



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 38 807 T2** 2008.10.30

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 939 527 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 38 807.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 102 833.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **18.02.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.09.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **05.12.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.10.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 27/26** (2006.01)  
**H04L 5/02** (2006.01)

(73) Patentinhaber:

**Sony Deutschland GmbH, 10785 Berlin, DE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FI, FR, GB, SE**

(74) Vertreter:

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

(72) Erfinder:

**Böhnke, Ralf c/o SONY INT, 70736 Fellbach, DE;  
Izumi, Seiichi c/o SONY INT, 70736 Fellbach, DE**

(54) Bezeichnung: **Abbildung von Mehrträgersignalen in GSM-Zeitschlitten**

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

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Zuordnen von Daten und Pilotzeichen in einem OFDM-System.

**[0002]** Pilotzeichen sind für eine Kanalbewertung erforderlich, um eine zusammenhängende Erfassung von z. B. OFDM-modulierten Signalen zu bewirken. Die Benutzung von Pilotzeichen zur Kanalbewertung führt indessen zu Unkosten, und es ist somit wünschenswert, die Anzahl von Pilotzeichen auf einem Minimum zu halten. Die Anzahl von für eine gewünschte Bit-Fehlerrate und eine Doppler-Frequenz benötigten Pilotzeichen ist sowohl von der Vermehrung von (Kanal-)Charakteristika als auch des Pilotmusters, das in Orthogonal-Frequenzteilungs-Multiplex-(OFDM)-Systemen benutzt wird, äußerst abhängig.

**[0003]** Ein mobiler Kanal führt Multipfad-Verzerrungen der Signalwellenformen ein. Sowohl die Amplitude als auch die Phase werden verfälscht, und die Kanal-Charakteristika ändern sich wegen der Bewegungen der mobilen Station.

**[0004]** Um eine zusammenhängende Erfassung durchführen zu können, sind zuverlässige Kanalbewertungen erforderlich. Dies kann durch gelegentliches Übertragen bekannter Daten oder sog. "Pilotzeichen" erreicht werden. Der Empfänger interpoliert die Kanalinformation, die von den Pilotzeichen abgeleitet wird, um eine Kanalbewertung für das Datensignal zu gewinnen. Eine zusammenhängende Modulation ergibt eine gute Ausführung. Sie erfordert jedoch wegen der erforderlichen Kanalbewertung eine höhere Komplexität auf der Empfängerseite.

**[0005]** Das Orthogonal-Frequenzteilungs-Multiplexen (OFDM) ist vor kurzem für verschiedene Funksysteme vorgeschlagen worden, und es besteht ein wachsendes Interesse an der Benutzung dieser Technik für die nächste Generation von mobilen Kommunikationssystemen. In OFDM-Systemen kann das Informationssignal als geteilt und durch verschiedene Schmalband-Hilfsträger übertragen betrachtet werden. Typischerweise ist in praktischen OFDM-Systemen der Frequenzabstand geringer als die Kohärenz-Bandbreite, und die Zeichendauer ist geringer als die Kohärenzzeit. Das bedeutet, dass ein Empfänger und ein Pilot-Bewertungsmuster, die einen Vorteil aus der relativ großen Kohärenz-Bandbreite und der Kohärenzzeit ziehen, mit weniger Pilotzeichen auskommen können, um dadurch die Unkosten zu minimieren, die durch die Pilotzeichen verursacht werden.

**[0006]** Die Benutzung von Pilotzeichen für eine Kanalbewertung in OFDM-Systemen ist beispielsweise in "Pilot Assisted Channel Estimation for OFDM in

Mobile Cellular Systems" von Tufvesson und Masing, Department of Applied Electronics, Lund-Universität, Schweden, VTC-97, offenbart.

**[0007]** Vor kurzem ist ein Zuordnen von OFDM-Zeichen in GSM-Zeitschlitzten vorgeschlagen worden, um Kompatibilität eines OFDM-Übertragungssystems mit dem gegenwärtigen GSM-System zu schaffen, wie dies in [Fig. 1](#) gezeigt ist. Wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich sind gemäß diesem bekannten Vorschlag zwei OFDM-Zeichen S1, S2 mit jeweils einer Zeitdauer von 240  $\mu$ s zusammen mit einer Schutzzeit von 48  $\mu$ s zwischen zwei benachbarte OFDM-Zeichen S1, S2 eingefügt und haben eine Zeitdauer von jeweils 48  $\mu$ s, die in einen GSM-Zeitschlitz mit der bekannten Zeitdauer von ungefähr 576,9  $\mu$ s passen.

**[0008]** Die Schutzzeit des bekannten Vorschlags mit einer Zeitdauer von 48  $\mu$ s ist für einen "Worst Case"-Zustand bestimmt worden, d. h. für starke Multipfadeffekte, wie z. B. in dem Fall, in dem sich der Benutzer schnell im Freien bewegt. Für Innenanwendungen ist die Schutzzeit von 48  $\mu$ s üblicherweise nicht erforderlich, und die minimal erforderliche Schutzzeit kann bei Innenanwendungen mit einem sich langsam bewegenden Benutzer so klein wie z. B. 5  $\mu$ s sein. Daher verringert die Schutzzeit von 48  $\mu$ s unnötigerweise die effektive Bitrate der Übertragung.

**[0009]** Es ist jedoch nicht möglich, nur die Schutzzeit zu minimieren und die Zeitdauer der OFDM-Zeichen S1, S2 zu maximieren, da eine Änderung der Zeitdauer der OFDM-Zeichen automatisch eine Modifizierung des Hilfsträgerabstands der Hilfsträger des OFDM-Systems mit sich bringt, die durch die bekannten Eigenschaften eines solchen Systems verursacht wird.

**[0010]** In dem Aufsatz "Evolution of the GSM air interface into wideband services", Gudmundson et al, IEE Colloquium an Advanced TDMA Techniques und Applications, 1996, wird eine Breitbandentwicklung für eine Zellulartechnik vorgeschlagen, die ein Zeitteilungs-Mehrfachzugriffsschema ist, das mit GSM kompatibel ist. Das vorgeschlagene System basiert auf der Basis-GSM-Schlitzstruktur mit 200 kHz Trägerabstand, 577 ms-Zeitschlitzten und 8 Zeitschlitzten pro Rahmen. Die Zeitschlitzte enthalten eine Einlernfolge, Daten-Bursts, Kennzeichnungsbits und eine Schutzzeit. Während die GSM-Schlitzstruktur beibehalten wird, schlägt der Aufsatz ein Burst-Format vor, das die folgenden Parameter zufügt: 34 Datenzeichen gefolgt von 20 Einlernzeichen und 34 Datenzeichen, wobei zwei Schlusszeichen an jedem Ende zugefügt sind und nicht zwingend 6 Schutzzeitzeichen auf der rechten Seite der Burst-Struktur zugefügt werden können.

