



PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H04B 7/26	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/21297 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. April 1999 (29.04.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03119 (22) Internationales Anmeldedatum: 22. Oktober 1998 (22.10.98) (30) Prioritätsdaten: 197 46 894.2 23. Oktober 1997 (23.10.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KAMMERLANDER, Karl [DE/DE]; Albrecht-Dürer-Strasse 1, D-81543 München (DE). VON DER NEYEN, Hans [DE/DE]; Damaschkestrasse 63, D-81825 München (DE). BESSON, Marcus [DE/DE]; Gördelerstrasse 32, D-82008 Unterhaching (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AG; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, HU, ID, IL, JP, KR, MX, NO, PL, RU, UA, US, VN, eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>

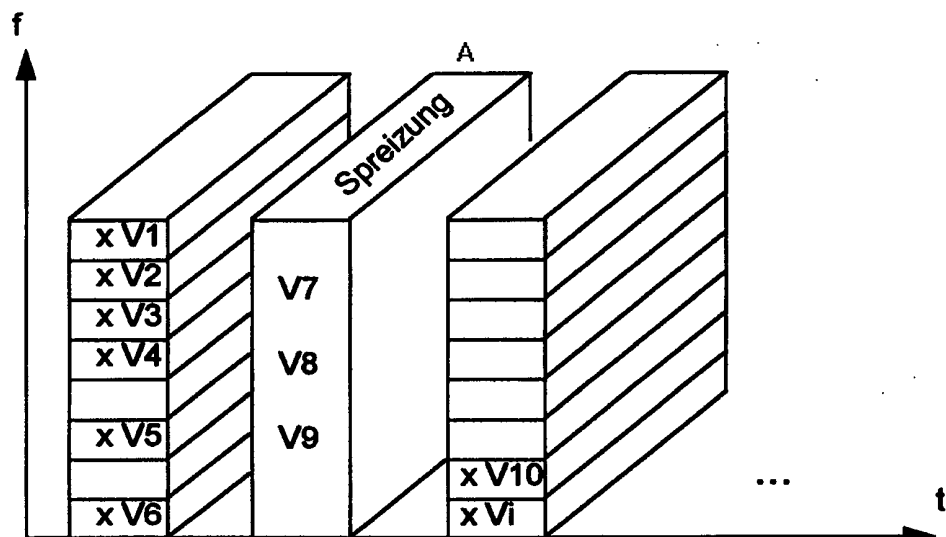
(54) Title: METHOD AND RADICOMMUNICATIONS SYSTEM FOR TRANSMITTING DATA

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND FUNK-KOMMUNIKATIONSSYSTEM ZUR DATENÜBERTRAGUNG

(57) Abstract

In a GSM mobile radio network having at least one base station controller and one first base station, at least one first frequency channel located within a frequency band is set in order to transmit signaling information between the first base station and mobile stations. According to the invention, the first base station additionally sets a second wideband frequency channel for use with a TD/CDMA transmission method. After a connection is established in the first or second frequency channel, a delivery of the connection to the other respective frequency

channel is executed via the base station controller such that a second basis station is not selected.



A... SPREADING

(57) Zusammenfassung

In einem GSM-Mobilfunknetz mit zumindest einem Basisstationscontroller und einer ersten Basisstation wird zwischen der ersten Basisstation und Mobilstationen zumindest ein erster Frequenzkanal innerhalb eines Frequenzbandes zur Datenübertragung und zur Übertragung von Signalisierungsinformation zur Verfügung gestellt. Erfindungsgemäß stellt die erste Basisstation zusätzlich einen zweiten breitbandigen Frequenzkanal mit einem TD/CDMA-Übertragungsverfahren zur Verfügung. Nachdem eine Verbindung im ersten oder zweiten Frequenzkanal aufgebaut ist, wird durch den Basisstationscontroller eine Übergabe der Verbindung auf den jeweils anderen Frequenzkanal durchgeführt, ohne daß eine zweite Basisstation ausgewählt wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Verfahren und Funk-Kommunikationssystem zur Datenübertragung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Funk-Kommunikationssystem zur Datenübertragung in einem GSM-Mobilfunknetz, insbesondere zwischen Basisstationen und Mobilstationen über eine TD/CDMA-Funkschnittstelle.
- 10 In Mobilfunknetzen werden Nachrichten (beispielsweise Sprache, Bildinformationen oder andere Daten) mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle zwischen sendender und empfangender Funkstation (Basisstation bzw. Mobilstation) übertragen. Das Abstrahlen der elektro-
- 15 magnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen. Beim GSM (Global System for Mobile Communication) liegen die Trägerfrequenzen im Bereich von 900, 1800 bzw. 1900 MHz. Für zukünftige Mobilfunknetze mit TDMA- oder
- 20 TD/CDMA-Übertragungsverfahren über die Funkschnittstelle, beispielsweise das UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) oder andere Systeme der 3. Generation sind Frequenzen im Frequenzband von ca. 2000 MHz vorgesehen.
- 25 Aus DE 195 49 158 ist ein Funk-Kommunikationssystem bekannt, das eine CDMA-Teilnehmerseparierung (CDMA Code Division Multiple Access) nutzt, wobei die Funkschnittstelle zusätzlich eine Zeitmultiplex-Teilnehmerseparierung (TDMA Time Division Multiple Access) aufweist. Es wird folglich ein
- 30 TD/CDMA-Übertragungsverfahren für die Funkschnittstelle genutzt. Empfangsseitig wird ein JD-Verfahren (JD Joint Detection) angewendet, um unter Kenntnis von Spreizcodes mehrerer Teilnehmer eine verbesserte Detektion der übertragenen Daten vorzunehmen. Dabei ist es bekannt, daß einer
- 35 Verbindung über die Funkschnittstelle zumindest zwei Datenkanäle zugeteilt werden können, wobei jeder Datenkanal durch einen individuellen Spreizcode unterscheidbar ist. Das

hierbei gezeigte Funk-Kommunikationssystem ist ein Kandidat für ein System der 3. Mobilfunkgeneration.

