



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 013 451 T2** 2009.05.20

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 662 740 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 013 451.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **06 075 518.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **23.03.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **31.05.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **30.04.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.05.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 27/26** (2006.01)

**H03M 13/27** (2006.01)

**H04N 5/44** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**03290754 25.03.2003 EP**

(73) Patentinhaber:

**Sony United Kingdom Ltd., Brooklands,  
Weybridge, GB**

(74) Vertreter:

**Mitscherlich & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 80331 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,  
SK, TR**

(72) Erfinder:

**Peron, Jean-Luc, 29260 Lesneven, FR**

(54) Bezeichnung: **Verschalteler zur Symbolabbildung auf den Trägern eines OFDM- (Orthogonale Frequenzmultiplexierung) Systems**

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 eingelegt, 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**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Datenverarbeitungsgerät, das zur Abbildung von Eingangssymbolen auf Trägersignale eines Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexed(Orthogonalfrequenzgemultiplext)- bzw. OFDM-Symbols betriebsfähig ist.

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Datenverarbeitungsgerät, das zur Desabbildung von Symbolen, die von einer vorbestimmten Anzahl von Trägersignalen eines OFDM-Symbols empfangen werden, in einen Ausgangssymbolstrom betriebsfähig ist.

## Hintergrund der Erfindung

**[0003]** Der Digital-Video-Broadcasting-Terrestrial-Standard (DVB-T-Standard) [1] nutzt Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM (Orthogonalfrequenzmultiplex)) zum Kommunizieren von Videobilder und Ton darstellenden Daten über ein Rundfunkradiokommunikationssignal zu Empfängern. Es sind zwei Moden für den DVB-T-Standard bekannt, die als der 2k- und der 8k-Modus bekannt sind. Der 2k-Modus stellt 2048 Unterträger bereit, während der 8k-Modus 8192 Unterträger bereitstellt.

**[0004]** Um die Integrität von durch entweder den 2k-Modus oder den 8k-Modus kommunizierten Daten zu verbessern, ist ein Symbolverschachteler vorhanden, um Eingangsdatensymbole zu verschachteln, wenn diese Symbole auf die Trägersignale eines OFDM-Symbols abgebildet werden. Ein solcher Symbolverschachteler weist einen Verschachtelerspeicher in Kombination mit einem Adressengenerator auf. Der Adressengenerator erzeugt eine Adresse für jedes der Eingangssymbole, wobei jede Adresse eines der auf das Datensymbol abzubildenden Trägersignale des OFDM-Symbols anzeigt. Für den 2k-Modus und den 8k-Modus ist im DVB-T-Standard eine Anordnung zur Erzeugung der Adresse für die Abbildung angegeben worden. Es ist bekannt, dass der Adressengenerator ein Linearrückkopplungsschieberegister, das zum Erzeugen einer Pseudozufallsbitfolge betriebsfähig ist, und eine Permutationsschaltung aufweist. Die Permutationsschaltung permutiert die Ordnung des Inhalts des Linearrückkopplungsschieberegisters, um eine Adresse zu erzeugen. Die Adresse stellt eine Anzeige eines der OFDM-Träger zur Übertragung eines im Verschachtelerspeicher gespeicherten Eingangsdatensymbols bereit, um die Eingangsdatensymbole auf die Trägersignale des OFDM-Symbols abzubilden.

**[0005]** Ebenso wie den 2k-Modus und den 8k-Modus ist auch vorgeschlagen worden, einen 4k-Modus bereitzustellen. Der 4k-Modus ist im japanischen Standard für digitales Rundfunkfernsehen, welches das Integrated Service Digital Broadcasting-System (ISDB-System (Dienstintegrierendes Digitalrundfunksystem)) ist, benutzt worden

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0006]** Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Datenverarbeitungsgerät bereitgestellt, das zum Abbilden von auf einer vorbestimmten Anzahl von Trägersignalen eines Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexed(Orthogonalfrequenzgemultiplext)- bzw. OFDM-Symbols zu kommunizierenden Eingangssymbolen betriebsfähig ist. Das Datenverarbeitungsgerät weist einen Verschachtelerspeicher auf, der zum Einlesen der vorbestimmten Anzahl von Datensymbolen zur Abbildung auf die OFDM-Trägersignale und zum Auslesen der Datensymbole für die OFDM-Träger zum Bewirken der Abbildung betriebsfähig ist. Das Auslesen ist in einer anderen Ordnung als das Einlesen, wobei die Ordnung von einem Satz von Adressen mit dem Effekt, dass die Datensymbole auf den Trägersignalen verschachtelt sind, bestimmt ist. Der Satz von Adressen wird durch einen Adressengenerator bestimmt, wobei für jedes der Eingangssymbole eine Adresse erzeugt wird, um eines der Trägersignale, auf welches das Datensymbol abzubilden ist, anzuzeigen.

**[0007]** Der Adressengenerator weist ein Linearrückkopplungsschieberegister, das eine vorbestimmte Anzahl von Registerstufen aufweist und zum Erzeugen einer Pseudozufallsbitfolge entsprechend einem Generatorpolynom betriebsfähig ist, und eine Permutationsschaltung und eine Steuerungseinheit auf. Die Permutationsschaltung ist zum Empfang des Inhalts der Schieberegisterstufen und zum Permutieren der in den Registerstufen präsenten Bits entsprechend einer Permutationsordnung zur Bildung einer Adresse eines der OFDM-Träger betriebsfähig. Die Steuerungseinheit ist in Kombination mit einer Adressenprüfschaltung zum Generieren einer Adresse, wenn eine erzeugte Adresse die maximale Anzahl von Trägern überschreitet, betriebsfähig. Das Datenverarbeitungsgerät ist dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte Anzahl von OF-

DM-Trägersignalen im Wesentlichen viertausend beträgt und das Linearrückkopplungsschieberegister elf Registerstufen mit einem Generatorpolynom für das Linearrückkopplungsschieberegister von  $R'_i[10] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[2]$  aufweist. Die Permutationsordnung bildet eine Elfbitadresse  $R_i[n]$  für das i-te Datensymbol aus dem in der n-ten Registerstufe  $R'_i[n]$  präsenten Bit entsprechend der Tabelle:

$R'_i[n]$ für $n =$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$R_i[n]$ für $n =$	7	10	5	8	1	2	4	9	0	3	6

**[0008]** Obgleich es beim DVB-T-Standard bekannt ist, den 2k-Modus und den 8k-Modus bereitzustellen, gibt es Vorteile bei der Bereitstellung eines 4k-Modus. Während der 8k-Modus eine Anordnung zur Herstellung eines Einzelfrequenznetzwerks mit ausreichenden Schutzperioden zur Unterbringung größerer Ausbreitungsverzögerungen zwischen DVB-Sendern bereitstellt, ist der 2k-Modus dafür bekannt, einen Vorteil bei mobilen Anwendungen bereitzustellen. Dies deshalb, weil die 2k-Symbolperiode nur ein Viertel der 8k-Symbolperiode beträgt, was ermöglicht, dass die Kanalschätzung bzw. -erwartung (auf Basis gestreuter Pilots (pilots), die in jedes Symbol eingebettet sind) häufiger aktualisiert wird, was dem Empfänger ermöglicht, die Zeitvariation des Kanals aufgrund des Dopplereffekts und anderer Effekte genauer zu verfolgen. Der 2k-Modus ist deshalb für mobile Anwendungen vorteilhaft. Jedoch erfordert der 2k-Modus ein Mehrfachfrequenznetzwerk und verkompliziert dadurch eine Anordnung von Sendern zur Bereitstellung eines Rundfunkdiensts. Ein 4k-Modus bietet mobilen Benutzern den Vorteil eines vernünftig guten Empfangs auch bei hohen Betriebsgeschwindigkeiten, welche dadurch eine erhöhte Dopplerverschiebung verursachen, ohne ein teures Zwischenträgerinterferenz-Beseitigungsschema zu benötigen. Eine vernünftigerweise kosteneffektive Implementierung eines Rundfunknetzwerks kann auch implementiert werden. Um jedoch den 4k-Modus bereitzustellen, muss ein Symbolverschachteler zur Abbildung der Eingangsdatensymbole auf die Trägersignale des OFDM-Symbols bereitgestellt werden.

**[0009]** Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können ein Datenverarbeitungsgerät bereitstellen, das betriebsfähig ist als ein Symbolverschachteler zur Abbildung von Datensymbolen, die bezüglich eines OFDM-Symbols, das im Wesentlichen viertausend Trägersignale aufweist, zu kommunizieren sind. Bei einer Ausführungsform beträgt die Anzahl von Trägersignalen dreitausendundvierundzwanzig. Als solcher kann ein 4k-Modus beispielsweise für einen DVB-Standard wie beispielsweise DVB-T oder DVB-H bereitgestellt werden. Der DVB-H-Standard (DVB-H = Digital Video Broadcasting-Handheld (digitale Hand-Fernsehtechnik)) bezieht sich auf DVB-T (digitale terrestrische Fernsehtechnik). DVB-H war vormals als DVB-X bekannt. DVB-H-Signale sind zum Empfang von Handgeräten wie beispielsweise Taschenmobilendgeräte geeignet.

