzeugen, dass er eine niedrigere Bitrate zur Übertragung benötigt als der Hauptkanal (**18a**).

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Codierer (**14**) einen Quellencodierer (**20**) und einen nachgeschalteten Redundanzcodierer (**22**) aufweist, wobei der Redundanzcodierer (**22**) ausgebildet ist, um den Hauptkanal (**18a**) mit einer ersten Coderate zu erzeugen und den Nebenkana mit einer zweiten Coderate zu erzeugen, die kleiner ist als die erste Coderate, wobei die Coderaten kleiner als 1 sind und durch das Verhältnis einer Anzahl von Eingabebits zu einer Anzahl von aus den Eingabebits abgeleiteten Ausgabebits definiert sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Codierer (**14**) einen Mapper (**24**) aufweist, der ausgebildet ist, um unter Verwendung einer ersten Mapping-Regel den Hauptkanal (**18a**) zu erzeugen und unter Verwendung einer zweiten Mapping-Regel den Nebenkana (**18b**) zu erzeugen, wobei ein Signal/Rausch-Verhältnis zum Decodieren des Hauptkana (**18a**) größer ist als ein Signal/Rausch-Verhältnis zum Decodieren des Ne-

benkana (**18b**).

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, bei der die zweite Mapping-Regel mehr unterschiedliche Mapping-Zustände definiert als die erste Mapping-Regel.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, bei der ein Mapping-Zustand der zweiten Mapping-Regel mehr Bits repräsentiert als ein Mapping-Zustand der ersten Mapping-Regel.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der folgende Merkmalen aufweist: einen Modulierer (**26**) zum Modulieren von Informationen des Hauptkana und des Nebenkana auf eine Mehrzahl von Signalträgern, wobei die Signalträger Frequenzträger, Zeitträger und/oder Codeträger in einem FDMA, TDMA und/oder CDMA-System sind.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Codierer (**14**) einen Quellencodierer (**20**) aufweist, der einen Sprachcodierer (**32**) zum Erzeugen des Nebenkana (**18b**) und einen Audiocodierer (**30**) zum Erzeugen des Hauptkana aufweist, wobei der Audiocodierer mehr Bits für eine gegebene zeitliche Länge des Informationssignals (**16**) als der Sprachcodierer benötigt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der der Codierer (**14**) ein Quellencodierer ist, der ausgebildet ist, um eine Zeitbereich/Spektralbereichs-Umwandlung (**41**) durchzuführen, und der zur Erzeugung der Nebenkana Koeffizienten eine Beschreibung einer spektralen Einhüllenden liefert, die wenigstens so fein quantisiert ist und wenigstens so oft übertragen wird, dass auf Decodierseite bei einem gegebenen Signal/Rauschverhältnis eine Sprachverständlichkeit über 50% der insgesamt übertragenen Wörter erreichbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei der die Koeffizienten LPC-Koeffizienten sind oder aus LPC-Koeffizienten hergeleitet sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der der Codierer einen Quellencodierer (**20**) aufweist, der ausgebildet ist, um sowohl den Hauptkanal (**18a**) als auch den Nebenkana (**18b**) zu erzeugen, wobei der Quellencodierer (**20**) ferner einen Selektor (**47**) aufweist, um einen Teil der durch den Quellencodierer erzeugten Daten zu selektieren, um unter Verwendung dieser Daten den Nebenkana (**18b**) zu bilden.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, bei der Codierer (**14**) einen Subband-basierten Audiocodierer aufweist, und bei der der Selektor (**47**) ausgebildet ist, um pro Band vorliegende Skalenfaktoren zu selektieren.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, bei der der Codierer (**14**) einen Subband-basierten Audiocodierer aufweist, der ausgebildet ist, um quantisierte Spektralwerte unter Verwendung verschiedener Codebücher zu codieren, wobei die Codebücher unterschiedlich große Wertebereiche von quantisierten Spektralwerten darstellen, und wobei Codebuch-Indizes erzeugt werden, die die für die quantisierten Spektralwerte jeweils verwendeten Codebücher repräsentieren, und wobei der Selektor (**47**) ausgebildet ist, um die Codebuchindizes zu selektieren.