Aus P. Vary, „Implementation Aspects of the Pan-European digital mobile radio system“, IEEE 1989, S.4-17 bis 4-22, ist die Struktur einer GSM Funkstation mit HF-Teil, Filtern, Kanalschätzern, Modulatoren/Demodulatoren, Kanalcodierern/Kanaldecodierern bekannt. Der GSM-Standard benutzt eine Kombination von FDMA (Frequency Division Multiple Access) und TDMA für die Funkschnittstelle und hat weltweite Akzeptanz gefunden. Über 20 Mio. Teilnehmer werden allein in Europa über diesen Standard bedient. Umfangreiche Investitionen in die Infrastruktur und in Mobilstationen wurden bisher getätigt.

Der Übergang von der 2. Mobilfunkgeneration (GSM) zur 3. Mobilfunkgeneration wird für die Netzbetreiber wiederum erhebliche Investitionen erfordern, wenn Netzelemente wie Mobilvermittlungsstelle, Basisstationscontroller oder Basisstationen ausgetauscht oder zusätzlich installiert werden müssen. Auch durch die Hersteller der Infrastruktur und der Mobilstationen sind bedeutende Entwicklungsaufwendungen nötig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verfahren und Funk-Kommunikationssysteme zur Datenübertragung in einem Mobilfunknetz anzugeben, die eine aufwandsgünstige Migration von einem bestehenden GSM-Mobilfunknetz erlauben. Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und das Funk-Kommunikationssystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 18 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

In einem GSM-Mobilfunknetz mit zumindest einem Basisstationscontroller und einer ersten Basisstation wird zwischen der ersten Basisstation und Mobilstationen zumindest ein erster Frequenzkanal zur Datenübertragung und zur Übertragung von Signalisierungsinformation zur Verfügung gestellt. Erfin-

5 dungsgemäß stellt die erste Basisstation zusätzlich einen zweiten breitbandigen Frequenzkanal mit einem TD/CDMA-Übertragungsverfahren zur Verfügung. Nachdem eine Verbindung im ersten oder zweiten Frequenzkanal aufgebaut ist, wird durch den Basisstationscontroller eine Übergabe der Verbindung auf den jeweils anderen Frequenzkanal durchgeführt, ohne daß eine zweite Basisstation ausgewählt wird.

10 Dies bedeutet, daß ausgehend von einer bereits erschlossenen Basisstationslage durch Nachrüsten einer bereits im GSM-Netz installierten Basisstation, wobei dieses für die Trägerfrequenzen im Bereich von 900, 1800 bzw. 1900 MHz gleichermaßen gilt, ein neues Übertragungsverfahren angeboten wird. Damit entfallen zusätzliche Aufwendungen zum Erschießen einer neuen Basisstationslage. Durch schrittweises Nachrüsten der Basisstationen wird die Abdeckung in einer Weise verbessert, die es erlaubt, die zusätzlichen funktechnischen Kapazitäten erst
15 dort zu schaffen, wo sie im ausreichendem Maße nachgefragt werden. Die Investitionsrisiken für Netzbetreiber werden
20 dadurch gesenkt.

Ohne die Versorgung von GSM-Mobilstationen zu vernachlässigen kann punktuell eine Versorgung von Mobilstationen, die nach einem TD/CDMA-Übertragungsverfahren die Funkschnittstelle
25 nutzen, gesichert werden. Für Mixed-Mode Mobilstationen, die beide Frequenzkanäle bedienen können, ist eine volle Abdeckung gewährleistet und für bestimmte Regionen können zusätzliche neue, höherrate Dienste angeboten werden.

30 Die Übergabe der Verbindung schließt nicht nur bereits aufgebaute Verbindungen ein, sondern ist auf Fälle anwendbar, in denen eine Mobilstation Organisations- oder Signalisierungsinformationen in einem Frequenzkanal, vorteilhafterweise dem ersten Frequenzkanal, empfängt bzw. Signalisierungsinformation sendet, die Übertragung der Nutzinformationen jedoch
35 im anderen Frequenzband, beispielsweise dem zweiten Frequenzband stattfindet.

Die Migration von bestehenden GSM-Mobilfunknetzen zu einem Funk-Kommunikationssystem der 3. Generation wird dadurch wesentlich vereinfacht. Das TD/CDMA-Übertragungsverfahren verbindet Vorteile des bekannten TDMA-Übertragungsverfahrens mit denen der einfachen Verwirklichung von höherratigen Diensten mit variabler Datenrate mit Hilfe eines CDMA-Teilnehmerseparierungsverfahrens, wobei beide Übertragungsverfahren ein gleiches Zeitraster nutzen.

Durch das breitbandige Auslegen des zweiten Frequenzkanals können die Sende/Empfangseinrichtungen im Vergleich zu einer Vielzahl von schmalbandigen Frequenzkanälen wirtschaftlicher hergestellt werden, da weniger HF-Komponenten benötigt werden und fortschreitend bessere und billiger digitale Signalverarbeitungsmittel die empfangs- und sendeseitige Signalverarbeitung erleichtern.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung überlappen sich die Frequenzbänder des ersten und zweiten Frequenzkanals. Dies bedeutet, daß das TD/CDMA-Übertragungsverfahren in dem GSM-Mobilfunksystem vorbehaltenen Frequenzbändern zum Einsatz kommt. Durch entsprechende Frequenzplanung werden zumindest einzelnen Basisstationen mehrere zusammenhängende Frequenzbänder zugewiesen, die dann auch vom breitbandigeren zweiten Frequenzkanal genutzt werden. Besonders vorteilhaft wird dies realisiert, wenn das Frequenzband des zweiten Frequenzkanals zumindest acht Frequenzkanäle mit einer Bandbreite gleich dem ersten Frequenzkanal umfaßt. Der zweite Frequenzkanal hat beispielsweise eine Bandbreite von 1,6 oder 3,2 MHz und umfaßt somit acht oder 16 bisherige 200 kHz schmalbandige GSM-Frequenzbänder. Der zweite Frequenzkanal ist also an das Frequenz- und Zeitraster des GSM-Mobilfunknetzes angepaßt.

Eine weitere vorteilhafte Ausprägung der Erfindung sieht vor, daß der erste und zweite Frequenzkanal im gleichen Frequenz-

band, jedoch in unterschiedlichen Zeitschlitzten realisiert werden. Dies ist besonders in Funkzellen von Vorteil, in denen ohne zusätzliche Frequenzbänder zu benötigen, GSM-, TD/CDMA- und Mixed-Mode Mobilstationen versorgt werden
5 sollen. Bedarfsgerecht können die Zeitschlitzte auf die zwei Übertragungsverfahren verteilt werden.