**[0010]** Eine Abbildung von Datensymbolen, die auf die Trägersignale eines OFDM-Symbols zu übertragen sind, wobei die Anzahl der Trägersignale im Wesentlichen viertausend beträgt, stellt ein wesentliches technisches Problem dar, das eine Simulationsanalyse und ein Prüfen erfordert, um ein geeignetes Generatorpolynom für das Linearrückkopplungsschieberegister und die Permutationsordnung herzustellen. Dies deshalb, weil die Abbildung erfordert, dass die Symbole auf den Trägersignalen verschachtelt werden, mit dem Effekt, dass sukzessive Symbole aus dem Eingangsdatenstrom in der Frequenz um einen größtmöglichen Betrag separiert werden, um die Leistung von Fehlerkorrekturcodierungsschemata zu optimieren.

**[0011]** Fehlerkorrekturcodierungsschemata wie beispielsweise eine Reed-Solomon-Codierung und eine Faltungscodierung führen besser aus, wenn Rauschen und eine Verschlechterung der Symbolwerte, die aus der Kommunikation resultieren, nicht korreliert sind. Gewisse Funkkanäle wie beispielsweise die für DVB-T benutzten können einen korrelierten Schwund sowohl im Zeit- als auch Frequenzbereich erleiden. So kann durch Trennen codierter Symbole auf unterschiedlichen Trägersignalen des OFDM-Symbols soviel wie möglich die Leistung von Fehlerkorrekturcodierungsschemata erhöht werden.

**[0012]** Aus einer Simulationsausführungsanalyse hat sich ergeben, dass das Generatorpolynom für das Linearrückkopplungsschieberegister in Kombination mit der oben angedeuteten Permutationsschaltungsordnung bei der Präsenz eines typischen Kanalrauschens und von Schwundbedingungen eine gute Leistung bereitstellt. Außerdem wird durch Bereitstellen einer Anordnung, die eine Adressenerzeugung sowohl für den 2k-Modus als auch 8k-Modus sowie den 4k-Modus durch Ändern der Abgriffe des Generatorpolynoms für das Linearrückkopplungsschieberegister und die Permutationsordnung implementieren kann, eine kosteneffektive Implementierung des Symbolverschachtlers für den 4k-Modus bereitgestellt wird. Außerdem können durch Änderung des Generatorpolynoms und der Permutationsordnungen ein Sender und ein Empfänger zwischen sowohl dem 2k-Modus als auch 4k-Modus sowie dem 8-Modus gewechselt werden. Dies kann in Software (oder durch den eingebetteten TPS-Kanal (TPS = transmission parameter signalling (Übertragungsparametersignalling)) im Empfänger) bewirkt werden, wodurch eine flexible Implementierung bereitgestellt wird.

**[0013]** Unterschiedliche Aspekte und Merkmale der vorliegenden Erfindung sind in den beigefügten Ansprüchen definiert. Weitere Aspekte der vorliegenden Erfindung umfassen ein Datenverarbeitungsgerät, das zum Desabbilden von Symbolen, die von einer vorbestimmten Anzahl von Trägersignalen eines Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexed- bzw. OFDM-Symbols in einen Ausgangssymbolstrom betriebsfähig ist, sowie einen Sender und einen Empfänger.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0014]** Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun mittels nur eines Beispiels anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen gleiche Teile mit korrespondierenden Bezugszeichen versehen sind und in denen:

**[0015]** [Fig. 1](#) ein schematisches Blockschaltbild eines codierten OFDM-Senders ist, der beispielsweise mit dem DVB-T-Standard benutzt werden kann;

**[0016]** [Fig. 2](#) ein schematisches Blockschaltbild eines Symbolverschachtlers und eines Abbildungsprozessors ist, die aus [Fig. 1](#) hervorgehen;

**[0017]** [Fig. 3](#) ein schematisches Blockschaltbild des in [Fig. 2](#) gezeigten Symbolverschachtlers ist;

**[0018]** [Fig. 4](#) ein schematisches Blockschaltbild eines in [Fig. 3](#) gezeigten Verschachtlerspeichers und des korrespondierenden Symbolentschachtlers im Empfänger ist;

**[0019]** [Fig. 5](#) ein schematisches Blockschaltbild eines in [Fig. 3](#) gezeigten Adressengenerators für den 2k-Modus ist;

**[0020]** [Fig. 6](#) ein schematisches Blockschaltbild eines wie in [Fig. 3](#) gezeigten Adressengenerators im 8k-Modus ist;

**[0021]** [Fig. 7](#) ein schematisches Blockschaltbild eines wie in [Fig. 3](#) gezeigten Adressengenerators im 4k-Modus ist;

**[0022]** [Fig. 8](#) ein schematisches Blockschaltbild eines Coded-OFDM-Empfängers ist, der beispielsweise mit dem DVB-T-Standard benutzt werden kann; und

**[0023]** [Fig. 9](#) ein schematisches Blockschaltbild eines inneren Symbolentschachtlers ist, der aus [Fig. 8](#) hervorgeht.

#### Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

**[0024]** Der existierende OFDM-basierte DVB-T-Standard ist aus einem 2K- und einem 8K-Modus zusammengesetzt, was bedeutet, dass die zur Übertragung des Signals benutzte Bandbreite in entweder 2048 (2K-Modus) oder 8192 (8K-Modus) Unterträger geteilt ist. Der 2K-Modus präsentiert gewisse in Bezug auf die Mobilität interessierende Merkmale. Tatsächlich ermöglicht die kurze Symbolzeit dieses Modus eine gute Dopplerleistung in Mobilumgebungen. Andererseits gibt der 8K-Modus Netzwerkplanern die Möglichkeit, spärliche und somit billige SFNs (Single Frequency Networks (Einzelfrequenznetzwerke)) zu bauen. Die am Gegenstand ausgeführten Untersuchungen zeigten, dass die Einführung eines 4K-Modus eine gute Abwägung zwischen diesen zwei Moden wäre. Er würde einen annehmbar guten Empfang für mobile Benutzer selbst bei hohen Fahrgeschwindigkeiten bieten, ohne ein kompliziertes und teures ICI-Beseitigungsschema (ICI = Inter Carrier Interference (Zwischenträgerinterferenz)) zu benötigen. Er würde auch helfen, die Kosten des Netzwerks auf einem vernünftigen Niveau zu halten. Dieses Dokument beschreibt einen neuen Symbolverschachtler für diesen 4K-Modus.

**[0025]** [Fig. 1](#) stellt ein beispielhaftes Blockschaltbild eines Coded-OFDM-Senders (Codiert-OFDM-Sender) bereit, der beispielsweise zum Senden von Videosignalen und Audiosignalen entsprechend dem DVB-T-Standard benutzt werden kann. Bei [Fig. 1](#) erzeugt eine Programmquelle Daten, die vom COFDM-Sender zu senden sind. Ein Videocodierer **2** und ein Audiocodierer **4** sowie ein Datencodierer **6** erzeugen Video-, Audio- und andere Daten, die zu senden sind und einem Programmmultiplexer **8** zugeführt werden. Ein Ausgangssignal des Programmmultiplexers **8** wird einem Transportmultiplexer **10** zugeführt, der einen gemultiplexten Transportstrom mit anderer Information, die zum Kommunizieren der Video-, Audio- und anderen Daten erforderlich

ist, bildet. Der Transportmultiplexer **10** stellt auf einem Verbindungskanal **12** einen Transportstrom zu einem Spalter bzw. Teiler **14** bereit. Der Teiler teilt den Transportstrom in unterschiedliche Zweige A und B, die unterschiedliche Vorwärtsfehlerkorrekturcodierung und Verschachtelung bereitstellen. Der Einfachheit halber wird nur Zweig A beschrieben.

**[0026]** Wie in [Fig. 1](#) gezeigt empfängt ein COFDM-Sender **20** den Transportdatenstrom bei einem Multiplexeradaptations- und Energiedispersionsblock **22**. Der Multiplexeradaptations- und Energiedispersionsblock **22** ordnet die Transportstromdaten zufallsmäßig an und führt die passenden Daten einem äußeren Codierer **24** zu, der eine erste äußere Codierung der Transportdaten ausführt. Ein äußerer Verschachteler **26** ist zum Verschachteln der codierten Datensymbole vorhanden, die beim Beispiel von DVB-T der Reed-Solomon-Code (RS-Code) sind, so dass der äußere Verschachteler RS-Symbole verschachtelt. Ein innerer Codierer **28** ist zum faltungsmäßigen Codieren der Daten aus dem äußeren Verschachteler unter Benutzung eines Faltungscodierers vorhanden, wobei die codierten Daten einem inneren Verschachteler **30** zugeführt werden. Der innere Verschachteler **30** kann auch codierte Daten vom zweiten Codierungsarm B empfangen.