**[0011]** In "High Bit Rate Services for UMTS Using

Wideband TDMA Carriers", (IEE International Conference on Universal Personal Communications 29.9.1996–2.10.1996) vergleichen Nikula und Malmkäki die Durchführbarkeit von vier TMDA-basierten Funkschnittstellen für UMTS, um einen bis zu 2 Mbit/s-Service bereitzustellen. Durch diesen Vergleich wird gezeigt, dass GSM-kompatible Mehrträger- und Einträgerlösungen mit binärer Mehrpegel-Offset-QAM-Modulation für Mikro-Zellen und Innenzellen durchführbar sind. Die vorgeschlagenen Burst-Strukturen sind mit GSH identisch, die eine mit zwei Datenbitfolgen und einer Einlernfolge, jedoch ist die Anzahl von Datenbits in einem Burst größer als für GSM. Tatsächlich sind die vorgeschlagenen Bursts zeitlich so lang wie die GSM-Burst, jedoch sind die Träger-Bitraten höher, so dass das Ausmaß der Unkosten verringert ist.

**[0012]** Jedoch ist die Zeitdauer der Einlernfolge gemäß den zwei zuvor beschriebenen Aufsätzen nicht direkt an die Zeitdauer der zwei Datenfolgen gekoppelt, so dass es nicht möglich ist, den Hilfsträgerabstand der Hilfsträger des Systems beizubehalten.

**[0013]** Die Aufgabe der vorliegende Erfindung besteht darin, eine Technik zum Zuordnen von Daten in einem OFDM-System mit einer verbesserten effektiven Bit-Übertragungsrate zu schaffen und die insbesondere in (Langsambewegungs-)Innensituationen oder in Nahbereichs-Außensituationen angewendet werden kann.

**[0014]** Diese Aufgabe wird mittels der Merkmale der vorliegenden unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche entwickeln den Gedanken der Erfindung weiter.

**[0015]** Der Hauptgedanke der Erfindung ist, dadurch die Schutzzeit auf eine minimal erforderliche Zeitdauer zu verringern und den eingesparten Zeitschlitz dazu zu benutzen, einen Mittelsatz zwischen zwei aufeinanderfolgende OFDM-Zeichen einzufügen. Um den Hilfsträgerabstand der Hilfsträger des OFDM-Systems beizubehalten und gleichzeitig eine Mittelsatz-Zeitdauer vorzusehen, die kürzer als die Zeitdauer der OFDM-Zeichen (z. B. 240  $\mu$ s) ist, gleicht die Zeitdauer des Mittelsatzes  $MA \cdot 1/n$  der Zeitdauer der OFDM-Zeichen, wobei  $n$  eine ganze Zahl größer als 1 ist.

**[0016]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist daher ein Drahtlos-Übertragungsverfahren vorgesehen, das ein OFDM-System benutzt, das eine Vielzahl von Hilfsträgern mit gleichen Abständen umfasst. Die Übertragung wird in Zeitschlitzten bewirkt. Ein Zeitschlitz umfasst zwei Zeichen, welche die gleiche Zeitdauer haben. Zwischen zwei jeweilige OFDM-modulierte Zeichen ist ein Mittelsatz eingefügt. Die Zeitdauer des Mittelsatzes entspricht dabei  $1/n$  der Zeitdauer der Zeichen, wobei  $n$  eine ganze Zahl größer

als 1 ist.

**[0017]** Die Übertragung des Mittelsatzes kann gemäß dem OFDM-System bewirkt werden, und nur jeder  $n$ -te Hilfsträger kann moduliert werden, wenn der Mittelsatz übertragen wird.

**[0018]** Die Übertragung des Mittelsatzes kann gemäß einem Einfachträger-System bewirkt werden, das noch OFDM-modulierte Zeichen in Nachbarschaft des Mittelsatzes beibehält.

**[0019]** Der Mittelsatz kann benutzt werden, um Pilotzeichen zu übertragen, um auf diese Weise die Kanalbewertung für eine zusammenhängende Übertragung zu bewirken.

**[0020]** Es kann eine bekannte Einlernfolge benutzt werden, um die Pilotzeichen durch eine einzige Trägermodulation zu erzeugen. Die Kanalbewertung kann durch Vergleichen der Zeit zur Frequenztransformation der bekannten einzigen Träger-Einlernfolge mit einer Zeit zur Frequenztransformation einer empfangenen Einlernfolge durchgeführt werden.

**[0021]** Eine Kanalbewertung kann auf der Grundlage eines empfangenen Pilotzeichens nach Bewirken einer Disjret-Fourier-Transformation durch Vergleichen der empfangenen Pilot-Hilfsträgerinformation mit der bekannten Pilotfolge durchgeführt werden.

**[0022]** Die Kanalbewertung auf der Grundlage der Mittelsatzdaten kann für die zwei benachbarten Zeichen gültig sein.

**[0023]** Die zwei Zeichen können zusammen mit dem Mittelsatz in einen Zeitschlitz des GSM-Standards passen.

**[0024]** Der Mittelsatz kann zur Frequenz- und Zeitsynchronisierung mittels einer Korrelationstechnik benutzt werden.

**[0025]** Das Übertragungsverfahren, wie es zuvor beschrieben wurde, kann insbesondere für Innenanwendungen oder Nahbereichsanwendungen, bei denen nur eine kleine Schutzzeit erforderlich ist, benutzt werden.

**[0026]** Die vorliegende Erfindung sieht überdies ein Drahtlos-Übertragungssystem vor, das einen Sender und einen Empfänger umfasst, die ein OFDM-System benutzen, das eine Vielzahl von Hilfsträgern mit gleichen Abständen umfasst. Die Übertragung wird in Zeitschlitzten bewirkt, wobei ein Zeitschlitz zwei OFDM-modulierte Zeichen umfasst, welche die gleiche Zeitdauer haben. Zwischen die zwei OFDM-modulierten Zeichen ist ein Mittelsatz eingefügt, wobei die Zeitdauer des Mittelsatzes  $1/n$  der Zeitdauer der Zeichen entspricht, wobei  $n$  eine ganze Zahl größer als

1 ist.

**[0027]** Der Sender kann dafür eingerichtet sein, den Mittelsatz gemäß dem OFDM-System zu übertragen, und der Sender kann einen Modulator umfassen, der nur jeden n-ten Hilfsträger moduliert, wenn der Mittelsatz übertragen wird.

**[0028]** Der Sender kann dafür eingerichtet sein, den Mittelsatz gemäß einem Einfachträgersystem zu übertragen.

**[0029]** Der Sender kann Pilotzeichen in dem Mittelsatz übertragen, und der Empfänger kann einen Kanalbewerter zum Bewirken einer Kanalbewertung für eine zusammenhängende Übertragung auf der Grundlage der empfangenen Pilotzeichen umfassen.