Die Verteilung mehrerer Verbindungen auf die Zeitschlitzte wird durch den Basisstationscontroller vorteilhafterweise
10 derartig gesteuert, daß ein Zeitschlitz von einem TDMA- bzw. TD/CDMA-Übertragungsverfahren für das jeweilige andere Übertragungsverfahren übergeben wird. Damit wird erreicht, daß die Zeitschlitzte mit Verbindungen gut gefüllt sind und möglichst viele Zeitschlitzte bei Bedarfsschwankungen einem
15 stärker nachgefragten Übertragungsverfahren zugeteilt werden. Auf diese Weise blockieren keine einzelnen GSM-Zeitschlitzte die Benutzung eines Zeitschlitzes über die ganze Bandbreite des zweiten Frequenzkanals, der eine höhere Übertragungs- kapazität aufweist. Gleiches gilt für ein umgekehrtes Neuver-
20 teilen der Verbindungen.

Die Übergabe einer Verbindung zu dem jeweilig anderen Übertragungsverfahren erfolgt, sobald die Auslastung des Frequenzkanals unter einen ersten Schwellwert sinkt oder das
25 Verhältnis von Mobilstation mit TD/CDMA-Tauglichkeit zu sonstigen Mobilstation innerhalb einer Funkumgebung einen zweiten Schwellwert erreicht. Durch die Einführung der Schwellwerte wird der bisherige Bedarf oder der zukünftige Bedarf, der sich aus den in der Funkzelle befindlichen
30 Mobilstationen ableiten läßt, abgeschätzt und durch rechtzeitiges Verteilen der Verbindungen die funktechnischen Ressourcen bestmöglich genutzt.

Betrachtet man ein Funk-Kommunikationssystem mit mehreren
35 Basisstationen, von denen die erste beide Frequenzkanäle unterstützt und die zweite nur das TDMA-Übertragungsverfahren des GSM-Standards unterstützt, so erfolgen vorteilhafterweise

Übergaben von Verbindungen von der zweiten Basisstationen ohne TD/CDMA-Tauglichkeit bevorzugt zur ersten Basisstation. Die zweite Basisstation wird durch die zwei Frequenzkanäle über umfangreichere funktechnische Ressourcen verfügen. Die
5 Übergaben zwischen den Basisstationen können auch nach vorgenannten Prinzipien und Schwellwerten vorgenommen werden.

Das GSM-Mobilfunknetz stellt in jeder Basisstation Organisations- und Signalisierungskanäle bereit, die flächendeckend
10 verfügbar sind. Vorteilhafterweise wird zur Übergabe von Verbindungen oder für einen Verbindungsaufbau die Signalisierungsinformation des ersten Frequenzkanals benutzt. Damit werden auch bei nicht überlappenden Frequenzkanälen keine oder nur geringe zusätzlichen Signalisierungsaufwendungen
15 nötig und zusätzliche Kapazitäten können besser für eine Nutzinformationsübertragung genutzt werden.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß zur Übergabe von Verbindungen oder für einen Verbindungsaufbau eine Abfrage einer gewünschten Datenrate erfolgt,
20 und danach der erste oder zweite Frequenzkanal ausgewählt wird. Damit kann bereits bei Verbindungsaufbau oder bei einer während der Verbindung gewünschten größeren oder kleineren Datenrate eine entsprechende Zuteilung eines Übertragungsverfahrens vorbereitet werden. Dabei ist der erste Frequenzkanal
25 für Sprachübertragung und kleinere Datenraten und der zweite Frequenzkanal für höherratige Dienste (Internet oder Multi-mediadienste) besser geeignet.

30 Das Nachrüsten der Basisstation erfolgt durch Einsatz von zusätzlichen Sende/Empfangseinrichtungen für die TD/CDMA-Übertragung oder durch Ersatz einer GSM-Sende/Empfangseinrichtung durch eine gemeinsame Sende/Empfangseinrichtung für beide Übertragungsverfahren. Trotz des Nachrüstens können
35 jedoch gemeinsame Baugruppen, wie zum Beispiel Antennen, HF-Komponenten, Verstärker, Synchronisations- und Taktbau-

gruppen, Schnittstellen zum Basisstationscontroller etc. gemeinsam benutzt werden.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, daß der erste und zweite
5 Frequenzkanal unterschiedlichen Zellgrößen gemäß einem hierarchischen Zellmodell zugeordnet sind. Während einer Migrationsphase kann es vorteilhaft sein, den zweiten Frequenzkanal für die TD/CDMA-Übertragung nur in bestimmten eng begrenzten Räumen anzubieten („hot spots“), d.h. Mikrozellen
10 damit auszustatten, oder für Funkzellen mit allgemein niedrigen Dichten an neuen Mixed-Mode Mobilstationen Makrozellen auszustatten.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt weiterhin freien Gestaltungsspielraum im Verhältnis von Aufwärts- und Abwärtsrichtung. Im Sinne einer asymmetrischen Informationsübertragung, wie sie für Multimediadienste benötigt werden, können in beide Übertragungsrichtungen unterschiedliche Datenraten benutzt werden. Alternativ können in Aufwärts- und Abwärtsrichtungen
20 gleiche Frequenzbänder, jedoch unterschiedliche Zeitschlitzte benutzt werden. Damit kann auch die Nutzung von DECT-Funk-Kommunikationssystemen eingeschlossen werden.

Der zweite Frequenzkanal kann alternativ zu TD/CDMA-Verfahren, wie es aus DE 195 49 158 bekannt sind, andere Verfahren nutzen, die auf der gleichen Zeitrahmenstruktur wie das GSM-Mobilfunknetz beruhen, jedoch eine Spreizung gemäß einer Frequenzsprungsequenz oder eine breitbandige Übertragung gemäß einer OFDM-Übertragung nach EP 97105149 nutzen.