**[0027]** Ein Ausgangssignal des inneren Verschachtelers ist ein Satz von Datensymbolen, die dann auf Konstellationspunkte eines Modulationsschemas abgebildet werden. Für das gezeigte Beispiel von DVB-T ist das Modulationsschema QPSK (DVB-T kann 4 Bits/Träger 16QAM oder 6 Bits/Träger 64QAM sowie QPSK aufweisen). Jedes Datensymbol aus dem inneren Verschachteler **30** wird dann durch einen Abbildungsprozessor **32** auf eines der COFDM-Trägersignale abgebildet. Das COFDM-Symbol wird dann von einem Rahmenadaptationsprozessor **34** erzeugt, der von einem Signalformer **36** zugeführte Pilot- und Synchronisierungssignale einbringt. Ein OFDM-Generator **38** bildet dann im Zeitbereich das OFDM-Symbol, das einem Schutzeinsetzprozessor **40** zur Erzeugung eines Schutzintervalls zwischen Symbolen und dann einem Digital-zu-Analog-Umsetzer **42** und schließlich einem RF-Verstärker in einer RF-Front **44** zum eventuellen Rundsenden durch den COFDM-Sender von einer Antenne **46** zugeführt wird.

**[0028]** Um einen neuen 4K-Modus zu erzeugen, sind mehrere Elemente zu definieren, aber das wichtigste ist der 4K-Symbolverschachteler, der Teil des in [Fig. 1](#) gezeigten inneren Verschachtelers ist.

**[0029]** Der innere Verschachteler selbst ist, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, aus einem Bitverschachteler und einem Symbolverschachteler zusammengesetzt.

**[0030]** Wie oben erläutert stellt die vorliegende Erfindung eine Einrichtung zur Bereitstellung einer quasi-optimalen Abbildung der Eingangsdatensymbole auf die OFDM-Trägersignale bereit. Gemäß der beispielhaften Technik ist der innere Verschachteler bereitgestellt, um die optimale Abbildung von Eingangsdatensymbolen auf COFDM-Trägersignale zu bewirken. Der innere Verschachteler **30** und der Abbildungsprozessor **32** sind in [Fig. 2](#) detaillierter gezeigt. Nach [Fig. 2](#) weist der innere Verschachteler **30** einen demultiplexierenden Prozessor **60** auf, der von einem Eingangskanal **62** faltungscodierte Bits empfängt. Der Demultiplexer teilt dann die Bits in zwei Ströme von Eingangsbits, die über Verbindungskanäle **64** und **66** Bitverschachtelern **68** und **70** zugeführt werden. Die Bitverschachteler verschachteln die Bits, die dann auf zwei Verbindungskanälen **72.1**, **72.2** zur Verbindung der Bits aus jedem der Bitverschachteler **68** und **70** mit einem Symbolverschachteler **76** geformt werden. Der Symbolverschachteler formt die Eingangssymbole aus den Verbindungskanälen **72.1**, **72.2** in Symbole zur Abbildung auf die COFDM-Trägersignale. Für die in [Fig. 2](#) gezeigte beispielhafte Technik werden die verschachtelten Symbole aus dem Symbolverschachteler **76** auf Konstellationspunkte eines QPSK-Trägersignals für jedes der Signale im COFDM-Symbol abgebildet.

**[0031]** Die existierende DVB-T-Spezifikation definiert schon einen Symbolverschachteler für den 2K- und 8K-Modus. Der Zweck der Symbolverschachteler ist,  $v$  Bitwörter ( $v$  hängt vom gewählten Modulationsschema ab) auf die 1512 (2K-Modus) oder 6048 (8K-Modus) aktiven Träger pro COFDM-Symbol abzubilden. Der Symbolverschachteler wirkt bezüglich Blöcken von 1512 (2K-Modus-) oder 6048 (8K-Modus-) Datensymbolen. Beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung benutzen den Symbolverschachteler **76**, um eine optimierte Abbildung der von den Verbindungskanälen **72.1**, **72.2** zugeführten Eingangsdatensymbole auf die COFDM-Trägersignale bereitzustellen. Ein Beispiel des Symbolverschachtelers **76** zum Bewirken einer Abbildung der Eingangsdatensymbole auf die COFDM-Trägersignale ist in der [Fig. 3](#) gezeigt.

#### Verschachteler-RAM

**[0032]** Bei [Fig. 3](#) werden die Eingangsdatensymbole aus dem Verbindungskanal **72** einem Verschachtelerspeicher **100** zugeführt. Der Verschachtelerspeicher **100** bildet die Eingangsdatensymbole entsprechend vom Adressengenerator **102** bereitgestellten Abbildungsadressen auf die COFDM-Trägersignale ab. Eine beispiel-

hafte Implementierung des Verschachtelerspeichers **100** ist in [Fig. 4](#) gezeigt.

**[0033]** [Fig. 4](#) weist einen oberen Teil **100**, der den Betrieb des Verschachtelerspeichers im Sender darstellt, und einen unteren Teil **340**, der den Betrieb des Entschachtelerspeichers im Empfänger darstellt, auf. Der Verschachteler **100** und der Entschachteler **340** sind in der [Fig. 4](#) zusammen gezeigt, um das Verständnis ihres Betriebs zu erleichtern. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, ist eine Darstellung der Kommunikation zwischen dem Verschachteler **100** und dem Entschachteler **340** über andere Einrichtungen und über einen Übertragungskanal vereinfacht und als ein Abschnitt **140** zwischen dem Verschachteler **100** und dem Entschachteler **340** dargestellt. Der Betrieb des Verschachtelers **100** wird in den folgenden Abschnitten beschrieben.

**[0034]** Wenn [Fig. 4](#) eine Darstellung von nur vier Eingangsdatensymbolen auf einem Beispiel von vier Trägersignalen eines COFDM-Symbols bereitstellt, so ist zu erkennen, dass die in [Fig. 4](#) dargestellte Technik auf eine größere Anzahl von Trägern wie beispielsweise 1512 für den 2k-Modus, 3024 für den 4k-Modus und 6048 für den 8k-Modus erweitert werden kann.

**[0035]** Die Eingangs- und Ausgangsadressierung des in [Fig. 4](#) gezeigten Verschachtelerspeichers **100** ist für ungerade und gerade Symbole gezeigt. Für ein gerades COFDM-Symbol werden die Datensymbole aus dem Eingangskanal **72** genommen und entsprechend einer Folge von für jedes COFDM-Symbol vom Adressengenerator **102** erzeugten Adressen **120** in den Verschachteler-RAM **124.1** geschrieben. Die Schreibadressen werden auf das gerade Symbol angewendet, so dass durch den schleppenden Gang (shuffling) der Schreibadressen wie dargestellt eine Verschachtelung bewirkt wird. Deshalb gilt für jedes verschachtelte Symbol  $y(h(q)) = y'(q)$ .

**[0036]** Für ungerade Symbole wird der gleiche Verschachteler-RAM **124.2** benutzt. Jedoch wird, wie in [Fig. 4](#) gezeigt, für das ungerade Symbol die Einschreibordnung **132** in der gleichen Adressenfolge benutzt, um das vorherige gerade Symbol **126** auszulesen. Dieses Merkmal ermöglicht der ungeraden und geraden Symbolverschachtelerimplementierung, nur 1 RAM zu benutzen, vorausgesetzt, die Ausleseoperation für eine gegebene Adresse wird vor der Einschreiboperation ausgeführt. Die während ungerader Symbole in den Verschachteler-RAM **124** geschriebenen Datensymbole werden dann für das nächste gerade COFDM-Symbol in einer vom Adressengenerator **102** erzeugten Folge **134** ausgelesen usw.

**[0037]** In Zusammenfassung wird, wie in [Fig. 4](#) dargestellt, wenn einmal der Satz  $H(q)$  von Adressen für alle aktiven Träger berechnet worden ist, der Eingangsvektor  $Y' = (y_0', y_1', y_2' \dots y_{N_{\max}-1}')$  verarbeitet, um den verschachtelten Vektor  $Y = (y_0, y_1, y_2, \dots y_{N_{\max}-1})$  zu erzeugen, der definiert ist durch:

$$Y_H(q) = y'_q \text{ für gerade Symbole für } q = 0, \dots, N_{\max} - 1$$

$$y_q = y'_H(q) \text{ für ungerade Symbole für } q = 0, \dots, N_{\max} - 1$$

**[0038]** In anderen Worten werden für gerade OFDM-Symbole die Eingangswörter in einer permutierten Weise in einen Speicher geschrieben und in einer sequentiellen Weise zurückgelesen, während sie für ungerade Symbole sequentiell geschrieben und permutiert zurückgelesen werden. Im obigen Fall ist die Permutation  $H(q)$  durch die folgende Tabelle definiert:

q	1	2	3	4
H(q)	1	3	0	2

Tabelle 1: Permutation für den einfachen Fall, bei dem  $N_{\max} = 4$  ist.