**[0030]** Die zwei Zeichen können zusammen mit dem Mittelsatz in einen Zeitschlitz des GSM-Standards passen.

**[0031]** Der Empfänger kann Korrelationsmittel zur Frequenz- und Zeitsynchronisierung auf der Grundlage einer Korrelation von Abtastproben des Mittelsatzes umfassen. Die vorliegende Erfindung sieht überdies einen Sender zur Übertragung von Daten gemäß einem OFDM-System vor. Der Sender umfasst dabei einen Kollektor zum Sammeln von Daten für ein erstes Zeichen eines Zeitschlitzes, Daten für einen Mittelsatz und Daten für ein zweites Zeichen des Zeitschlitzes in dieser Reihenfolge. Die Zeitdauer des Mittelsatzes entspricht dabei  $1/n$  der Zeitdauer des ersten bzw. des zweiten Zeichens, wobei n eine ganze Zahl größer als 1 ist. Der Kollektor ist mit einem OFDM-Modulator verbunden, der zumindest die ersten und die zweiten Zeichen auf einer Vielzahl von Hilfsträgern gemäß dem OFDM-System moduliert.

**[0032]** Der Sender kann überdies eine Pilotzeichen-Erzeugungseinheit umfassen, die Pilotzeichen an eine Invers-Fourier-Transformationsschaltung ausgibt, wobei die Pilotzeichen, die von der Pilotzeichen-Erzeugungseinheit ausgegeben werden, dem Kollektor als Daten für den Mittelsatz zugeführt werden. Der Modulator moduliert die Pilotzeichen in dem Mittelsatz auf jedem n-ten Hilfsträger eines OFDM-Systems.

**[0033]** Alternativ dazu kann der Sender ein Einlernfolge-Erzeugungsmittel umfassen, das eine Einlernfolge direkt an den Kollektor als Daten für den Mittelsatz ausgibt. Der Modulator moduliert in diesem Fall die Einlernfolge in dem Mittelsatz gemäß einem Einfachträgersystem.

**[0034]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist überdies ein Empfänger für ein OFDM-System vorgesehen, der einen Kanalbewerter zur zusammenhängenden Erfassung von OFDM-modulierten Zeichen

umfasst. Der Kanalbewerter ist dazu eingerichtet, eine Kanalbewertung auf der Grundlage von Pilotzeichen eines Mittelsatzes zu bewirken, der zwischen zwei aufeinanderfolgenden OFDM-modulierten Zeichen eingefügt ist. Die Zeitdauer des Mittelsatzes gleicht dabei  $1/n$  der Zeitdauer der Zeichen, wobei n eine ganze Zahl größer als 1 ist.

**[0035]** Der Empfänger kann eine Korrelationseinheit zum Bewirken einer Zeit- und Frequenzsynchronisierung des Empfängers umfassen. Die Korrelationseinheit ist dazu eingerichtet, Abtastproben eines Mittelsatzes zu korrelieren, der zwischen zwei aufeinanderfolgenden OFDM-modulierten Zeichen eingefügt ist. Die Zeitdauer des Mittelsatzes gleicht dabei  $1/n$  der Zeitdauer der Zeichen, wobei n eine ganze Zahl größer als 1 ist.

**[0036]** Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden mittels verschiedener Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung und unter Bezugnahme auf die vorliegenden Figuren erklärt.

**[0037]** [Fig. 1](#) zeigt einen vor kurzem gemachten Vorschlag für das Zuordnen von OFDM-Zeichen und Schutzzeiten in einem GSM-Zeitschlitz.

**[0038]** [Fig. 2](#) zeigt das Zuordnen sowohl von zwei OFDM-Zeichen als auch eines Mittelsatzes in einem GSM-Zeitschlitz gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0039]** [Fig. 3](#) zeigt allgemein ein Drahtlos-Übertragungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung, das insbesondere zur Benutzung von OFDM-modulierten Signalen zumindest für die Zeichen des Zeitschlitzes bestimmt ist.

**[0040]** [Fig. 4](#) zeigt Zeitparameter für das Zuordnen von Zeichen und des Mittelsatzes, wie dies in [Fig. 2](#) gezeigt ist, in einem GSM-Zeitschlitz.

**[0041]** [Fig. 5](#) zeigt eine Anwendung der vorliegenden Erfindung, wobei der Mittelsatz für die Übertragung von Pilotzeichen gemäß einem OFDM-System benutzt wird, wobei nur jeder n-te Hilfsträger moduliert wird, wenn der Mittelsatz übertragen wird.

**[0042]** [Fig. 6](#) zeigt einen Sender gemäß der vorliegenden Erfindung, der Pilotzeichen in den Mittelsatz einfügt.

**[0043]** [Fig. 7](#) zeigt einen weiteren Sender zur drahtlosen Übertragung von OFDM-modulierten Signalen gemäß der vorliegenden Erfindung, der eine Einlernfolge in den Mittelsatz einfügt.

**[0044]** [Fig. 8](#) zeigt einen Teil eines Empfängers gemäß der vorliegenden Erfindung, der eine Kanalbewertung bewirkt.

[0045] [Fig. 9](#) zeigt einen Teil eines weiteren Empfängers gemäß der vorliegenden Erfindung, der eine Kanalbewertung bewirkt.

[0046] [Fig. 10](#) zeigt einen Teil eines weiteren Empfängers gemäß der vorliegenden Erfindung, der eine Korrelationstechnik bewirkt.

[0047] [Fig. 2](#) zeigt eine Ausführung des Hauptzwecks der vorliegenden Erfindung. Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich, umfasst ein Zeitschlitz gemäß der vorliegenden Erfindung in der folgenden Abfolge sowohl ein erstes OFDM-moduliertes Zeichen S1, einen Mittelsatz MA als auch ein zweites OFDM-moduliertes Zeichen S2. Der Mittelsatz MA kann auch OFDM-moduliert oder alternativ dazu einfachträgermoduliert sein. Zwischen den OFDM-modulierten Zeichen S1, S2 und dem Mittelsatz MA können zusätzlich kleine Zeitschlitze, wie Schutzzeiten, sog. Roll-Offs usw., vorgesehen sein. Die Zeitdauer des Mittelsatzes MA gleicht im allgemeinen  $1/n$  der Zeitdauer der OFDM-Zeichen S1, S2. In dem Ausführungsbeispiel, wie es in [Fig. 2](#) gezeigt ist, gleicht die Zeitdauer des Mittelsatzes MA  $30\ \mu\text{s}$ , wohingegen die Zeitdauer der OFDM-modulierten Zeichen S1, S2  $240\ \mu\text{s}$  beträgt. Zusammen mit der Schutzzeit, dem sog. Roll-Off usw. passen sowohl das OFDM-modulierte Zeichen S1, der Mittelsatz MA als auch das OFDM-modulierte Zeichen S2 exakt in einen Zeitschlitz gemäß dem GSM-Standard ( $576,9\ \mu\text{s}$ ).

[0048] Der Mittelsatz MA gemäß der vorliegenden Erfindung wird durch Verringern der Zeitdauer der Schutzzeit und Zusammenschumpfen der Zeit der verschiedenen Schutzzeiten, um einen Zeitschlitz für einen Mittelsatz MA zu erzeugen, erzeugt. Der Mittelsatz MA kann für die Übertragung jeder Art von Daten, wie z. B. Pilotzeichen für eine zusammenhängende Erfassung oder andere Nachrichten- oder Systemdaten, benutzt werden.