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die ausgebildet ist, um einen DAB- oder DRM-Sender zu speisen, oder um ein Paket-orientiertes Datennetz zu speisen.

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Codierer (**14**) ausgebildet ist, um einen weiteren Nebkanal (**18c**) mit unterschiedlichem Zeitversatz und/oder unterschiedlicher Robustheit gegenüber Kanaleinflüssen zu erzeugen, welcher ebenfalls separat von dem Hauptkanal (**18a**) und von dem Nebkanal (**18b**) decodierbar ist.

18. Vorrichtung zum Erzeugen eines decodierten Signals, mit folgenden Merkmalen:
 einem Empfänger (**50**) zum Empfangen eines Empfangssignals, das einen Hauptkanal und einen Nebkanal aufweist, die separat voneinander decodierbar sind, wobei ein minimales Signal/Rauschverhältnis zum Decodieren des Nebkanals kleiner als ein minimales Signal/Rauschverhältnis zum Decodieren des Hauptkanals ist;
 einem Decodierer (**52**) zum Erzeugen eines von dem Nebkanal getrennten Hauptkanals;
 einem Qualitätsüberwacher (**53**) zum Abschätzen einer Empfangsqualität; und
 einem Umschalter (**66**), der durch den Qualitätsüberwacher (**53**) steuerbar ist, um als decodiertes Signal den Nebkanal zu liefern, wenn die Empfangsqualität kleiner als eine Schwellenqualität ist, und um als decodiertes Signal den Hauptkanal zu liefern, wenn die Empfangsqualität größer oder gleich der Schwellenqualität ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, die einen Kanalschätzer (**64**) zum Schätzen eines Übertragungskanals mit oder ohne Pilotsymbole aufweist, und bei der Kanalschätzer (**64**) ausgebildet ist, um den Qualitätsüberwacher (**53**) mit Kanaldaten zu versorgen.

20. Decodierer nach Anspruch 18 oder Anspruch 19, der einen Demodulierer (**60**) aufweist, wobei der Qualitätsüberwacher (**53**) ausgebildet ist, um Daten vor oder nach dem Demodulierer zur Qualitätsüberwachung auszuwerten.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, bei der ferner ein Demapper (**61**) ausgebildet ist,

und bei der der Qualitätsüberwacher (**53**) ausgebildet ist, um ein Ausgangssignal des Demappers (**61**) zur Qualitätsüberwachung auszuwerten.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, bei der der Decodierer ferner einen Kanaldecodierer (**62**) aufweist, und bei dem der Qualitätsüberwacher (**53**) ausgebildet ist, um Kanaldecodierer-Ausgangsdaten zur Qualitätsüberwachung zu verwenden.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, bei der der Qualitätsüberwacher (**53**) ausgebildet ist, um die Qualitätsüberwachung unter Verwendung des Hauptkanals durchzuführen.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 23, bei der der Decodierer einen Source-Decodierer (**63**) aufweist, der ausgebildet ist, um ungültige Codewörter, die quantisierte Werte darstellen, zu erkennen, und bei dem der Qualitätsüberwacher (**53**) ausgebildet ist, um auf der Basis einer Anzahl von erfassten ungültigen Codewörtern eine Qualitätsüberwachung durchzuführen.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 24, bei der der Nebkanal Skalenfaktoren umfasst, die Energien pro unterschiedlichen Teilbändern eines Informationssignals darstellen, und bei der der Decodierer (**52**) einen Quellendecodierer aufweist, der ausgebildet ist, um zum Erzeugen des Nebkanals Spektralwerte in Subbändern, für die Skalenfaktoren im Nebkanal übertragen worden sind, zu synthetisieren und die synthetisierten Spektralwerte unter Verwendung der übertragenen Skalenfaktoren zu gewichten.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 25, bei der der Nebkanal Codebuch-Indizes von Codebüchern aufweist, die zum Encodieren des Hauptkanals verwendet worden sind, wobei die Codebücher Werte aus unterschiedlichen Wertebereichen darstellen, und wobei der Decodierer (**52**) einen Source-Decodierer (**63**) aufweist, der ausgebildet ist, um unter Verwendung der Codebuch-Indizes Codewörter zu synthetisieren, wobei zu jedem Codebuch-Index nur ein Codewort synthetisiert wird, das zu dem Wertebereich gehört, den das durch den Codebuchindex indizierte Codebuch repräsentiert.