**[0039]** Wie in der [Fig. 4](#) gezeigt arbeitet der Entschachteler **340**, um die Verschachtelung umzukehren, die vom Verschachteler **100** angewendet wird durch Anwenden des gleichen Satzes von Adressen, wie er von einem äquivalenten Adressengenerator erzeugt wird, aber umgekehrt Anwenden der Einschreib- und Ausleseadressen. Als solches sind für gerade Symbole die Einschreibadressen **342** in sequentieller Ordnung, während die Ausleseadressen **344** vom Adressengenerator bereitgestellt werden. Entsprechend wird für die ungeraden Symbole die Einschreibordnung **346** aus dem Satz von durch den Adressengenerator erzeugten Adressen bestimmt, während das Auslesen **348** in sequentieller Ordnung ist.

#### Adressenerzeugung

**[0040]** Ein schematisches Blockschaltbild des zum Erzeugen der Permutationsfunktion  $H(q)$  benutzten Algo-

rhythmus ist in [Fig. 5](#) für den 2K-Modus und in [Fig. 6](#) für den 8K-Modus dargestellt.

**[0041]** Eine Implementierung des Adressengenerators **102.1** für den 2k-Modus ist in [Fig. 5](#) gezeigt. In [Fig. 5](#) ist ein Linearrückkopplungsschieberegister durch zehn Registerstufen **200.1** und ein Exklusiv-Oder-Tor (xor-gate) **202.1**, das mit den Stufen des Schieberegisters **200.1** entsprechend einem Generatorpolynom verbunden ist, gebildet. Deshalb wird entsprechend dem Inhalt des Schieberegisters **200.1** vom Ausgang des Exklusiv-Oder-Tors **202.1** durch Exklusiv-Odern (xoring) des Inhalts des Schieberegisters  $R[0]$  und der Registerstufe  $R[3]$  ein nächstes Bit des Schieberegisters bereitgestellt. Entsprechend dem Generatorpolynom wird vom Inhalt des Schieberegisters **200.1** eine Pseudozufallsbitfolge erzeugt. Um jedoch eine Adresse für den 2k-Modus wie dargestellt zu erzeugen, ist eine Permutationsschaltung **210.1** vorhanden, welche die Ordnung der Bits im Schieberegister **200.1** von einer Ordnung  $R'_i[n]$  in eine Ordnung  $R_i[n]$  am Ausgang der Permutationsschaltung **210.1** effektiv permutiert. Zehn Bits aus dem Ausgang der Permutationsschaltung **210.1** werden dann einem Verbindungskanal **212.1** zugeführt, zu denen dann über einen Kanal **214.1** ein höchstwertiges Bit addiert wird, das von einer bistabilen Kippschaltung (toggle circuit) **218.1** bereitgestellt wird. Deshalb wird auf dem Kanal **212.1** eine Elfbitadresse erzeugt. Um jedoch die Authentizität einer Adresse sicherzustellen, analysiert eine Adressenprüfschaltung **216.1** die erzeugte Adresse, um festzustellen, ob sie die maximale Zahl von Trägersignalen überschreitet. Wenn sie es tut, dann wird ein Steuerungssignal erzeugt und über einen Verbindungskanal **220.1** einer Steuerungsschaltung **224.1** zugeführt. Wenn die erzeugte Adresse die maximale Zahl von Trägersignalen überschreitet, dann wird diese Adresse zurückgewiesen und für das spezielle Symbol eine neue Adresse regeneriert.

**[0042]** Ein Adressengenerator **102.2** für den 8k-Modus ist in [Fig. 6](#) gezeigt. Die Teile des in [Fig. 6](#) gezeigten Adressengenerators für den 8k-Modus korrespondieren mit den für den 2k-Modus gezeigten, und deshalb werden zur Vermeidung einer Wiederholung nur wesentliche Unterschiede zwischen [Fig. 6](#) und [Fig. 5](#) beschrieben. Der Unterschied zwischen [Fig. 6](#) und [Fig. 5](#) ist im Wesentlichen, dass das Linearrückkopplungsschieberegister **200.2** zwölf Schieberegisterstufen aufweist, um eine Adresse zwischen 0 und 8191 zu erzeugen. Wieder ist das Schieberegister durch Exklusiv-Odern der entsprechend dem Generatorpolynom ausgewählten Schieberegisterstufen gebildet. Die Adresse wird dann durch Permutieren der Ordnung der Bits im Schieberegister **200.2** gebildet, die entsprechend einer vorbestimmten Ordnung bestimmt ist. Wieder werden das Generatorpolynom und die Permutationsordnung für den 8k-Modus bereitgestellt, der sich vom 2k-Modus unterscheiden.

**[0043]** In Zusammenfassung wird für den 2k- und 8-Modus ein  $(N_r - 1)$ -Bit-Wort  $R'_i$  mit  $N_r = \log_2 M_{\max}$ , definiert, wobei  $M_{\max} = 2048$  im 2K-Modus und  $M_{\max} = 8192$  im 8K-Modus ist, wobei ein LFSR (Linear Feedback Shift Register (Linearrückkopplungsschieberegister)) benutzt wird.

**[0044]** Die zum Erzeugen dieser Folge benutzten Polynome sind wie folgt:

2K-Modus:  $R'_i[9] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[3]$   
 8K-Modus:  $R'_i[11] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[1] \oplus R'_{i-1}[4] \oplus R'_{i-1}[6]$ ,  
 wobei  $i$  von 0 bis  $M_{\max} - 1$  variiert.

**[0045]** Wenn einmal ein einzelnes  $R'_i$ -Wort erzeugt worden ist, geht es durch eine Permutation, um ein anderes  $(N_r - 1)$ -Bit-Wort,  $R_i$  genannt, zu erzeugen.  $R_i$  wird von  $R'_i$  durch die in den Tabellen 1 und 2 gegebenen Bitpermutationen abgeleitet.

$R'_i$ Bitpositionen	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$R_i$ Bitpositionen	0	7	5	1	8	2	6	9	3	4

Tabelle 2: Bitpermutation für den 2K-Modus

$R'_i$ Bitpositionen	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$R_i$ Bitpositionen	0	11	3	0	10	8	6	9	2	4	1	7

Tabelle 3: Bitpermutation für den 8K-Modus

**[0046]** Als ein Beispiel bedeutet dies, dass für den Modus 2K die Bitnummer 9 von  $R'_i$  in die Bitpositionsnummer 0 von  $R_i$  gesendet wird.

**[0047]** Die Adresse  $H(q)$  wird dann von  $R_i$  durch die folgende Gleichung abgeleitet:

$$H(q) = (i \bmod 2) \cdot 2^{N_r-1} + \sum_{j=0}^{N_r-2} R_i(j) \cdot 2^j$$

**[0048]** Der  $(i \bmod 2) \cdot 2^{N_r-1}$ -Teil der obigen Gleichung ist in [Fig. 5](#) und in [Fig. 6](#) durch den bistabilen Kippschaltungsblock T 218 dargestellt.

**[0049]** Dann wird bezüglich  $H(q)$  eine Adressenprüfung ausgeführt, um zu verifizieren, dass die erzeugte Adresse im Bereich akzeptabler Adressen ist: Wenn  $(H(q) < N_{\max})$  gilt, wobei  $N_{\max} = 1512$  im 2K-Modus und 6048 im 8K-Modus ist, dann ist die Adresse gültig. Wenn die Adresse nicht gültig ist, wird die Steuerungseinheit informiert, und sie versucht, eine neue  $H(q)$  durch Inkrementieren des Index  $i$  zu erzeugen.

**[0050]** Die Rolle des bistabilen Kippschaltungsblocks ist, sicherzustellen, dass wir nicht eine Adresse erzeugen, die in einer Reihe  $N_{\max}$  zweimal überschreitet. Wenn ein überschreitender Wert tatsächlich erzeugt wurde, bedeutet dies, dass das MSB (most significant bit (höchstwertiges Bi)) (das heißt das Bistabilkippschaltungsbit) der Adresse  $H(q)$  eins war. So muss der nächste erzeugte Wert ein auf null eingestelltes MSB aufweisen, was die Erzeugung einer gültigen Adresse sicherstellt.

**[0051]** Die folgenden Gleichungen summieren das gesamte Verhalten auf und helfen, die Schleifenstruktur dieses Algorithmus zu verstehen:

$q = 0;$   
für  $(i = 0; i < M_{\max}; i = i + 1)$

$$\{ H(q) = (i \bmod 2) \cdot 2^{N_r-1} + \sum_{j=0}^{N_r-2} R_i(j) \cdot 2^j ;$$

wenn  $(H(q) < N_{\max})$   $q=q+1;$

Symbolverschachteler für 4k-Modus

**[0052]** Gemäß der vorliegenden Technik ist ein Adressengenerator **102.3** für den 4k-Modus in [Fig. 7](#) gezeigt. Wieder korrespondiert der Adressengenerator nach [Fig. 7](#) mit dem in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gezeigten Adressengenerator, und deshalb werden nur die Unterschiede zwischen diesen Figuren beschrieben und erläutert. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt weist das Linearrückkopplungsschieberegister **200.3** elf Schieberegisterstufen auf. Wieder ist ein Exklusiv-Oder-Tor **202.3** vorhanden, um die Pseudozufallsbitfolge zu erzeugen. Die Permutation der Inhalte des Schieberegisters zur Bildung der Adresse eines Eingangsdatensymbols zur Abbildung auf ein einzelnes der COFDM-Trägersignale ist durch die Permutationsschaltung **210.3** gegeben.