[0049] [Fig. 3](#) zeigt allgemein den Aufbau eines drahtlosen Übertragungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung. Das drahtlose Übertragungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst einen Sender **1** und einen Empfänger **2**. Wie wohlbekannt umfasst der Sender **1** eine Antenne **3**, und der Empfänger **2** umfasst eine Antenne **4**. In dem Beispiel gemäß [Fig. 3](#) umfasst der Sender **1** ein Pilotmuster-Erzeugungsmittel **5**. Das Pilotmuster (Folge), das durch das Pilotmuster-(Folge-)Erzeugungsmittel **5** erzeugt ist, wird einem Kanalbewerter **6** des Empfängers **2** als ein bekanntes Pilotmuster (Folge) vor der wirklichen Übertragung von Daten zugeführt. Das bekannte Pilot-(Folge-)Muster wird in einem Speicher des Empfängers **2** gespeichert.

[0050] Der Sender **1** umfasst einen Kollektor **8**, der sequentiell Pilotmuster aus dem Pilotmuster-Erzeugungsmittel **5** und wirkliche Daten, die zu modulieren

und zu übertragen sind, ausgibt. Auf der Empfangsseite empfängt der Empfänger **2** sowohl die eigentlichen Daten als auch die übertragenen Pilotmuster. Der Kanalbewerter **6** vergleicht die tatsächlich übertragenen und empfangenen Pilotmuster (Folgen) mit der bekannten Pilotfolge, die in einem Speicher des Empfängers **2** gespeichert sind, und gibt ein Kanalbewertungssignal **20** an eine Entscheidungsschaltung **7** aus. Auf der Grundlage der Kanalbewertung, die durch den Kanalbewerter **6** bewirkt ist, kann daher eine zusammenhängende Erfassung der modulierten Signale bewirkt werden. Daher können zusammenhängende modulierte Daten **8** von der Entscheidungsschaltung **7** auf der Grundlage des Kanalbewertungssignals **20** des Kanalbewerters **6** ausgegeben werden.

[0051] [Fig. 4](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung und im Einzelnen das Zuordnen von OFDM-modulierten Zeichen S1, S2 und des Mittelsatzes MA, das allgemein in

[0052] [Fig. 2](#) gezeigt worden ist, zusammen mit bevorzugten Zeitparametern. Der Zeitschlitz gemäß der vorliegenden Erfindung startet mit einer sog. Roll-Off-Zeit von z. B.  $6\ \mu\text{s}$  gefolgt von einer Schutzzeit von z. B.  $8\ \mu\text{s}$ . Dann folgt das erste OFDM-Zeichen S1 mit einer Zeitdauer von  $42\ \mu\text{s}$ . Als nächstes folgen sowohl Zeitschlitze einer kurzen Schutzzeit von  $2\ \mu\text{s}$  und ein sog. Roll-Off von  $6\ \mu\text{s}$  als auch ein weiteres sog. Roll-Off von  $6\ \mu\text{s}$  und eine weitere Schutzzeit von  $5\ \mu\text{s}$ . Dann folgt der Mittelsatz mit einer bevorzugten Zeitdauer von  $30\ \mu\text{s}$ . Dann folgt wieder eine kurze Schutzzeit von  $5\ \mu\text{s}$ , ein sog. Roll-Off von  $6\ \mu\text{s}$ , ein weiteres sog. Roll-Off von  $6\ \mu\text{s}$  und eine Schutzzeit von  $8\ \mu\text{s}$ . Dann folgt das zweite OFDM-modulierte Zeichen S2 mit einer Zeitdauer von  $240\ \mu\text{s}$ . Der Zeitschlitz gemäß der vorliegenden Erfindung wird durch eine Schutzzeit von  $2\ \mu\text{s}$  und ein sog. Roll-Off von  $6\ \mu\text{s}$  ergänzt.

[0053] Gemäß den Zeitparametern passen, wie in [Fig. 4](#) gezeigt, sowohl die OFDM-Zeichen S1, S2, der Mittelsatz MA als auch die erforderlichen kurzen Schutzzeiten, die im Vergleich zum Stand der Technik (5 bis  $10\ \text{ms}$  im Vergleich zu ungefähr  $48\ \mu\text{s}$ ) minimiert sind, und auch die sog. Roll-Off-Zeiten exakt in einen GSM-Zeitschlitz mit einer Zeitdauer von ungefähr  $576\ \mu\text{s}$ .

[0054] [Fig. 5](#) zeigt die Art und Weise, wie der Mittelsatz MA für die Übertragung von Pilotzeichen für eine zusammenhängende Erfassung in dem Fall benutzt werden kann, in dem auch der Mittelsatz gemäß dem OFDM-System übertragen wird.

[0055] Ein Mittelsatz MA ist im Falle von [Fig. 5](#) ein kurzes OFDM-Zeichen und wird nur für das/die Kanal-Ausloten/Bewertung benutzt. Die Kanalbewertung ist für die zwei benachbarten OFDM-modulier-



ten Nachrichten-Zeichen S1, S2 gültig.

**[0056]** Das kurze Pilotzeichen wird dabei durch OFDM-Zuweisung nur eines Subsatzes der insgesamt verfügbaren Hilfsträger SC erzeugt. Wenn die OFDM-Zeichendauer beispielsweise  $T_s$  ist, kann ein kurzes OFDM-Zeichen (Pilotzeichen) durch Zuweisung nur jedes  $n$ -ten Hilfsträgers erzeugt werden, was zu einer neuen, verringerten Zeichendauer von  $(T_s/n)$  führt. Der Hilfsträgerabstand muss jedoch nicht geändert werden.

**[0057]** Alternativ dazu kann das Pilotzeichen durch eine einzige Trägermodulation mit einer bekannten Einlernfolge erzeugt werden, wie dies im Folgenden erklärt wird.

**[0058]** Die Kanalbewertung kann dann auf der Grundlage des empfangenen Pilotzeichens (in dem Mittelsatz) nach einer Diskret-Fourier-Transformation (DFT) durch Vergleichen der empfangenen Pilot-Hilfsträgerinformation mit der bekannten Pilotfolge durchgeführt werden.

**[0059]** Alternativ dazu kann die Frequenzbereichs-Transformation der bekannten einzigen Träger-Einlernfolge mit der Frequenzbereichs-Transformation der empfangenen Einlernfolge verglichen werden.

**[0060]** In dem Beispiel, das in [Fig. 5](#) gezeigt ist, wird das kurze OFDM-Pilotzeichen in dem Mittelsatz durch Modulieren jedes achten Hilfsträgers erzeugt, was einer Mittelsatz-Zeitdauer von  $30\ \mu s$  im Falle einer Zeichen-Zeitdauer von  $240\ \mu s$  entspricht.

**[0061]** Wenn die einzige Trägermodulation für die Pilotfolge benutzt wird, muss die Einlernfolge-Bandbreite an die Bandbreite der Daten-OFDM-Zeichen S1, S2 angepasst sein.

**[0062]** Zusätzlich oder alternativ dazu kann der Mittelsatz (Pilotzeichen) zur Zeit- u. Frequenzsynchronisierung des Übertragungsschemas auf der Grundlage einer Korrelationstechnik für die Abtastproben des Mittelsatzes (Pilotzeichen) benutzt werden. Selbstverständlich kann der Mittelsatz überdies für alle Arten von Nachrichtendaten und/oder Systemdaten benutzt werden.