30 Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen

35 FIG 1 ein Blockschaltbild eines Funk-Kommunikationssystems,

- FIG 2 ein Konvergenzprinzip für verschiedene Übertragungsdienste in einem Funk-Kommunikationssystem,
FIG 3, 4 eine Darstellung der Frequenzbänder für getrennte oder sich überlappende Frequenzkanäle,
5 FIG 5 bis FIG 8 verschiedene Kombinationen von Mobilstationen und Basisstationen und ihre Fähigkeit TDMA und TD/CDMA Übertragungsverfahren zu unterstützen,
FIG 9 eine schematische Darstellung der Signalisierung zum Verbindungsaufbau,
10 FIG 10 eine schematische Darstellung der Zeitrahmenstruktur,
FIG 11 ein Blockschaltbild der Signalverarbeitungsmittel,
FIG 12 ein Blockschaltbild vom HF-Teil des Senders,
15 FIG 13 ein Blockschaltbild vom HF-Teil des Empfängers,
FIG 14 ein detailliertes Blockschaltbild vom Sender für die TD/CDMA-Übertragung, und
FIG 15 ein detailliertes Blockschaltbild vom Empfänger für die TD/CDMA-Übertragung.

20

Das in FIG 1 dargestellte Funk-Kommunikationssystem KN entspricht in seiner Struktur einem bekannten GSM-Mobilfunknetz, das aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC besteht, die untereinander vernetzt sind bzw. den Zugang zu
25 einem Festnetz PSTN herstellen. Weiterhin sind diese Mobilvermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einem Basisstationscontroller BSC verbunden. Jeder Basisstationscontroller BSC ermöglicht wiederum eine Verbindung zu zumindest einer Basisstation BTS. Eine solche Basisstation BTS ist eine
30 Funkstation, die über eine Funkschnittstelle eine Funkverbindung zu Mobilstationen MS aufbauen kann. Eine Dienststeuerungseinheit SCP im Sinne eines intelligenten Netzes (IN) realisiert Funktionen zum Software-Update für das Mobilfunknetz bzw. für Teile davon.

35

Bei der Aufteilung des Mobilfunknetzes kann in Einrichtungen BTS, BSC unterschieden werden, die Dienste nach dem GSM-Stan-

dard, Dienste nach einem Standard der 3. Generation (UMTS) mit TD/CDMA-Funkschnittstelle oder die beide Standards unterstützen. Die Funkzellen der entsprechenden Basisstationen BTS(dual), BTS(GSM), BTS(TD/CDMA) können sich dabei auch
5 überlagern.

Die Mobilität der Mobilstationen MS soll entsprechend der Erfindung nicht durch die unterschiedlichen verfügbaren Standards behindert werden. Eine Mobilstation MS, die nur den
10 GSM-Standard unterstützt, kann weiterhin eine Funkverbindung zu einer Basisstation BTS des GSM-Standards aufbauen (Fig. 5). Die Mobilstation MS kann jedoch ebenso von einer Basisstation BTS versorgt werden, die dual beide Standards (TD/CDMA, GSM) unterstützt (Fig. 8). Eine Basisstation BTS,
15 die TD/CDMA- und TDMA-Übertragung nach GSM unterstützt, ist eine Basisstation nach der Erfindung.

Eine Mixed-Mode Mobilstation MS, die beide Standards unterstützt (Fig. 6 und 7), kann sowohl mit einer GSM-Basisstation
20 BTS(GSM), als auch mit einer Basisstation BTS kommunizieren, die nur eine TD/CDMA-Übertragung oder beide Übertragungsverfahren zuläßt.

Eine Mobilstation MS oder eine Basisstation BTS, die TD/CDMA und GSM-Übertragung unterstützen, müssen nicht ständig alle dafür notwendigen Programmodule gespeichert haben. Ein Laden von Programmodulen ersetzt oder ergänzt die vorhandenen Programmodule im Sinne eines Software-Updates oder einer Parametereinstellung und erfolgt mit netzseitiger Unterstützung
30 durch die Dienststeuerungseinheit SCP.

Mit Unterstützung intelligenter Netze IN (insbesondere das CAMEL-Protokoll des GSM-Mobilfunknetzes) ist ein Zusammenfassen bisher getrennter Funktionen von Kommunikationsnetzen
35 nach FIG 2 möglich. Mittels einer TD/CDMA-Übertragung kann neben einer Anbindung mobiler Funkstationen (Mobilstation MS) auch ein drahtloser Anschluß fester Funkstationen (wireless

in the local loop) erfolgen. Weiterhin kann auch im Indoor-Bereich ein Anschluß von Basisstationen BTS (TD/CDMA) über eine ISDN-Leitung erfolgen, so daß im Sinne schnurloser Teilnehmerendgeräte eine Heimbasisstation zur Verfügung steht. Ein Funk-Kommunikationssystem entsprechend der Erfindung kann über konfigurierbare UMTS Zugriffsknoten AN über ISDN, GSM- (PCM) oder B-ISDN-Leitungen mit Internet- oder anderen Übertragungsnetzen verbunden werden.

- 10 Die genutzten Dienste und die zur Übertragung genutzten Kommunikationsnetze werden somit trennbar, so daß unterschiedliche Dienste auch von unterschiedlichen Kommunikationsnetze bereitgestellt werden können. Eine Vielzahl von Anwendungsservern kann unabhängig vom Kommunikationsnetz
15 genutzt werden, wobei unterschiedliche Kommunikationsnetze beispielsweise mit ATM-Übertragungstrecken verbunden sind.

Wird die Funkschnittstelle zwischen einer ersten Basisstation BTS und weiteren Funkstationen MS (TD/CDMA), MS (dual) betrachtet, dann sind Frequenzbänder nach FIG 3 und 4 auf die beiden Übertragungsverfahren aufteilbar. In FIG 3 umfaßt ein GSM900, GSM1800 oder PCS1900 Frequenzband einen ersten Frequenzkanal mit 200 kHz Bandbreite. Dieser erste Frequenzkanal wird durch eine erste Sende/Empfangseinrichtung TRX1 realisiert. Ein
20 zweites Frequenzband für eine UMTS-Übertragungsverfahren bei ca. 2000 MHz ist getrennt und umfaßt einen zweiten Frequenzkanal für eine TD/CDMA-Übertragung. Dieser zweite Frequenzkanal wird durch eine zweite Sende/Empfangseinrichtung TRX2 realisiert.