**[0053]** Der Symbolverschachteler wirkt auf Blöcke aus  $N_{\max} = 3024$  Datensymbolen. ( $M_{\max} = 4096$ ).

**[0054]** Das zum Erzeugen der  $R'_i$ -Folge benutzte Polynom ist:

$$R'_i[10] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[2].$$

**[0055]** Ein Vektor  $R_i$  wird vom Vektor  $R'_i$  durch die in Tabelle 4 gegebene Bitpermutation abgeleitet:

$R'_i$ Bitpositionen	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$R_i$ Bitpositionen	7	10	5	8	1	2	4	9	0	3	6

Tabelle 4: Bitpermutation für den 4K-Modus

**[0056]** Der Eingang des Verschachtelers ist als der Vektor  $Y' = (y'_0, y'_1, y'_2, \dots, y'_{N_{\max}-1})$  definiert.

**[0057]** Der verschachtelte Vektor  $Y = (y_0, y_1, y_2, \dots, y_{N_{\max}-1})$  ist definiert durch

$$y_{H(q)} = y'_q \text{ für gerade Symbole für } q = 0, \dots, N_{\max} - 1$$

$$y_q = y'_{H(q)} \text{ für die ungerade Symbole für } q = 0, \dots, N_{\max} - 1.$$

## Empfänger

**[0058]** [Fig. 8](#) stellt eine beispielhafte Darstellung eines Empfängers bereit, der mit der vorliegenden Technik benutzt werden kann. Wie in [Fig. 8](#) gezeigt wird ein COFDM-Signal von einer Antenne **300** empfangen und von einem Tuner **302** detektiert und von einem Analog-zu-Digital-Umsetzer **304** in eine digitale Form umgesetzt. Ein Schutzintervall-Entfernungsprozessor **306** entfernt das Schutzintervall aus einem empfangenen COFDM-Symbol, bevor die Daten unter Benutzung eines FFT-Prozessors **308** (FFT = Fast Fourier Transform (schnelle Fouriertransformation)) in Kombination mit einer Kanalschätzfunktion (channel estimator) und Korrektur **310** in Kooperation mit einer TPS-Decodierungseinheit **311** (TPS = Transmission Parameter Signalling (Übertragungsparametersignalisierung)) entsprechend bekannten Techniken vom COFDM-Symbol wiedergewonnen werden. Die demodulierten Daten werden von einem Desabbilder (de-mapper) **312** wiedergewonnen und einem inneren Symbolentschachteler **314** zugeführt, der arbeitet, um die umgekehrte Abbildung des empfangenen Datensymbols zum Regenerieren eines Ausgangsdatenstroms mit den entschachtelten Daten zu bewirken.

**[0059]** Der Symbolentschachteler **314** ist aus einem wie in [Fig. 9](#) gezeigten Datenverarbeitungsgerät mit einem Verschachtelerspeicher **340** und einem Adressengenerator **342** gebildet. Der Verschachtelerspeicher ist wie in [Fig. 4](#) gezeigt und arbeitet wie oben schon erläutert, um durch Benutzung von Sätzen von Adressen, die von einem Adressengenerator **342** erzeugt werden, eine Entschachtelung zu bewirken. Der Adressengenerator **342** ist wie in [Fig. 7](#) gezeigt ausgebildet und so angeordnet, dass er korrespondierende Adressen zum Abbilden der aus jedem der COFDM-Unterträgersignale wiedergewonnenen Datensymbole in einen Ausgangsdatenstrom erzeugt.

**[0060]** Die verbleibenden Teile des in [Fig. 8](#) gezeigten COFDM-Empfängers sind vorhanden, um eine Fehlerkorrekturdecodierung und Entschachtelung zum Korrigieren von Fehlern und Wiedergewinnen einer Schätzung der Quellendaten zu bewirken. Insbesondere arbeiten ein Innencode-Entschachteler **316** und ein Innendecodierer **318**, um eine Decodierung des inneren Faltungscodes zu bewirken der vom inneren Verschachteler **30** und inneren Codierer **28** des in [Fig. 1](#) gezeigten Senders eingebracht wird. Ein äußerer Entschachteler **420** und ein äußerer Decodierer **322** arbeiten zum Bewirken einer Decodierung des Reed-Solomon-Codes, um eine Schätzung der Daten aus der Quelle **1** wiederzugewinnen, nachdem sie von einem Entwürfler **324** entwürfelt sind.

**[0061]** Ein durch die vorliegende Technik bereitgestellter Vorteil sowohl für den Empfänger als auch den Sender ist, dass ein Symbolverschachteler und ein Symbolentschachteler, die in Empfängern und Sendern arbeiten, zwischen dem 2k-, 8k- und 4k-Modus durch Änderung der Generatorpolynome und der Permutationsordnungen geschaltet werden können. Dadurch ist eine flexible Implementierung bereitgestellt, da ein Symbolverschachteler und -entschachteler wie in den [Fig. 4](#) und [Fig. 9](#) gezeigt mit einem wie in jeder der [Fig. 5](#), [Fig. 6](#) oder [Fig. 7](#) dargestellten Adressengenerator gebildet sein können. Der Adressengenerator kann deshalb durch Änderung bezüglich der für jeden des 2k-, 4k- und 8k-Modus angezeigten Generatorpolynome und der Permutationsordnungen an die unterschiedlichen Moden adaptiert werden. Beispielsweise kann dies durch Benutzung einer Softwareänderung bewirkt werden. Alternativ dazu kann bei anderen Ausführungsformen ein eingebettetes TPS-Signal, das den Modus der DVB-T-Übertragung anzeigt, im Empfänger in der TPS-Kanalverarbeitungseinheit **311** detektiert und zum automatischen Konfigurieren des Symbolentschachtelers entsprechend dem detektierten Modus benutzt werden.

**[0062]** Bezüglich der oben beschriebenen Ausführungsformen können unterschiedliche Modifikationen ohne Verlassen des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung gemacht werden. Insbesondere ist die beispielhafte Darstellung des Generatorpolynoms und der Permutationsordnung, die zur Darstellung von Aspekten der Erfindung benutzt worden sind, nicht beabsichtigt, einschränkend zu sein, und sie erstreckt sich auf äquivalente Formen des Generatorpolynoms und der Permutationsordnung.

**[0063]** Wie zu erkennen ist, sind der Sender und Empfänger, die in den [Fig. 1](#) bzw. [8](#) gezeigt sind, nur als Illustrationen bereitgestellt und sind nicht als einschränkend beabsichtigt. Beispielsweise ist zu erkennen, dass die Position des Symbolverschachtelers und -entschachtelers in Bezug auf beispielsweise des Bitverschachtelers und des Abbilders und Desabbilders geändert werden kann. Wie zu erkennen ist, bleibt die Wirkung des Verschachtelers und Entschachtelers durch seine relative Position ungeändert, obgleich der Verschachteler I/Q-Symbole anstelle von v-Bit-Vektoren verschachteln kann. Eine korrespondierende Änderung kann im Empfänger gemacht werden. Demgemäß können der Verschachteler und Entschachteler bezüglich unterschiedlicher Datentypen arbeiten und können bezüglich der bei den beispielhaften Ausführungsformen beschriebenen Position unterschiedlich positioniert werden.

**[0064]** Wie oben erwähnt finden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung bei DVB-Standards wie beispielsweise DVB-T und DVB-H Anwendung. Beispielsweise können Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in einem Sender oder Empfänger benutzt werden, die entsprechend dem DVB-H-Standard arbeiten, in Handmobilendgeräten benutzt werden. Die Mobilendgeräte können beispielsweise mit Mobiltelefonen (sei es die zweite, dritte oder höhere Generation) oder PDAs (Personal Digital Assistants (persönliche digitale Assistenten)) oder Tablett-PCs integriert werden. Solche Mobilendgeräte können zum Empfang von DVB-H- oder DVB-T-kompatiblen Signalen im Innern von Gebäuden oder bei der Bewegung in beispielsweise Fahrzeugen oder Zügen selbst bei hohen Geschwindigkeit fähig sein. Die mobilen Endgeräte können beispielsweise durch Batterien, Netzelektrizität oder eine Niederspannungs-Gleichspannungsversorgung oder aus einer Fahrzeugbatterie mit Energie versorgt werden. Dienste, die durch DVB-H bereitgestellt werden können, können Sprache, Nachrichtenübertragung, Internetbrowsing, Funk, Steh- und/oder Bewegt-Videobilder, Fernsehdienste, interaktive Dienste, Video- oder Nahvideo auf Abruf umfassen. Die Dienste können in Kombination miteinander arbeiten. Es ist zu erkennen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf eine Anwendung mit DVB beschränkt ist, sondern auf andere Standards zur Übertragung oder zum Empfang sowohl fest als auch mobil erweitert werden.