**[0063]** [Fig. 6](#) zeigt den inneren Aufbau eines Senders **1** gemäß der vorliegenden Erfindung. [Fig. 6](#) bezieht sich auf ein Ausführungsbeispiel, bei dem der Mittelsatz MA und die enthaltenen Pilotzeichen PS gemäß einem OFDM-Modulationsschema übertragen werden.

**[0064]** Der mittlere Teil ist dabei ein Kollektor **8**, der eine Datenfolge für das erste OFDM-modulierte Zeichen S1, Pilotzeichen für den Mittelsatz MA und eine

Datenfolge für das zweite OFDM-modulierte Zeichen S2 in dieser Reihenfolge sammelt.

**[0065]** Die Datenfolge für das erste OFDM-modulierte Zeichen S1 wird einem Modulator **11** für das Zeichenzuordnen und dann einer schnellen Invers-Fourier-Transformations-(IFFT-)Schaltung **6** zugeführt. Das Ausgangssignal der schnellen Invers-Fourier-Transformations-(IFFT-)Schaltung **6** wird einer Schutz-Additionsschaltung **7** zugeführt, welche die Schutzzeiten addiert. Das Ausgangssignal der Schutz-Additionsschaltung **7** wird dem Kollektor **8** als Daten für das erste OFDM-modulierte Zeichen S1 zugeführt (Schritt 1).

**[0066]** Andererseits werden Pilotzeichen PS durch eine Pilotzeichen-Erzeugungsschaltung **5** erzeugt. Die Pilotzeichen PS, die von der Pilotzeichen-Erzeugungsschaltung **5** ausgegeben werden, werden einem Modulator **11** für das Zeichenzuordnen und dann einer schnellen Invers-Fourier-Transformations-(IFFT-)Schaltung **12** zugeführt. Das Ausgangssignal der schnellen Invers-Fourier-Transformations-(IFFT-)Schaltung **12** wird einer Schutz-Additionsschaltung **13** zugeführt, welche die erforderlichen Schutzzeiten addiert. Das Ausgangssignal der Schutz-Additionsschaltung **13** wird dem Kollektor **8** als Daten für den Mittelsatz des entsprechenden Zeitschlitzes zugeführt (Schritt 2).

**[0067]** Eine Datenfolge für das zweite OFDM-modulierte Zeichen S2 wird einem Modulator **11** für das Zeichenzuordnen und dann einer schnellen Invers-Fourier-Transformations-(IFFT-)Schaltung **9** zugeführt. Das Ausgangssignal der schnellen Invers-Fourier-Transformations-(IFFT-)Schaltung **9** wird einer Schutz-Additionsschaltung **10** zugeführt, welche die erforderlichen Schutzzeiten addiert. Das Ausgangssignal der Schutz-Additionsschaltung **10** wird dann dem Kollektor **8** als Daten für das zweite OFDM-modulierte Zeichen S2 zugeführt (Schritt 3).

**[0068]** Der Kollektor **8** gibt die Daten eines Zeitschlitzes an einen D/A-Wandler **21** aus, dessen Ausgangssignal einem Aufwärts-Wandler **22** zugeführt wird. Mittels des OFDM-Modulators **11**, der ein Zeichenzuordnen bewirkt, und der folgenden IFFT-Schaltungen **6**, **9** werden die Daten für das erste und das zweite OFDM-modulierte Zeichen S1, S2 über die volle Bandbreite, d. h. auf allen Hilfsträgern des OFDM-Systems, moduliert. Gemäß den innewohnenden Eigenschaften des OFDM-Systems verteilt die IFFT die Daten, die über die Hilfsträger zu übertragen sind.

**[0069]** Im Falle des Mittelsatzes MA bewirkt der OFDM-Modulator **11** jedoch ein Zeichenzuordnen derart, dass durch die folgende IFFT **12** nur jeder  $n$ -te Hilfsträger des OFDM-Systems moduliert wird. Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach [Fig. 6](#) werden

daher der Mittelsatz und die enthaltenen Pilotzeichen PS gemäß einem OFDM-Modulationsschema übertragen.

**[0070]** **Fig. 7** zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel, bei dem der Mittelsatz MA dazu benutzt wird, eine Einlernfolge auf der Grundlage eines einzigen Träger-Modulationsschemas zu übertragen, wie es beispielsweise aus dem DECT- oder GSM-Standard bekannt ist. Der Unterschied zwischen den Ausführungsbeispielen gemäß **Fig. 7** und **Fig. 6** besteht darin, dass im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 7** eine Einlernfolge-Erzeugungseinheit **5'** direkt eine Einlernfolge, die durch einen Modulator **11** über die volle Bandbreite moduliert wird, dem Kollektor **8** als Daten für den Mittelsatz MA ohne IFFT zugeführt wird. Da in diesem Fall keine IFFT erfolgt, werden in Schritt 2 die Daten für den Mittelsatz über die volle Bandbreite eines Einträgersystems übertragen.

**[0071]** **Fig. 8** zeigt einen Empfänger gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Empfänger **2** umfasst dabei einen Komparator **15**, um ein Kanalbewertungs-Ausgangssignal für eine zusammenhängende Erfassung der Modulationssignale bereitzustellen. Die Daten des Mittelsatzes MA (Pilotzeichen) werden dabei einer schnellen Fourier-Transformationsschaltung **14** zugeführt. Das Ausgangssignal der schnellen Fourier-Transformationsschaltung **14** wird dem Komparator **15** zugeführt. Überdies wird das Ergebnis der schnellen Fourier-Transformation einer bekannten Einträger-Einlernfolge von einem Speicher **16** an den Komparator **15** ausgegeben. Daher vergleicht der Komparator **15** im Falle einer modulierten Einträger-Einlernfolge das Ergebnis der schnellen Fourier-Transformation der bekannten Einträger-Einlernfolge, das in dem Speicher **16** gespeichert ist, mit dem Ausgangssignal der schnellen Fourier-Transformationsschaltung **14** für die tatsächlich empfangene Einlernfolge in dem Mittelsatz des Zeitschlitzes und gibt ein Bewertungs-Ausgangssignal **20** aus.

**[0072]** **Fig. 9** zeigt einen Empfänger **2** gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei sich dieses Ausführungsbeispiel auf den Fall bezieht, bei dem die Pilotzeichen in dem Mittelsatz des Zeitschlitzes ebenfalls gemäß einem OFDM-Modulationsschema moduliert worden sind (nur jeder n-te Hilfsträger ist jedoch moduliert worden). In diesem Fall werden die Pilotzeichen des Mittelsatzes MA, die auf jeden n-ten Hilfsträger des OFDM-Systems moduliert sind, einer Diskret-Fourier-Transformations-(DFT-)Schaltung **17** eingegeben. Der Komparator **15** gemäß diesem Ausführungsbeispiel vergleicht das Ausgangssignal der Diskret-Fourier-Transformations-(DFT-)Schaltung **17** mit einer bekannten Pilotzeichenfolge, die vorab in einem Speicher **18** des Empfängers **2** gespeichert ist. Dann gibt der Komparator **15** ein Bewertungs-Ausgangssignal **20** aus, das für eine zusammenhängende Erfassung der modulierten Signale benutzt wird.