- 30 Mixed-Mode Mobilstationen MS sind dabei in der Lage, beide Frequenzkanäle auszuwerten. Insbesondere werden nur im ersten Frequenzkanal von der Basisstation BS gesendete Organisations- und Signalisierungsinformationen auch für den Verbindungsaufbau, für eine Übergabe und für Nachbarzellenmessungen
35 empfangen und ausgewertet.

In FIG 4 überlappen sich die Frequenzbänder des ersten und zweiten Frequenzkanals, d.h. acht erste schmalbandige 200 kHz Frequenzkanäle bilden einen breitbandigen 1,6 MHz Frequenzkanal für die TD/CDMA-Übertragung, der durch eine dritte
5 Sende/EMPfangseinrichtung TRX3 realisiert wird. Das TD/CDMA-Übertragungsverfahren wird also in einem GSM-Frequenzband verwirklicht.

In FIG 10 wird verdeutlicht, daß die Unterscheidung der beiden Übertragungsverfahren anhand von Zeitschlitzten innerhalb
10 der beiden Übertragungsverfahren gemeinsamen TDMA-Rahmenstruktur erfolgt. Es sind beispielhaft drei Zeitschlitzte gezeigt, wobei der erste Zeitschlitz acht GSM-Kanäle enthält, von denen 6 mit Verbindungen V1 bis V6 belegt sind. Im
15 zweiten Zeitschlitz kommt gemäß dem TD/CDMA-Verfahren eine Spreizung mit individuellen Spreizcodes hinzu, so daß drei Verbindungen V7 bis V9 übertragen werden. Den Verbindungen V7 bis V9 können dabei durch Zuweisungen mehrerer Spreizcodes entsprechend höhere Datenrate ermöglicht werden. Im dritten
20 Zeitschlitz sind nur zwei GSM-Kanäle durch Verbindungen V10 und V11 belegt.

Die Funkschnittstelle des TD/CDMA-Verfahren kann folgendermaßen festgelegt werden:

- 25 - acht Zeitschlitzte pro Rahmen,
- 64 Fullrate-Sprachkanäle pro Rahmen,
- 8 Spreizcodes pro Zeitschlitz,
- Bandbreite 1,6 MHz (alternativ 3,2 MHz),
- Funkblocklänge 577 μ s,
- 30 - QPSK oder 16 QAM-Modulation von zu übertragenden Daten,
- linearisierte GMSK gespreizte Modulation,
- Chiprate 2,167 Mchips/s,
- Schaltungs- oder packetvermittelte Datenraten von 1 Mbit/s und 2 Mbit/s für Indoor-Umgebungen.

35

Für den in FIG 10 gezeigten Fall nimmt die Steuereinrichtung ST nach FIG 2, die üblicherweise in einem Basisstationscon-

troller BSC realisiert wird, eine Übergabe der Verbindungen V10 und Vi vom dritten auf den ersten Zeitschlitz vor, so daß der dritte Zeitschlitz wahlweise auch für eine TD/CDMA-Übertragung genutzt werden kann.

5

Diese Verteilung wird dadurch eingeleitet, daß die Belegung des dritten Zeitschlitzes unter einen ersten Schwellwert von 3 gesunken ist und ausreichend erste Frequenzkanäle in anderen GSM-Zeitschlitzes zur Verfügung standen. Diese Verteilung kann auch dadurch ausgelöst werden, daß eine Verbindung V1 zu einer Mixed-Mode Mobilstation MS führt, die eine höhere Datenrate oder einen neuen Dienst anfordert, so daß ein Wechsel der Verbindung V1 zu einer hochratigen TD/CDMA-Übertragung nötig wird. Dabei findet eine Übergabe innerhalb einer Basisstation BS vom ersten zum zweiten Frequenzkanal statt.

Schon beim Verbindungsaufbau werden Mixed-Mode Mobilstationen MS bevorzugt an Basisstationen BS übergeben, die auf dem zweiten Frequenzkanal freie Übertragungskapazität anbieten können. Dies geschieht, selbst wenn ein Verbindungsaufbau auch zu anderen Basisstationen BS möglich wäre. Eine Übergabe findet ebenfalls statt, wenn sich mehrere Mixed-Mode Mobilstationen MS in einer Funkzelle anmelden, die eventuell einen höherratigen Dienst nachfragen werden. Ist beispielsweise das Verhältnis der Verbindungen V1, V2, V3 (Mixed-Mode) zu den Verbindungen V4, V5, V6 gleich 1 und erreicht damit einen zweiten Schwellwert, dann wird ebenfalls ein zweiter Zeitschlitz für die TD/CDMA-Übertragung vorbereitet.

30

Ein Meldungs austausch zwischen einer Mobilstation MS und dem Funk-Kommunikationssystem beginnt mit einer netzseitigen Information über einen Organisationskanal. Diese Informationen signalisieren der Mobilstation MS, welche Standards in der entsprechenden Funkzelle unterstützt werden und welche Frequenzkanäle zur Verfügung stehen. Hierbei wird ein Organisationskanal aus dem GSM-Mobilfunknetz genutzt.

35

Gibt der Teilnehmer der Mobilstation MS einen Gesprächswunsch (MOC) an oder wird ein Verbindungsaufbau zur Mobilstation MS (MTC) gewünscht, so wird der Verbindungsaufbau angemeldet und
5 der gewünschte Dienst signalisiert, worauf der Basisstationscontroller BSC eine Zuweisung von Frequenzband, Zeitschlitz und Übertragungsverfahren vornimmt und über die Basisstation BS der Mobilstation MS signalisiert. Daraufhin wird die Verbindung Vi im signalisierten Frequenzkanal betrieben.

10

Der Aufbau einer Sende/Empfangseinrichtung TRX3 mit beiden Übertragungsverfahren innerhalb einer Basisstation ist vereinfacht in Fig. 11 gezeigt, wobei eine Aufteilung in ein Digitalteil, das durch digitale Signalverarbeitungsmittel DSP
15 realisiert wird, und ein HF-Teil, das aus einem Sendeteil HF-S und einem Empfangsteil HF-E besteht, vorgenommen ist. Das Sendeteil HF-S und das Empfangsteil HF-E sind mit einer gemeinsamen Antenneneinrichtung A verbunden. Gemeinsame Komponenten für mehrere Sende/Empfangseinrichtungen TRX1,
20 TRX2, TRX3, wie z.B. Verstärker, Synchronisations- und Taktbaugruppen, Schnittstellen zum Basisstationscontroller und zum Organisations- und Wartungszentrum OMC sind nicht dargestellt.