Referenzen

[1] EN 300 744, „Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television“, ETSI.

Patentansprüche

1. Datenverarbeitungsgerät, das zum Abbilden von auf einer vorbestimmten Anzahl von Trägersignalen eines Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexed (Orthogonalfrequenzgemultiplext-) bzw. OFDM-Symbols zu kommunizierenden Eingangssymbolen betriebsfähig ist, wobei das Datenverarbeitungsgerät aufweist:  
 einen Verschachtelerspeicher, der zum Einlesen der vorbestimmten Anzahl von Datensymbolen zur Abbildung auf die OFDM-Trägersignale und zum Auslesen der Datensymbole für die OFDM-Träger zum Bewirken der Abbildung betriebsfähig ist, wobei das Auslesen in einer anderen Ordnung als das Einlesen ist, wobei die Ordnung von einem Satz von Adressen mit dem Effekt, dass die Datensymbole auf den Trägersignalen verschachtelt sind, bestimmt ist,  
 einen Adressengenerator, der zum Erzeugen des Satzes von Adressen betriebsfähig ist, wobei für jedes der Eingangssymbole eine Adresse erzeugt wird, um eines der Trägersignale, auf welches das Datensymbol abzubilden ist, anzuzeigen, wobei der Adressengenerator aufweist:  
 ein Linearrückkopplungsschieberegister, das eine vorbestimmte Anzahl von Registerstufen aufweist und zum Erzeugen einer Pseudozufallsbitfolge entsprechend einem Generatorpolynom betriebsfähig ist,  
 eine Permutationsschaltung, die zum Empfang des Inhalts der Schieberegisterstufen und zum Permutieren der in den Registerstufen präsenten Bits entsprechend einer Permutationsordnung zur Bildung einer Adresse eines der OFDM-Träger betriebsfähig ist, und  
 eine Steuerungseinheit, die in Kombination mit einer Adressenprüfschaltung zum Regenerieren einer Adresse, wenn eine erzeugte Adresse eine vorbestimmte maximale gültige Adresse überschreitet, betriebsfähig ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass  
 die vorbestimmte maximale gültige Adresse dreitausendundvierundzwanzig ist,  
 das Linearrückkopplungsschieberegister elf Registerstufen mit einem Generatorpolynom für das Linearrückkopplungsschieberegister von  $R'_i[10] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[2]$  aufweist und die Permutationsordnung eine Elfbitadresse  $R'_i[n]$  für das i-te Datensymbol aus dem in der n-ten Registerstufe  $R'_i[n]$  präsenten Bit entsprechend der Tabelle

$R'_i[n]$ für n =	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$R_i[n]$ für n =	7	10	5	8	1	2	4	9	0	3	6

bildet.

2. Datenverarbeitungsgerät nach Anspruch 1, wobei der Verschachtelerspeicher zum Bewirken der Abbildung der Eingangsdatensymbole auf die Trägersignale für geradzahlige OFDM-Symbole durch Einlesen der Datensymbole entsprechend dem vom Adressengenerator erzeugten Satz von Adressen und Auslesen in einer sequentiellen Ordnung und für ungeradzahlige OFDM-Symbole durch Einlesen der Symbole in den Speicher in einer sequentiellen Ordnung und Auslesender Datensymbole aus dem Speicher entsprechend dem vom Adressengenerator erzeugten Satz von Adressen betriebsfähig ist.

3. Sender zur Übertragung von Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexing (Orthogonalfrequenzmultiple-

xieren) bzw. OFDM benutzenden Daten, wobei der Sender ein Datenverarbeitungsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

4. Sender nach Anspruch 3, wobei der Sender zum Übertragen von Daten entsprechend dem Digital-Video-Broadcasting-Terrestrial-(Terestrisch-Digitalfernsehtechnik-) oder Digital-Video-Handheld-Standard (Tragbar- bzw. Hand-Digitalfernsehtechnik-Standard) betriebsfähig ist.

5. Datenverarbeitungsgerät, das zum Abbilden von Symbolen, die von einer vorbestimmten Anzahl von Trägersignalen eines Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexing bzw. OFDM-Symbols empfangen werden, in einen Ausgangssymbolstrom betriebsfähig ist, wobei das Datenverarbeitungsgerät aufweist:

einen Entschachtelerspeicher, der zum Einlesen der vorbestimmten Anzahl von Datensymbolen von den OFDM-Trägersignalen und Auslesen der Datensymbole in den Ausgangssymbolstrom zum Bewirken der Abbildung betriebsfähig ist, wobei das Auslesen in einer anderen Ordnung als das Einlesen ist, wobei die Ordnung von einem Satz von Adressen mit dem Effekt, dass die Datensymbole von den OFDM-Trägersignalen entschachtelt sind, bestimmt ist,

einen Adressengenerator, der zum Erzeugen eines Satzes von Adressen betriebsfähig ist, wobei für jedes der empfangenen Datensymbole eine Adresse erzeugt wird, um das OFDM-Trägersignal, von welchem das empfangene Datensymbol in den Ausgangssymbolstrom abzubilden ist, anzuzeigen, wobei der Adressengenerator aufweist:

ein Linearrückkopplungsschieberegister, das eine vorbestimmte Anzahl von Registerstufen aufweist und zum Erzeugen einer Pseudozufallsbitfolge entsprechend einem Generatorpolynom betriebsfähig ist,

eine Permutationsschaltung, die zum Empfangen des Inhalts der Schieberegisterstufen und zum Permutieren der in den Schieberegisterstufen präsenten Bits entsprechend einer Permutationsordnung zur Bildung einer Adresse eines der OFDM-Träger betriebsfähig ist, und

eine Steuerungseinheit, die in Kombination mit einer Adressenprüfschaltung zum Regenerieren einer Adresse, wenn eine erzeugte Adresse eine vorbestimmte maximale gültige Adresse überschreitet, betriebsfähig ist, dadurch gekennzeichnet, dass

die vorbestimmte maximale gültige Adresse dreitausendundvierundzwanzig ist,

das Linearrückkopplungsschieberegister elf Registerstufen mit einem Generatorpolynom für das Linearrückkopplungsschieberegister von  $R'_i[10] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[2]$  aufweist und die Permutationsordnung eine Elfbitadresse  $R_i[n]$  für das i-te Datensymbol aus dem in der n-ten Registerstufe  $R'_i[n]$  präsenten Bit entsprechend der Tabelle

$R'_i[n]$ für $n =$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$R_i[n]$ für $n =$	7	10	5	8	1	2	4	9	0	3	6

bildet.

6. Datenverarbeitungsgerät nach Anspruch 5, wobei der Entschachtelerspeicher zum Bewirken der Abbildung der empfangenen Datensymbole von den Trägersignalen in den Ausgangsdatenstrom für geradzahlige OFDM-Symbole durch Einlesen der Datensymbole entsprechend einer sequentiellen Ordnung und Auslesen der Datensymbole aus dem Speicher entsprechend dem vom Adressengenerator erzeugten Satz von Adressen und für ungeradzahlige OFDM-Symbole durch Einlesen der Symbole in den Speicher entsprechend dem vom Adressengenerator erzeugten Satz von Adressen und Auslesen der Datensymbole aus dem Speicher entsprechend einer sequentiellen Ordnung ausgebildet ist.

7. Empfänger zum Empfang von Daten von einem modulierten Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexing- bzw. OFDM-Signal, wobei der Empfänger ein Datenverarbeitungsgerät nach einem der Ansprüche 5 oder 6 aufweist.

8. Empfänger nach Anspruch 7, wobei der Empfänger zum Empfangen von Daten, die entsprechend dem Digital-Video-Broadcasting-Terrestrial- oder -Handheld-Standard moduliert worden sind, betriebsfähig ist.