**[0073]** **Fig. 10** zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Daten (Pilotsignale), die in dem Mittelsatz MA des Zeitschlitzes enthalten sind, für eine Zeit- und Frequenzsynchronisierung benutzt werden. In diesem Fall korreliert ein Korrelator **19** in dem Empfänger **2** die Abtastproben des Mittelsatzes (Pilotsignale) des Zeitschlitzes und gibt ein Zeit- und Frequenzsynchronisierungssignal **21** aus.

**[0074]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine zusammenhängende Modulations-OFDM-Schlitzstruktur definiert, die mit dem GSM-Standard kompatibel ist.

**[0075]** Verschiedene Längen (Zeiten) der Daten-OFDM-Zeichen und der Pilot-OFDM-Zeichen können durch Einstellen des Hilfsträgerabstands für das OFDM-System beherrscht werden. Der Mittelsatz kann überdies zur genauen Synchronisierung der Zeit und Frequenz des Übertragungsschemas benutzt werden.

### Patentansprüche

1. Drahtlos-Übertragungsverfahren, das ein OrthogonalFrequenzteilungs-Multiplexen benutzt, das eine Vielzahl

von mit gleichen Abständen versehenen Hilfsträgern (SC) umfasst, wobei

– die Übertragung in Zeitschlitzten bewirkt wird,

– ein Zeitschlitz zwei Zeichen (S1, S2), welche die gleiche Zeitdauer aufweisen, einen Zwischenabschnitt (MA), der zwischen die zwei Zeichen (S1, S2) eingeführt ist, und Schutzzeiten umfasst,

**dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeitdauer des Zwischenabschnitts (MA)  $1/n$  der Zeitdauer jedes der zwei Zeichen (S1, S2) des Zeitschlitzes beträgt, wobei n eine ganze Zahl größer als 1 ist, und der Zwischenabschnitt (MA) den gleichen Hilfsträgerabstand wie die zwei Zeichen (S1, S2) benutzt.

2. Drahtlos-Übertragungsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragung des Zwischenabschnitts (MA) durch Orthogonal-Frequenzteilungs-Multiplexen bewirkt wird und nur jeder n-te Hilfsträger (SC) moduliert (**11**) wird, wenn der Zwischenabschnitt (MA) übertragen wird.

3. Drahtlos-Übertragungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenabschnitt (MA) benutzt wird, um Pilotzeichen (PS) derart zu übertragen, dass eine Kanalbewertung (**6**) für eine kohärente Übertragung bewirkt wird.

4. Drahtlos-Übertragungsverfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kanalbewertung (**6**) auf der Grundlage eines empfangenen Pilotzeichen nach Bewirken einer Diskret-Fourier-Transformation (**17**) durch Vergleichen (**15**) der

empfangenen Pilothilfe-Träger-Information mit der bekannten Pilotsequenz (18) durchgeführt wird.

5. Drahtlos-Übertragungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei Zeichen (S1, S2) und der Zwischenabschnitt (MA) in einen GSM-Zeitschlitz passen, der eine Dauer von ungefähr 576,9  $\mu$ s hat.

6. Benutzung eines Zwischenabschnitts (MA), der nach einem der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zur Frequenz- und Zeitsynchronisierung mittels einer Korrelationstechnik (19) übertragen wird.

7. Sender für die Übertragung von Daten durch Orthogonal-Frequenzteilungs-Multiplexen, gekennzeichnet durch einen Kollektor (8) zum Zusammenbringen von Daten für ein erstes Zeichen (S1) eines Zeitschlitzes, Daten für einen Zwischenabschnitt (MA) und Daten für ein zweites Zeichen (S2) des Zeitschlitzes in dieser Reihenfolge, welcher Zeitschlitz-Schutzzeiten umfasst, wobei die Zeitdauer des Zwischenabschnitts (MA)  $1/n$  jedes der zwei Zeichen (S1, S2) des Zeitschlitzes beträgt,  $n$  eine ganze Zahl größer als 1 ist, der Zwischenabschnitt (MA) den gleichen Hilfe-Trägerabstand wie die zwei Zeichen (S1, S2) benutzt und wobei dem Kollektor (8) Ausgangssignale von Schaltungen (11) zugeführt werden, die zumindest die ersten und die zweiten Zeichen (S1, S2) auf einer Vielzahl von Hilfe-Trägern (SC) des OFDM-Systems modulieren.

8. Sender nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch eine Pilotzeichen-Erzeugungseinheit (5), die Pilotzeichen (PS) an eine Invers-Fourier-Transformationsschaltung (13) ausgibt, wobei die Pilotzeichen (PS) der Pilotzeichen-Erzeugungseinheit (5) dem Kollektor (8) mittels einer schnellen Invers-Fourier-Transformationsschaltung (IFFT-Schaltung) (12) als Daten für den Zwischenabschnitt (NA) zugeführt werden.

9. Sender nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch ein Trainingssequenz-Erzeugungsmittel (5'), das eine Trainingssequenz an den Kollektor (8) als Daten für den Zwischenabschnitt (MA) ausgibt, wobei ein Modulator (11) die Trainingssequenz in dem Zwischenabschnitt (MA) nach einem Einfach-Trägersystem moduliert.

10. Drahtlos-Übertragungssystem, das einen Sender (1) nach Anspruch 7 und einen Empfänger (2) sowie eine Vielzahl von mit gleichen Abständen versehenen Orthogonal-Frequenzteilungs-Multiplex-Hilfe-Trägern (SC) umfasst, wobei

- die Übertragung in Zeitschlitzten bewirkt wird,
- ein Zeitschlitz zwei Zeichen (S1, S2), welche die gleiche Zeitdauer aufweisen, einen Zwischenabschnitt (MA), der zwischen die zwei Zeichen (S1, S2)

eingeführt ist, und Schutzzeiten umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitdauer des Zwischenabschnitts (MA)  $1/n$  der Zeitdauer jedes der zwei Zeichen (S1, S2) des Zeitschlitzes beträgt,  $n$  eine ganze Zahl größer als 1 ist und der Zwischenabschnitt (MA) den gleichen Hilfe-Trägerabstand wie die zwei Zeichen (S1, S2) benutzt.

11. Drahtlos-Übertragungssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (1) dazu bestimmt ist, den benutzten Zwischenabschnitt (MA) zu übertragen und der Sender (1) einen Modulator (11) umfasst, der nur jeden  $n$ -ten Orthogonal-Frequenzteilungs-Multiplex-Hilfe-Träger (SC) moduliert, wenn der Zwischenabschnitt (MA) übertragen wird.

12. Drahtlos-Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 10 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (1) dazu bestimmt ist, Pilotzeichen (PS) in dem Zwischenabschnitt (MA) zu übertragen, und der Empfänger (2) einen Kanalbewerter (6) umfasst, der dazu bestimmt ist, eine Kanalbewertung für eine kohärente Übertragung auf der Grundlage der empfangenen Pilotzeichen (PS) zu bewirken.