27. Verfahren zum Erzeugen eines zu sendenden Signals, mit folgenden Schritten:
 Erzeugen (**14**) eines codierten Signals aus einem Informationssignal (**1**) 6, wobei der Codierer (**14**) ausgebildet ist,
 durch Erzeugen eines Hauptkanals (**18a**) und eines Nebkanals (**18b**), die separat voneinander decodierbar sind und das Informationssignal darstellen, und
 wobei der Hauptkanal (**18a**) und der Nebkanal

(18b) derart erzeugt werden, dass der NebenkanaI gegenüber ÜbertragungskanaIeinflüssen robuster ist als der HauptkanaI (18a).

28. Verfahren zum Erzeugen eines decodierten Signals, mit folgenden Schritten:

Empfangen (50) eines Empfangssignals, das einen HauptkanaI und einen NebenkanaI aufweist, die separat voneinander decodierbar sind, wobei ein minimales Signal/Rauschverhältnis zum Decodieren des NebenkanaIs kleiner als ein minimales Signal/Rauschverhältnis zum Decodieren des HauptkanaIs ist;

Erzeugen (52) eines von dem NebenkanaI getrennten HauptkanaIs;

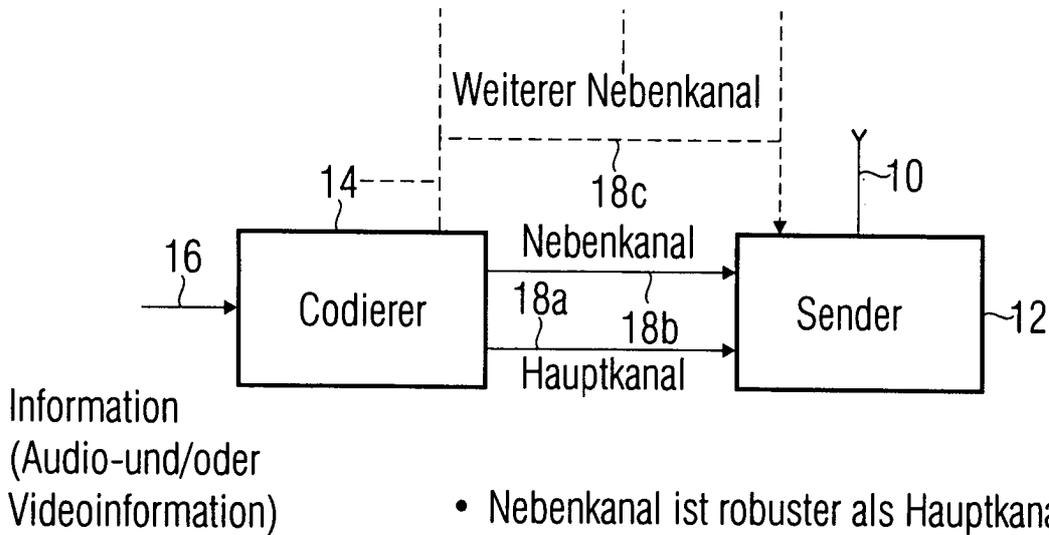
zum Abschätzen (53) einer Empfangsqualität; und
Liefem, als decodiertes Signal, den NebenkanaI, wenn die Empfangsqualität kleiner als eine Schwellenqualität ist, oder Liefem, als decodiertes Signal, den HauptkanaI, wenn die Empfangsqualität größer oder gleich der Schwellenqualität ist.

29. Computer-Programm mit einem Programmcode zum Durchführen des Verfahrens nach Patentanspruch 27 oder 28, wenn das Computer-Programm auf einem Rechner abläuft.

30. Codiertes Signal mit einem HauptkanaI und einem NebenkanaI, wobei der NebenkanaI derart gebildet ist, dass er gegenüber ÜbertragungskanaIeinflüssen robuster ist als der HauptkanaI.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



- Nebenkanaal ist robuster als Hauptkanaal
 - robustere Modulation (QPSK statt 16 QAM)
(16 QAM statt 64 QAM)
 - mehr Redundanz als der Hauptkanaal
(Reed-Solomon-Code oder FEC-Code oder...)