9. Verfahren zur Abbildung von auf einer vorbestimmten Anzahl von Trägersignalen eines Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexed- bzw. OFDM-Symbols zu kommunizierenden Eingangssymbolen, wobei das Verfahren aufweist:

Einlesen der vorbestimmten Anzahl von Datensymbolen zur Abbildung auf die OFDM-Trägersignale, Auslesen der Datensymbole für die OFDM-Träger zum Bewirken der Abbildung, wobei das Auslesen in einer anderen Ordnung als das Einlesen ist, wobei die Ordnung von einem Satz von Adressen mit dem Effekt, dass die Datensymbole auf den Trägersignalen verschachtelt sind, bestimmt wird,

Erzeugen des Satzes von Adressen, wobei für jedes der Eingangssymbole eine Adresse zum Anzeigen eines der Trägersignale, auf welches das Datensymbol abzubilden ist, erzeugt wird, wobei die Erzeugung des Satzes von Adressen aufweist:

Benutzen eines eine vorbestimmte Anzahl von Registerstufen aufweisenden Linearrückkopplungsschieberegisters zum Erzeugen einer Pseudozufallsbitfolge entsprechend einem Generatorpolynom,  
 Benutzen einer Permutationsschaltung, das zum Empfangen des Inhalts der Schieberegisterstufen zum Permutieren der in den Registerstufen präsenten Bits entsprechend einer Permutationsordnung zur Bildung einer Adresse betreibbar ist, und  
 Neuerzeugen einer Adresse, wenn eine erzeugte Adresse eine vorbestimmte maximale gültige Adresse überschreitet, dadurch gekennzeichnet, dass  
 die vorbestimmte maximale gültige Adresse dreitausendundvierundzwanzig ist,  
 das Linearrückkopplungsschieberegister elf Registerstufen mit einem Generatorpolynom für das Linearrückkopplungsschieberegister von  $R'_i[10] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[2]$  aufweist und die Permutationsordnung eine Elfbitadresse  $R_i[n]$  für das i-te Datensymbol aus dem in der n-ten Registerstufe  $R'_i[n]$  präsenten Bit entsprechend der Tabelle

$R'_i[n]$ für n =	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$R_i[n]$ für n =	7	10	5	8	1	2	4	9	0	3	6

bildet.

10. Verfahren zur Abbildung von Symbolen, die von einer vorbestimmten Anzahl von Trägersignalen eines Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexed- bzw. OFDM-Symbols empfangen werden, in einen Ausgangssymbolstrom, wobei das Verfahren aufweist:

Einlesen der vorbestimmten Anzahl von Datensymbolen von den OFDM-Trägersignalen,  
 Auslesen der Datensymbole in den Ausgangssymbolstrom, um die Abbildung zu bewirken, wobei das Auslesen in einer anderen Ordnung als das Einlesen ist, wobei die Ordnung von einem Satz von Adressen mit dem Effekt, dass die Datensymbole von den OFDM-Trägersignalen entschachtelt sind, bestimmt wird,  
 Erzeugen des Satzes von Adressen, wobei für jedes der empfangenen Symbole eine Adresse erzeugt wird, um das OFDM-Trägersignal, von dem das empfangene Datensymbol in den Ausgangssymbolstrom abzubilden ist, anzuzeigen, wobei die Erzeugung des Satzes von Adressen aufweist:  
 Benutzen eines eine vorbestimmte Anzahl von Registerstufen aufweisenden Linearrückkopplungsschieberegisters zum Erzeugen einer Pseudozufallsbitfolge entsprechend einem Generatorpolynom,  
 Benutzen einer Permutationsschaltung zum Empfangen des Inhalts der Schieberegisterstufen zum Permutieren der in den Registerstufen präsenten Bits entsprechend einer Permutationsordnung zur Bildung einer Adresse, und  
 Neuerzeugen einer Adresse, wenn eine erzeugte Adresse eine vorbestimmte maximale gültige Adresse überschreitet, dadurch gekennzeichnet, dass  
 die vorbestimmte maximale gültige Adresse dreitausendundvierundzwanzig ist,  
 das Linearrückkopplungsschieberegister elf Registerstufen mit einem Generatorpolynom für das Linearrückkopplungsschieberegister von  $R'_i[10] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[2]$  aufweist und die Permutationsordnung eine Elfbitadresse  $R_i[n]$  für das i-te Datensymbol aus dem in der n-ten Registerstufe  $R'_i[n]$  präsenten Bit entsprechend der Tabelle

$R'_i[n]$ für n =	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$R_i[n]$ für n =	7	10	5	8	1	2	4	9	0	3	6

bildet.

11. Adressengenerator zur Benutzung mit einer Übertragung oder einem Empfang von Datensymbolen, die auf Subträgern eines Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexed- bzw. OFDM-Symbols verschachtelt sind, wobei der Adressengenerator zum Erzeugen eines Satzes von Adressen betriebsfähig ist, wobei jede Adresse für jedes der Datensymbole erzeugt wird, um eines der Trägersignale, auf welches das Datensymbol abzubilden ist, anzuzeigen, wobei der Adressengenerator aufweist:

ein Linearrückkopplungsschieberegister, das eine vorbestimmte Anzahl von Registerstufen aufweist und zum Erzeugen einer Pseudozufallsbitfolge entsprechend einem Generatorpolynom betriebsfähig ist,  
 eine Permutationsschaltung, die zum Empfangen des Inhalts der Schieberegisterstufen und zum Permutieren der in den Registerstufen präsenten Bits entsprechend einer Permutationsordnung zur Bildung einer Adresse betriebsfähig ist, und

eine Steuerungseinheit, die in Kombination mit einer Adressenprüfschaltung zum Neuerzeugen einer Adresse, wenn eine erzeugte Adresse eine vorbestimmte maximale gültige Adresse überschreitet, betriebsfähig ist, dadurch gekennzeichnet, dass

die vorbestimmte maximale gültige Adresse dreitausendundvierundzwanzig ist,

das Linearrückkopplungsschieberegister elf Registerstufen mit einem Generatorpolynom für das Linearrückkopplungsschieberegister von  $R'_i[10] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[2]$  aufweist und die Permutationsordnung eine Elfbitadresse  $R_i[n]$  für das  $i$ -te Datensymbol aus dem in der  $n$ -ten Registerstufe  $R'_i[n]$  präsenten Bit entsprechend der Tabelle

$R'_i[n]$ für $n =$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$R_i[n]$ für $n =$	7	10	5	8	1	2	4	9	0	3	6