13. Drahtlos-Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei Zeichen (S1, S2) und der Zwischenabschnitt (MA) in einen Zeitschlitz passen, der eine Dauer von ungefähr 576,9  $\mu$ s hat.

14. Drahtlos-Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger (1) ein Korrelationsmittel (19) zur Frequenz- und Zeitsynchronisierung (21) auf der Grundlage einer Korrelation von Abtastproben des Zwischenabschnitts (MA) umfasst.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



Fig. 1

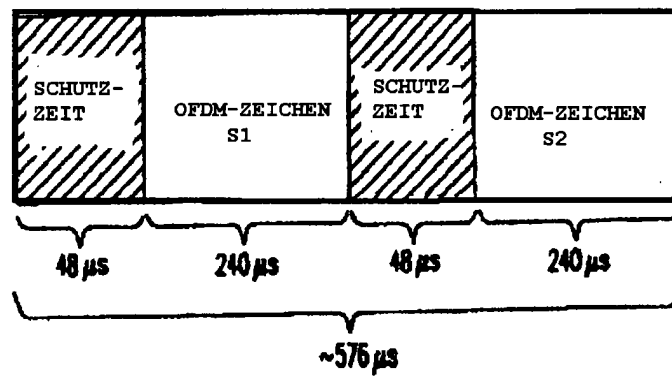
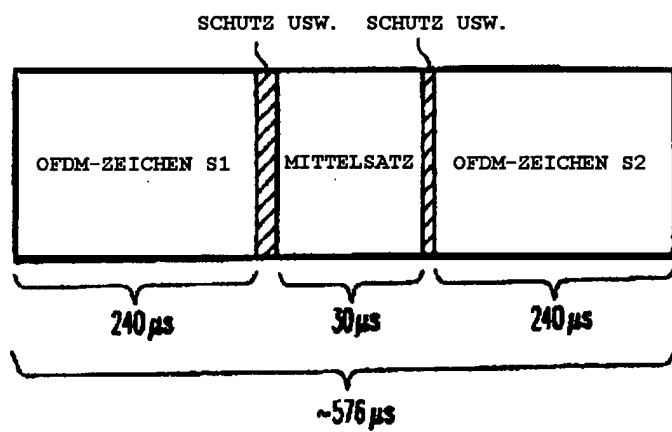