25 Der Sendepfad der digitalen Signalverarbeitung besteht aus einem Faltungscodierer FC zur Kanalcodierung von Nutzdaten und Signalisierungsdaten, die zuvor in einem Blockcodierer BC blockcodiert wurden. Anschließend werden in einem Interleaver I die Daten verwürfelt und je nach Übertragungsstandard einem
30 Modulator GSM-MOD zur GSM-Modulierung oder einem Modulator JD-MOD zur TD/CDMA-Modulierung zugeführt. Ein erstes Umschaltmittel UM1, das wie auch ein später gezeigtes zweites Umschaltmittel UM2 durch ein Steuermittel SE gesteuert wird, verbindet den ausgewählten Modulator GSM-MOD bzw. JD-MOD mit
35 einem digitalen Sendefilter SF und weiter mit dem Sendeteil HF-S. Ein Mittel LR zur Sendeleistungsregelung steuert nach

Vorgaben der Steuermittel SE die Sendeleistung für Sendesignale tx.

Im Empfangspfad werden durch die Antenneneinrichtung A
5 empfangene Empfangssignale rx im Empfangsteil HF-E aufgearbeitet und der digitalen Signalverarbeitung zugeführt. Ein digitales Empfangsfilter EF filtert die breitbandigen Empfangssignale rx und gibt über das zweite Umschaltmittel UM2 die Signale an einen Kanalschätzer ab, der entweder ein
10 Kanalschätzer GSM-KS nach dem GSM-Standard oder ein Kanalschätzer JD-KS nach dem TD/CDMA-Standard ist. Nach der Kanalschätzung werden die Signale dem jeweiligen Datenschätzer GSM-D oder JD-D zugeführt, die die Datendetektion vornehmen. In einem Deinterleaver DI werden die Daten beider Pfade
15 wieder gemeinsam entwürfelt und anschließend einem Faltungsdecodierer FD zur Kanaldecodierung zugeführt. Signalisierungsinformationen werden einem Blockdecodierer BD zugeführt, der diese Daten decodiert an das Steuermittel SE abgibt.

20 Das Steuermittel SE gibt die zu sendenden oder die empfangenen Signalisierungsdaten in den Sende- bzw. Empfangspfad weiter und stellt die Verbindung zu netzseitigen Signalisierungskanälen zum Basisstationscontroller BSC her.

25 Das Sendeteil HF-S nach Fig. 12 enthält einen Digital/Analog-Wandler D/A für Real- und Imaginärteil, erste analoge Sendefilter FS1 zum Tiefpaßfiltern der Signale im Basisband, eine erste Mischstufe MS1 zum Umsetzen der Sendesignale tx ins
30 Sendefrequenzband, und einen Leistungsverstärker PA zum Verstärken der Sendesignale tx.

Das Empfangsteil HF-E nach Fig. 13 enthält einen ersten analogen Empfangsfilter EF1, einen Empfangsverstärker RPA zum
35 Messen und Verstärken der Empfangssignale rx, eine zweite Mischstufe MS2 zum Umsetzen der Empfangssignale rx ins Basisband (es können auch mehrere Mischstufen genutzt werden),

zweite analoge Empfangsfilter EF2 und schließlich einen Analog/Digital-Wandler A/D für Real- und Imaginärteil, der digitale Empfangssignale rx erzeugt, die in dem digitalen Signalverarbeitungsmittel DSP verarbeitbar sind.

5

Empfangsteil HF-E und Sendeteil HF-S sind breitbandig, beispielsweise für $B=1,6$ MHz ausgelegt. Im folgenden wird nur der TD/CDMA-Modus näher erläutert.

- 10 In Fig. 14 ist der Sendepfad der Einrichtung detailliert dargestellt. Er ist in der üblichen Beschreibungsform zur Modellierung und Simulation eines nachrichtentechnischen Systems dargestellt, bei dem die Abhängigkeit zwischen verschiedenen Funktionen und die Systemstruktur dargestellt ist.

15

Im Teilmodul S2 werden die Eingangsdaten $d_{S1}^{(k)}$, $k=1..K$, die wahlweise aus den uncodierten Daten $d_{Q1}^{(k)}$, $k=1..K$, oder aus den im Teilmodul S1 quellencodierten Daten $d_{Q2}^{(k)}$, $k=1..K$, hervorgehen, der Kanalcodierung mit anschließenden Interleaving unterzogen. Die Daten von einer ersten Datenquelle Q1 werden
20 über einen Nutzdatenkanal TCH übertragen, die Daten von einer zweiten Datenquelle Q2 über einen Signalisierungskanal SACCH bzw. FACCH.

- 25 Eine n-PSK Modulation und eine Spreizung der Daten mit den modulierten teilnehmerspezifischen CDMA-Codes $c^{(k)}$, $k=1..K$, erfolgt im Teilmodul S3. Danach folgt die Summation aller gespreizten Datenfolgen im Teilmodul S4 und ein anschliessendes Integrieren der Mittambel in die Burststruktur im Teilmodul
30 S5. Im Teilmodul S6 folgt die spektrale Formung des Sendesignals s; in den Modulen S7 bis S9 die Umsetzung des zeitdiskreten 4-fach überabgetasteten Sendesignals im Basisband s_{S6} in den zeit- und wertekontinuierlichen Bandpaßbereich des Sendefrequenzbandes.

35

In Fig. 15 ist der Empfangspfad der Einrichtung detailliert dargestellt. Im Teilmodul E1 erfolgt die Umsetzung der Emp-

fangssignale rx aus dem Sendefrequenzband in den Tiefpaßbereich und die Aufspaltung in eine reale und eine imaginäre Komponente. Im Teilmodul E2 erfolgt eine analoge Tiefpaßfilterung und im Teilmodul E3 schließlich eine 2-fache Überabtastung des Empfangssignals mit 13/3 MHz und einer Wortbreite von 12 bit.