FIG 1

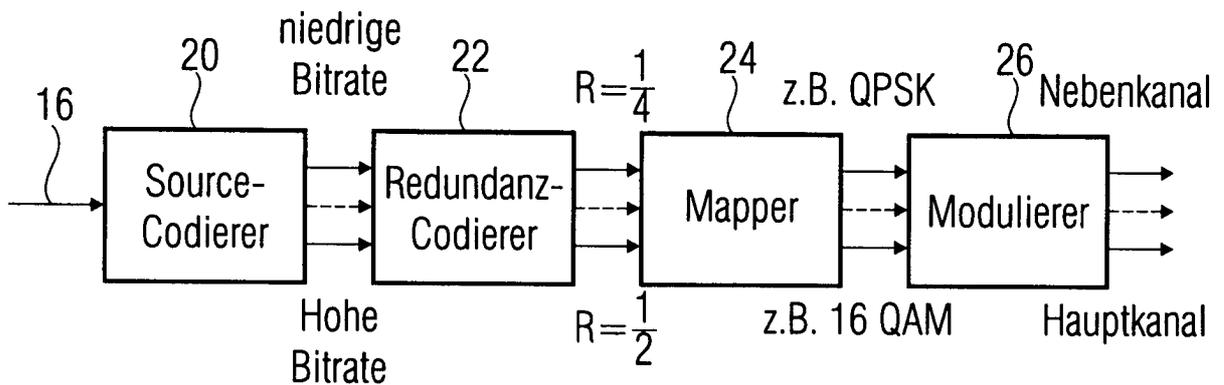


FIG 2