bildet.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

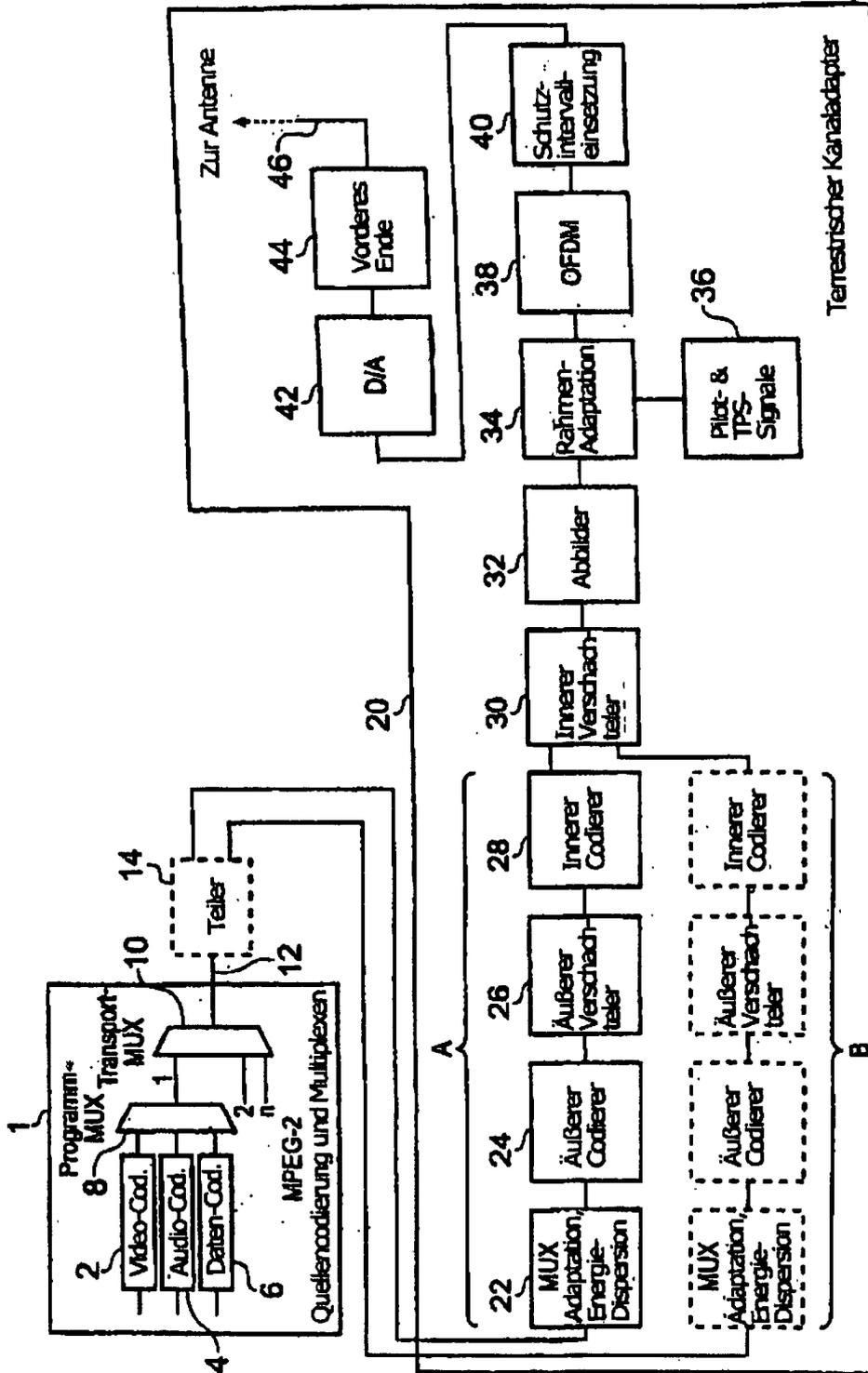


Fig. 1

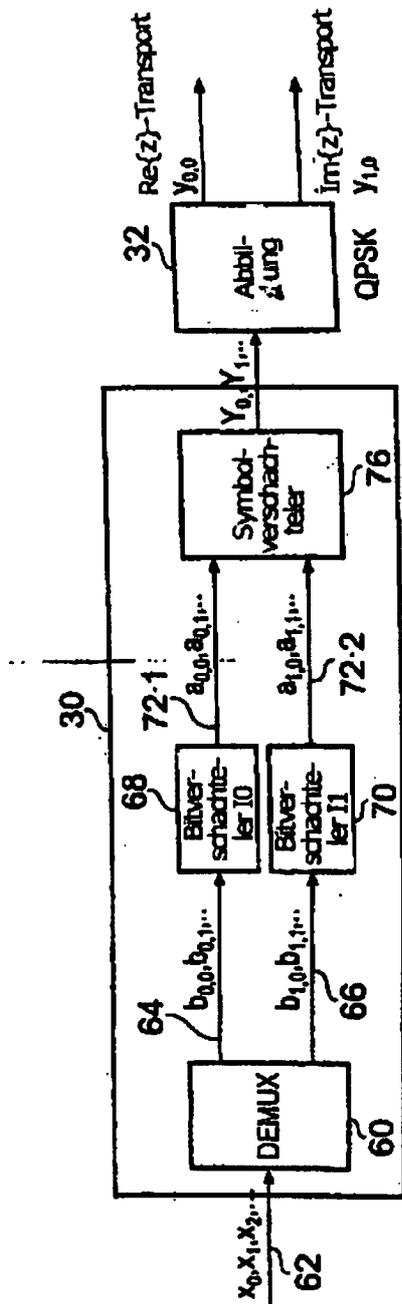


Fig. 2

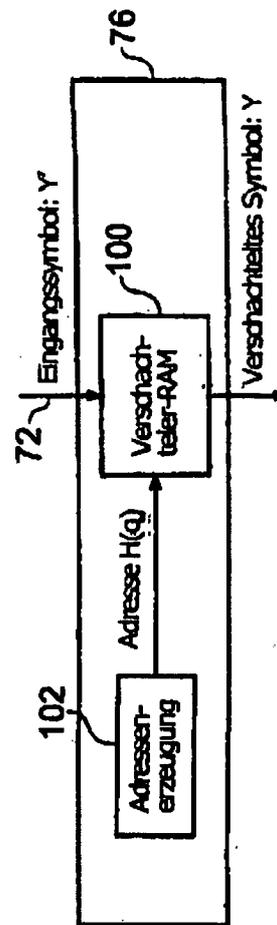


Fig. 3

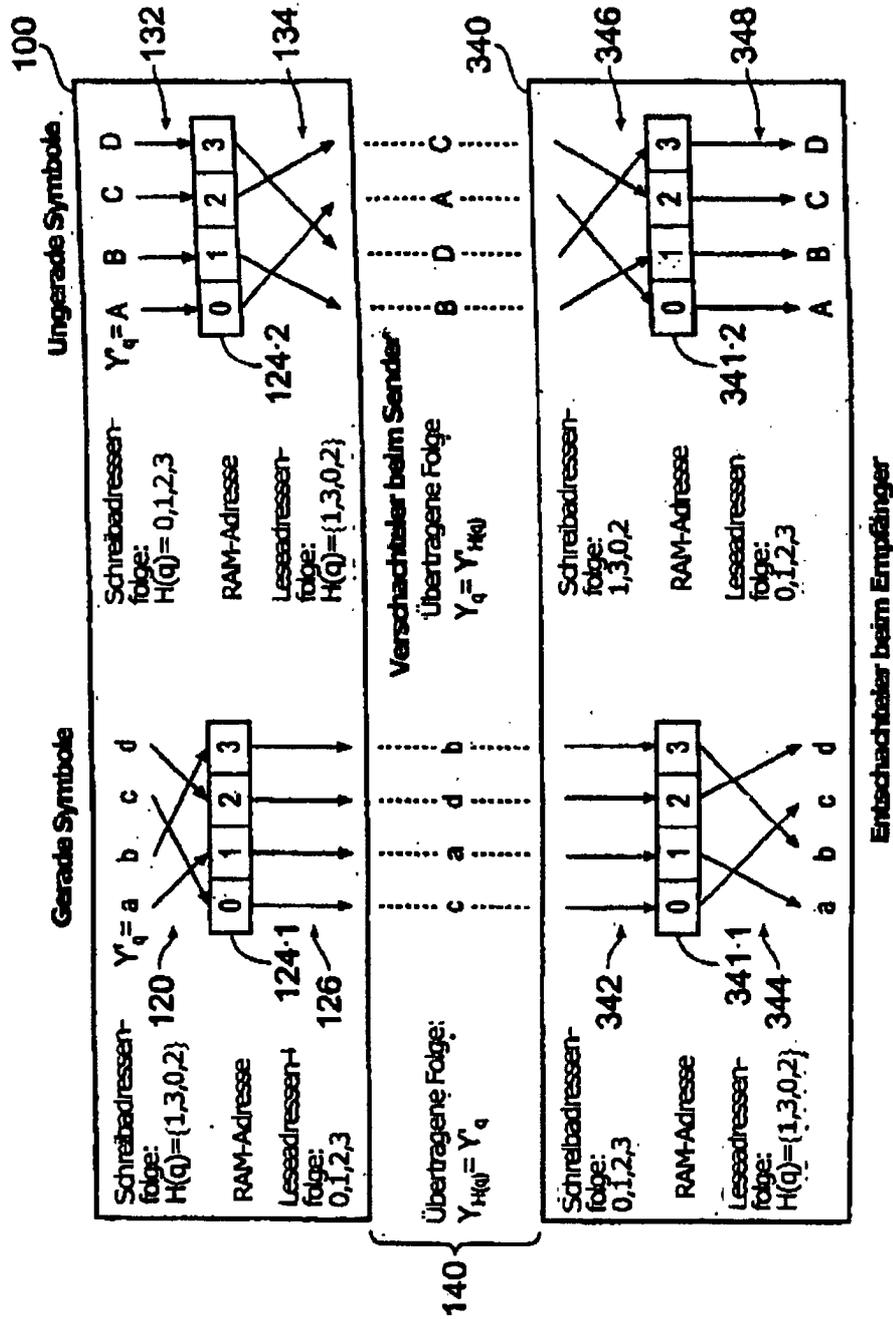


Fig. 4



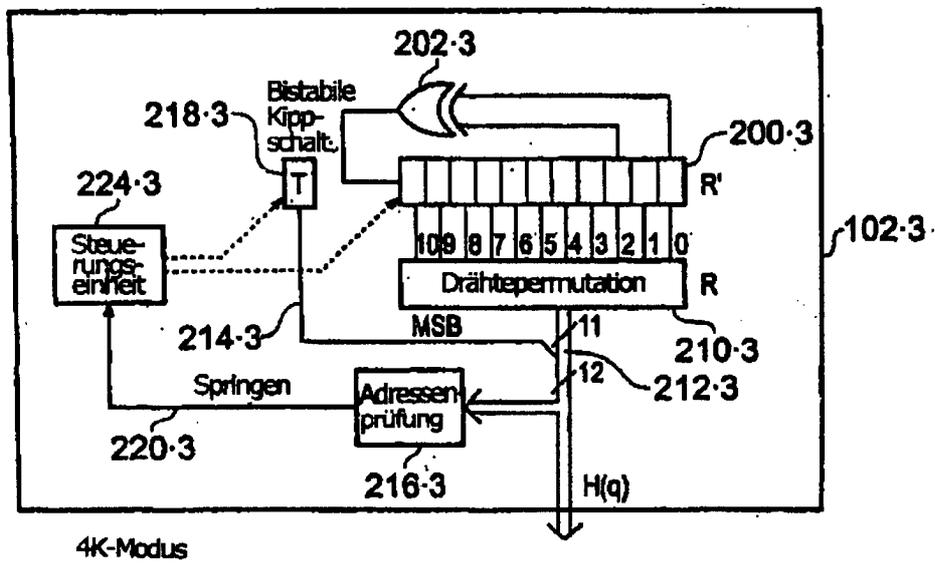


Fig. 7