Im Teilmodul E4 erfolgt eine digitale Tiefpaßfilterung mit einem Filter der Bandbreite 13/6 MHz mit möglichst hoher Flankensteilheit zur Kanaltrennung. Anschließend erfolgt im Teilmodul E4 eine 2:1 Dezimierung des 2-fach überabgetasteten Signals.

Das derart gewonnene Empfangssignal e besteht im wesentlichen aus zwei Teilen, nämlich aus einem Anteil em zur Kanalschätzung und aus den Anteilen e1 und e2 zur Datenschätzung. Im Teilmodul E5 erfolgt die Schätzung aller Kanalimpulsantworten $h^{(k)}$ mittels eines bekannten Mittambelgrundcodes m aller im jeweiligen Zeitschlitz übertragener Datenkanäle.

Im Teilmodul E6 werden Parameter $b^{(k)}$ für angepaßte Filter für jeden Datenkanal unter Verwendung der CDMA-Codes $c^{(k)}$ bestimmt. Im Teilmodul E7 erfolgt die Eliminierung der von den Mittambeln $m^{(k)}$ herrührenden Interferenzen in den zur Datenschätzung benutzten Empfangsblöcken e1/2. Dies ist durch die Kenntnis von $h^{(k)}$ und $m^{(k)}$ möglich.

Im Teilmodul E8 erfolgt die Berechnung der Kreuzkorrelationsmatrix $A^{*T} A$. Da $A^{*T} A$ Töplitzstruktur hat, ist hier nur die Berechnung eines kleinen Teils der Matrix nötig, der dann zur Erweiterung auf die komplette Größe verwendet werden kann. Im Teilmodul E9 erfolgt eine Cholesky-Zerlegung von $A^{*T} A$ in $H^{*T} H$, wobei H eine obere Dreiecksmatrix ist. Aufgrund der Töplitzstruktur von $A^{*T} A$ hat auch H näherungsweise eine Töplitzstruktur und muß nicht vollständig berechnet werden. Ein Vektor s repräsentiert die Kehrwerte der Diagonalelemente von

H, die vorteilhaft bei den Gleichungssystemlösern benutzt werden können.

Im Teilmodul E10 erfolgt eine angepaßte Filterung (matched
5 filter) der Empfangssymbolfolgen $e_{1/2}$ mit $b^{(k)}$. Teilmodul E11
realisiert die Gleichungssystemlöser 1 für $H^{*T} \cdot z_{1/2} = e_{1/2}$, und
Teilmodul E12 die Gleichungssystemlöser 2 für $H \cdot d_{1/2} = z_{1/2}$. Im
Teilmodul E13 werden die geschätzten Daten $d_{1/2}$ demoduliert,
entwürfelt und schließlich mittels Viterbi-Decodierer fal-
10 tungsdecodiert. Die decodierten Datenblöcke $d_{E13}^{(k)}$ werden wahl-
weise einer ersten Datensenke D1 oder über den Quellen-
decodierer E14 einer zweiten Datensenke D2 zugeführt. Die
Quellendecodierung ist bei Datenblöcken notwendig, die über
Signalisierungskanäle SACCH oder FACCH übertragen wurden.

15

Das in den Ausführungsbeispielen vorgestellte Funk-Kommunika-
tionssystem zur Datenübertragung schafft ein Mobilfunknetz
mit einer Kombination von FDMA, TDMA und CDMA und ist für
Anforderungen an Systeme der 3. Generation geeignet. Insbe-
20 sondere eignet es sich für eine Implementierung in bestehende
GSM-Mobilfunknetze, für die ein nur geringer Änderungsaufwand
nötig ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung in einem GSM-Mobilfunknetz mit zumindest einem Basisstationscontroller (BSC) und einer
5 ersten Basisstation (BS), bei dem
zwischen der ersten Basisstation (BS) und Mobilstationen (MS)
zumindest ein erster Frequenzkanal zur Datenübertragung und
zur Übertragung von Signalisierungsinformation zur Verfügung
steht,
10 die erste Basisstation (BS) zusätzlich einen zweiten breit-
bandigen Frequenzkanal mit einem TD/CDMA-Übertragungsver-
fahren zur Verfügung stellt,
eine Verbindung (V1) im ersten oder zweiten Frequenzkanal
aufgebaut wird,
15 durch den Basisstationscontroller (BSC) eine Übergabe der
Verbindung (V1) auf den jeweils anderen Frequenzkanal er-
folgt, ohne daß eine zweite Basisstation (BS) ausgewählt
wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem
sich die Frequenzbänder des ersten und zweiten Frequenzkanals
überlappen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem
25 die Bandbreite des zweiten Frequenzkanals zumindest der acht-
fachen Bandbreite des ersten Frequenzkanals ist.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem
der erste und zweite Frequenzkanal im gleichen Frequenzband,
30 jedoch in unterschiedlichen Zeitschlitzten realisiert werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem
der Basisstationscontroller (BSC) eine Verteilung mehrerer
Verbindungen (Vi) auf die Zeitschlitzte derartig steuert, daß
35 ein Zeitschlitz von einem TDMA- bzw. TD/CDMA-Übertragungsver-
fahren für das jeweilige andere Übertragungsverfahren
übergeben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem
der Basisstationscontroller (BSC) eine Verteilung mehrerer
Verbindungen (Vi) auf die Zeitschlitzte derartig steuert, daß
5 die Übergabe einer Verbindung (V1) zu dem jeweilig anderen
Übertragungsverfahren erfolgt, sobald die Auslastung eines
Zeitschlitzes unter einen ersten Schwellwert sinkt.
7. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem
10 der Basisstationscontroller (BSC) eine Verteilung mehrerer
Verbindungen (Vi) auf die Zeitschlitzte derartig steuert, daß
die Übergabe einer Verbindung (Vs) zu dem jeweilig anderen
Übertragungsverfahren erfolgt, sobald das Verhältnis von
Mobilstation (MS) mit TD/CDMA-Tauglichkeit zu sonstigen
15 Mobilstationen (MS) innerhalb einer Funkumgebung einen zwei-
ten Schwellwert erreicht.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem
auch Übergaben von Verbindungen (Vi) von einer zweiten Ba-
20 sisstationen (BS) ohne TD/CDMA-Tauglichkeit bevorzugt zur
ersten Basisstation (BS) erfolgen.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem
zur Übergabe von Verbindungen (Vi) oder für einen Verbin-
25 dungsaufbau die Signalisierungsinformation des ersten Fre-
quenzkanals benutzt wird.
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem
zur Übergabe von Verbindungen (Vi) oder für einen Verbin-
30 dungsaufbau eine Abfrage einer gewünschten Datenrate erfolgt,
und danach der erste oder zweite Frequenzkanal ausgewählt
wird.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem
35 während einer Verbindung (V1) bei zusätzlich benutzten Dien-
sten eine Übergabe der Verbindung (V1) auf den zweiten Fre-
quenzkanal erfolgt.