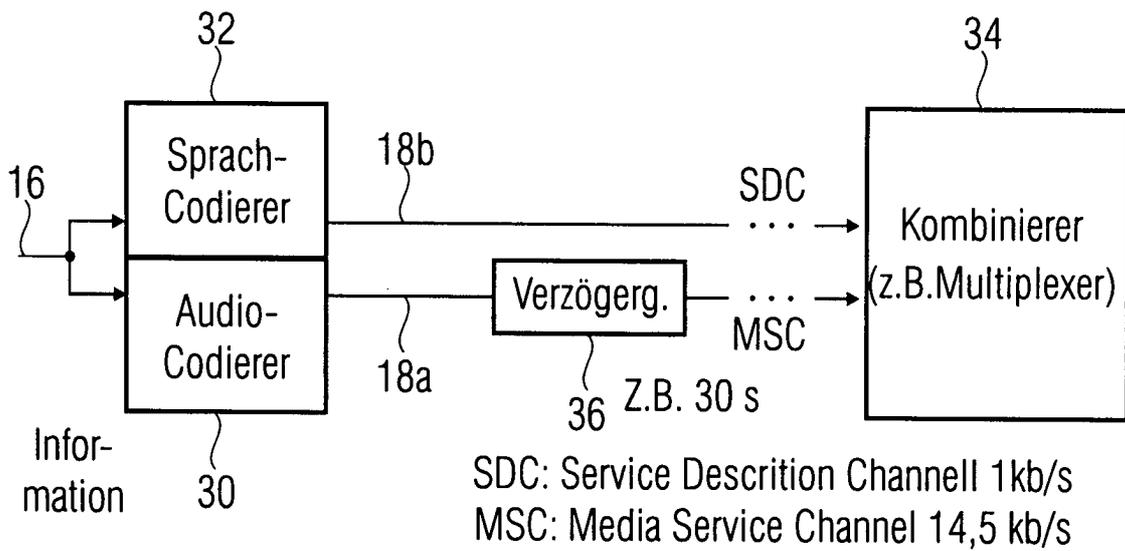


FIG 3

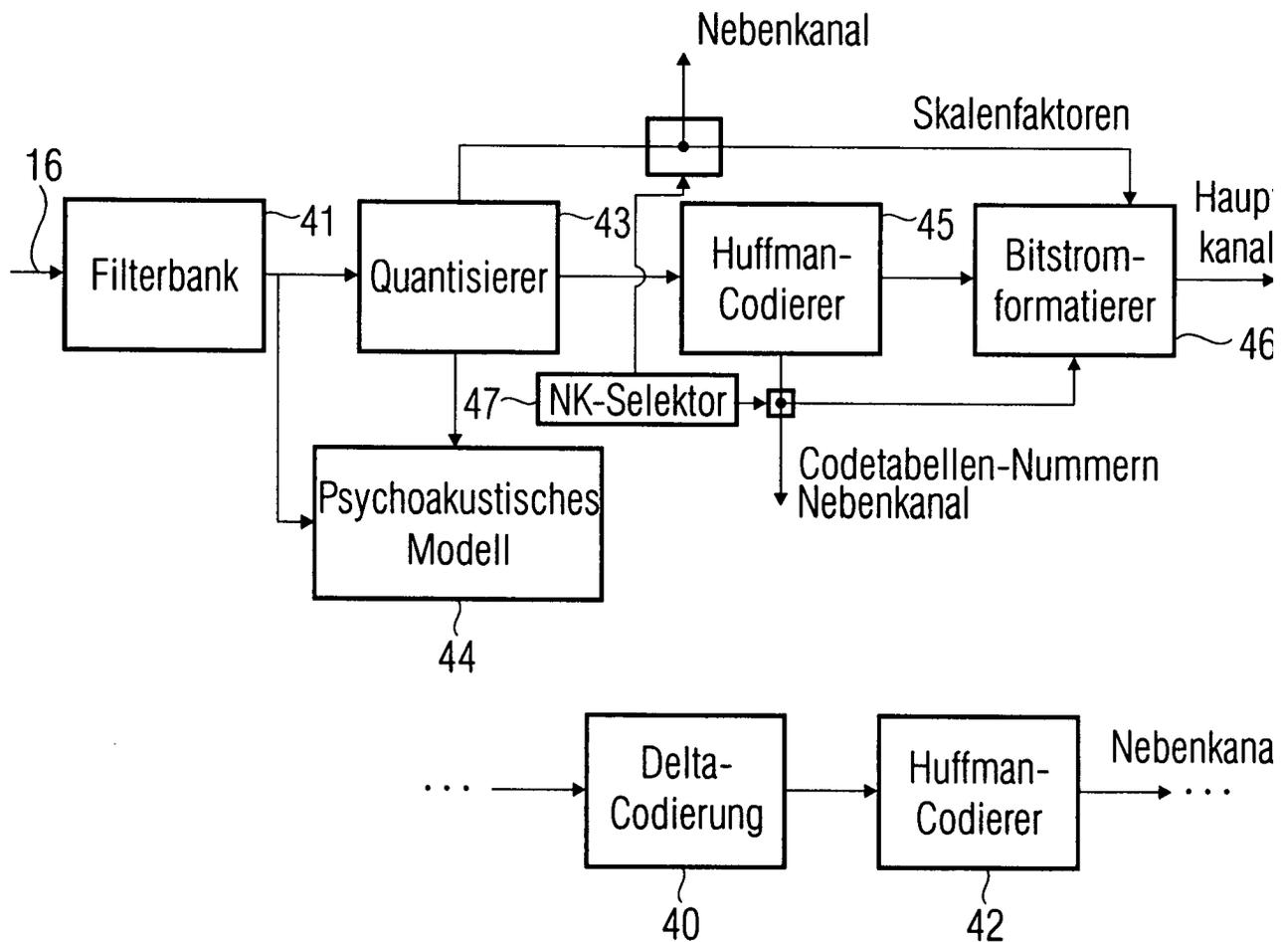