Fig. 2



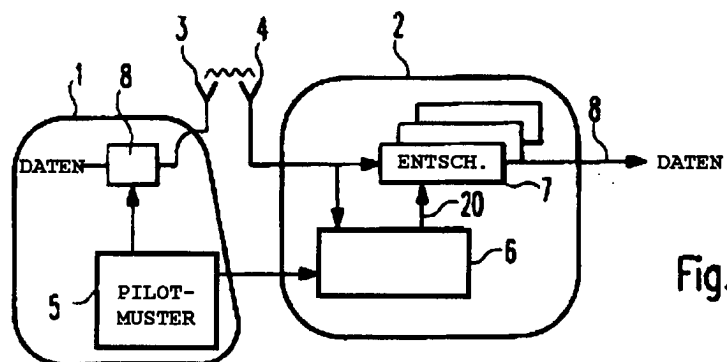


Fig. 3

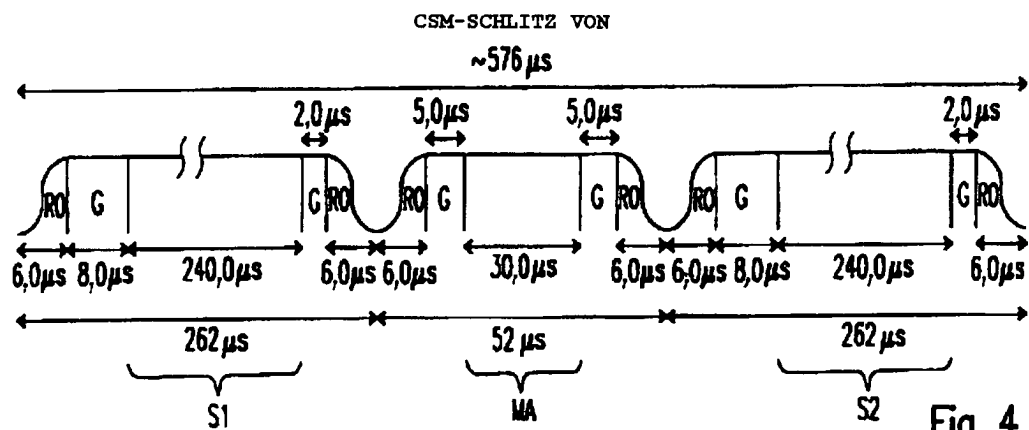


Fig. 4

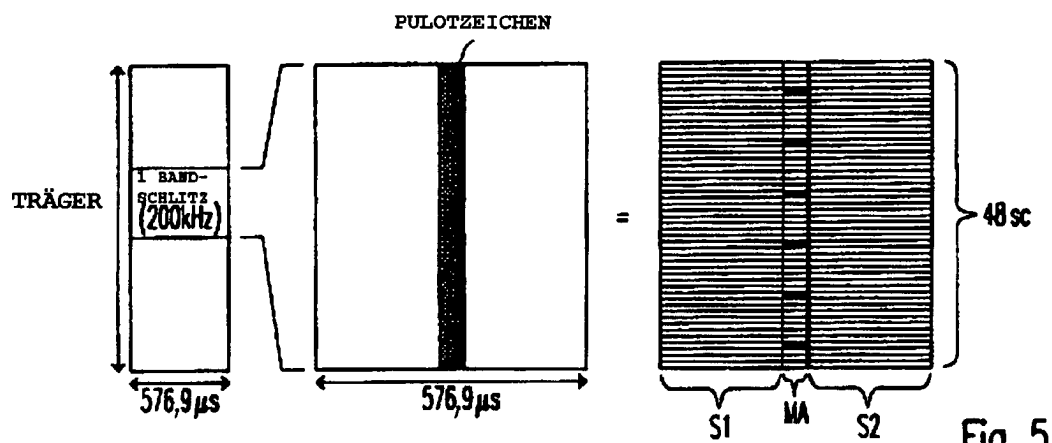


Fig. 5

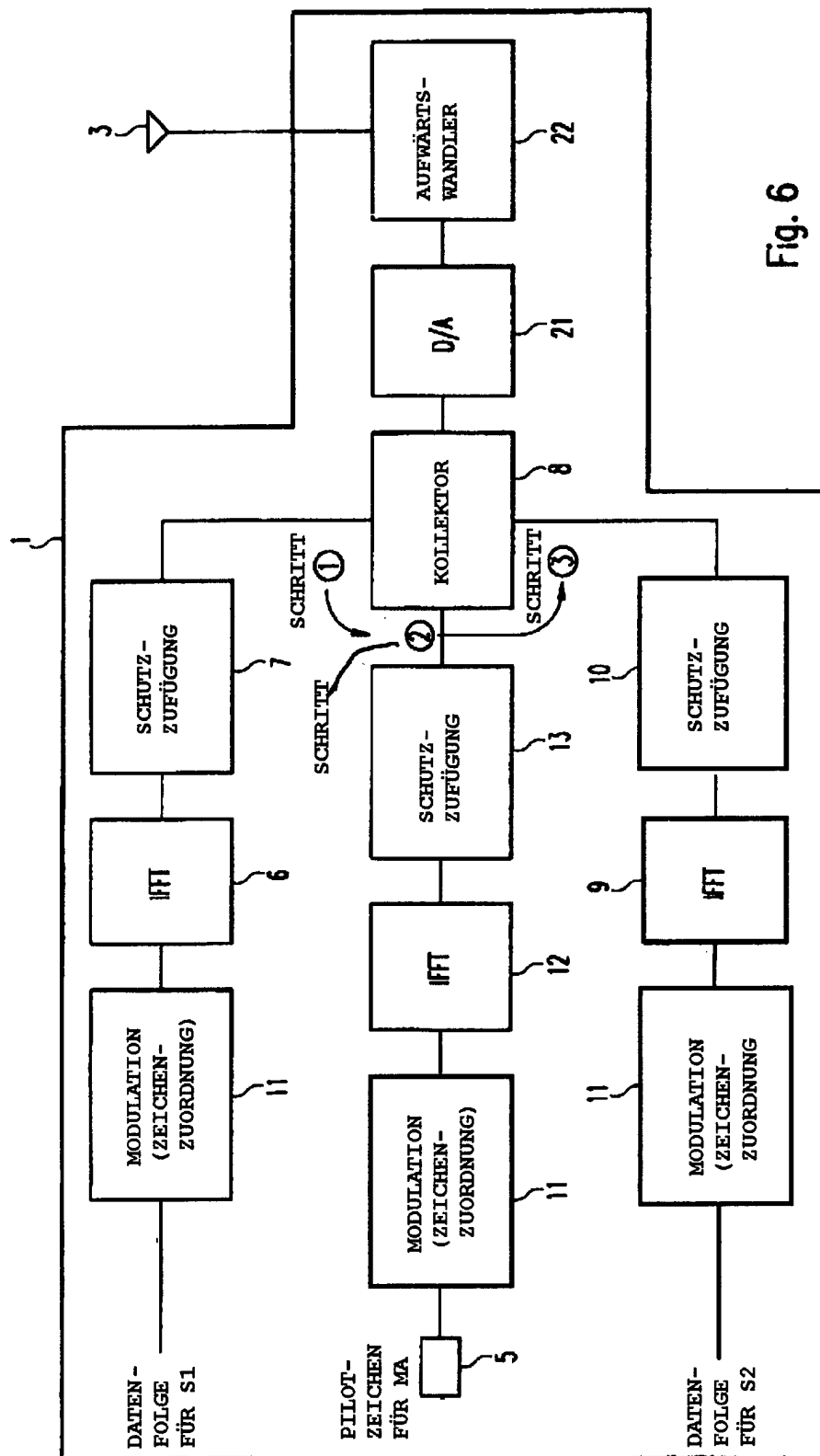


Fig. 6

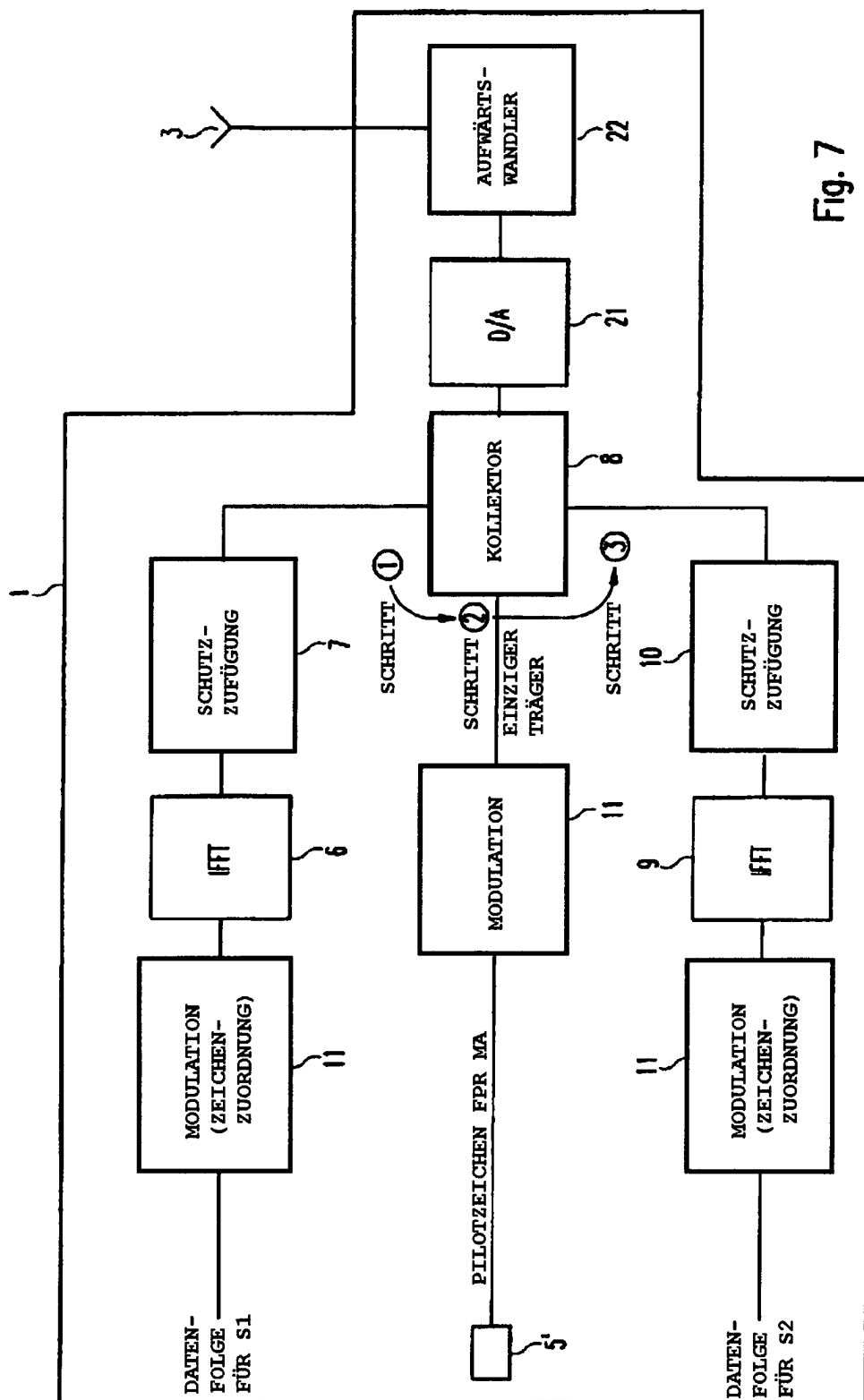


Fig. 7