FIG 4

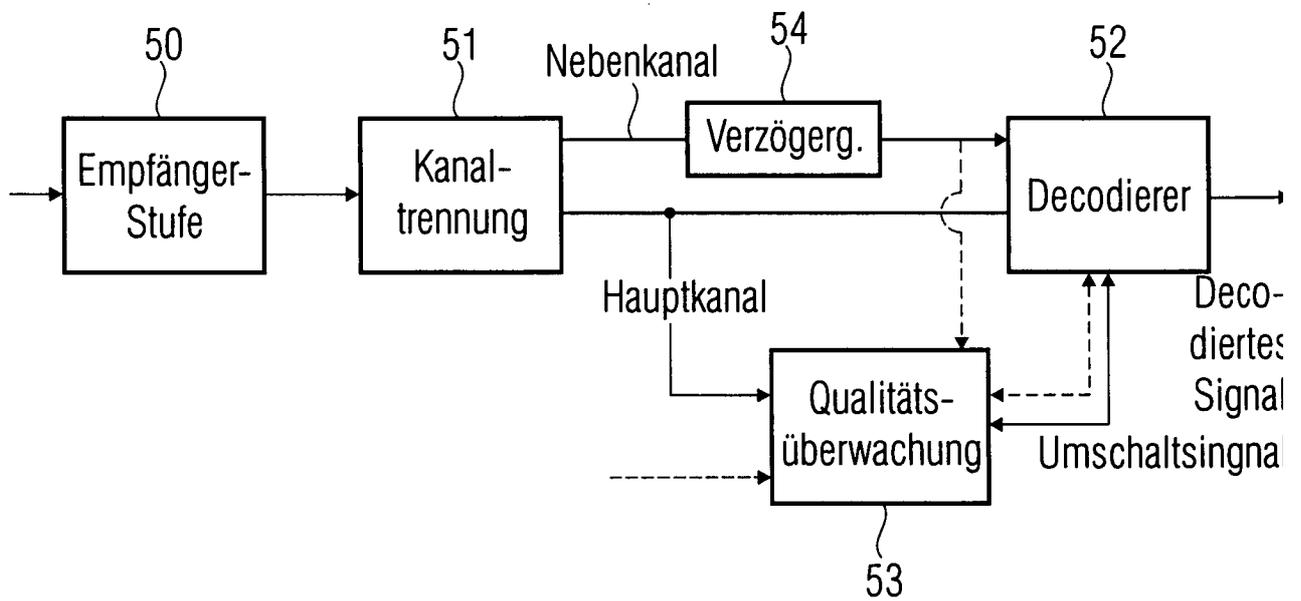


FIG 5

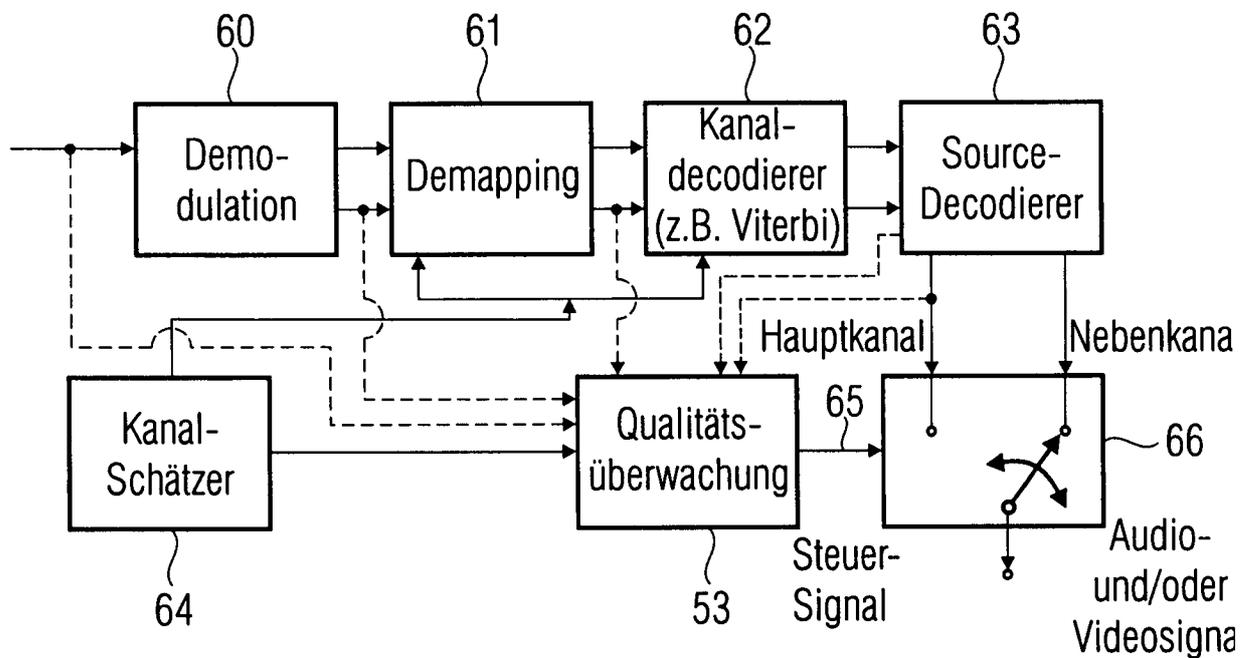


FIG 6

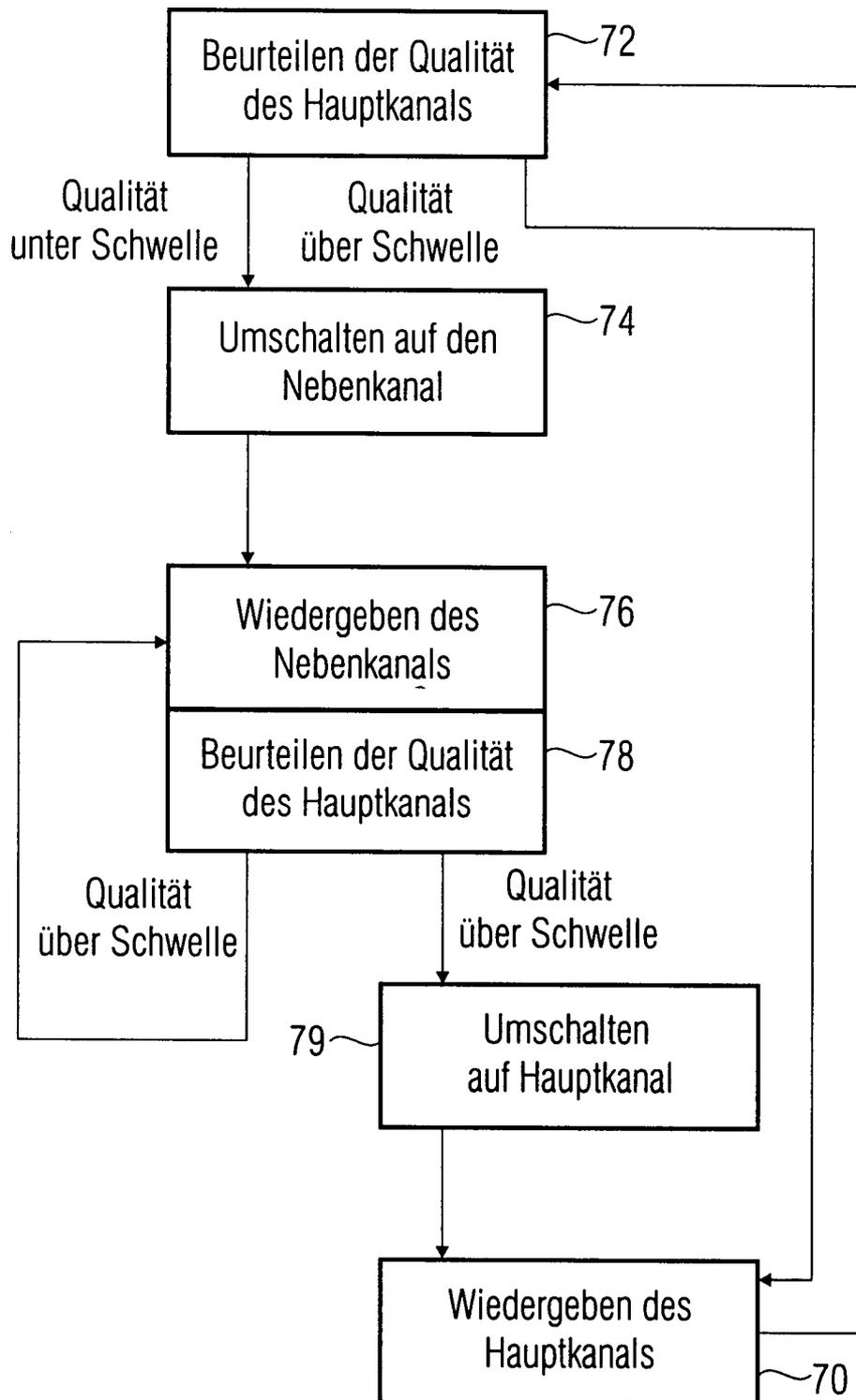


FIG 7