12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem der erste und zweite Frequenzkanal durch unterschiedliche Sende/Empfangseinrichtungen (TRX1, TRX2) der ersten Basisstation (BS) realisiert werden, jedoch weitere Baugruppen (A, HF-S, HF-E) gemeinsam benutzt werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem der erste und zweite Frequenzkanal in einer gemeinsamen Sende/Empfangseinrichtungen (TRX3) der ersten Basisstation (BS) realisiert werden.
14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem der erste und zweite Frequenzkanal unterschiedlichen Zellgrößen gemäß einem hierarchischen Zellmodell zugeordnet sind.
15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem in Aufwärts- und Abwärtsrichtungen unterschiedliche Datenraten benutzt werden.
16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem in Aufwärts- und Abwärtsrichtungen gleiche Frequenzbänder, jedoch unterschiedliche Zeitschlitzte benutzt werden.
17. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem in Aufwärts- und Abwärtsrichtungen unterschiedliche Frequenzbänder benutzt werden.
18. Funk-Kommunikationssystem mit zumindest einem Basisstationscontroller (BSC) und einer ersten Basisstation (BS), die zur Datenübertragung gemäß einem TDMA-Verfahren in einem ersten Frequenzkanal ausgebildet ist, wobei die ersten Basisstation (BS) zumindest eine Sende/Empfangseinrichtung (TRX2, TRX3) für einen zweiten breitbandigen Frequenzkanal mit einem TD/CDMA-Übertragungsverfahren enthält, und

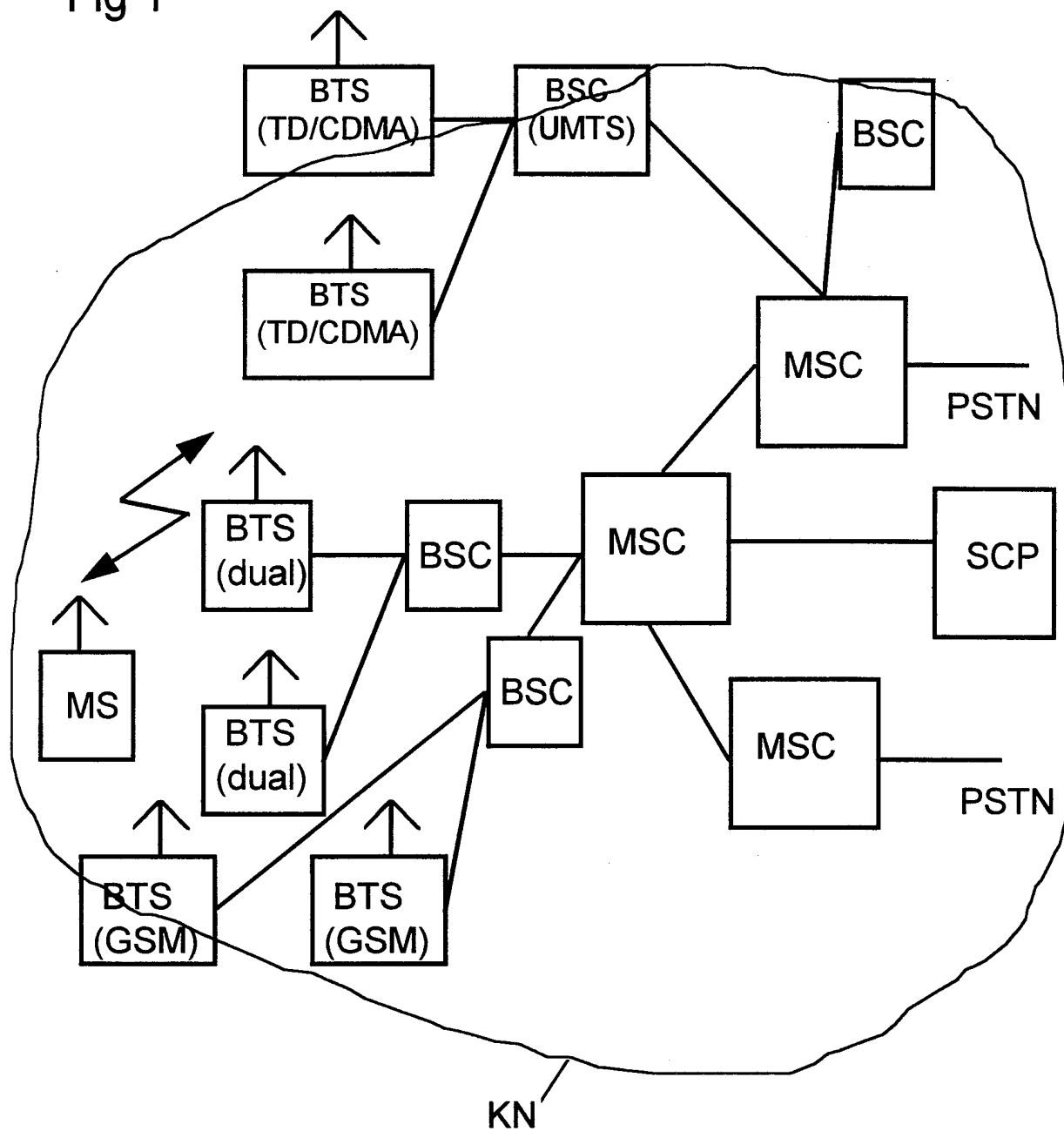
der Basisstationscontroller (BSC) derart ausgeprägt ist,
- ein Verbindungsaufbau für eine Verbindung (V1) im ersten
oder zweiten Frequenzkanal gesteuert wird, und
- daß eine Übergabe der Verbindung (V1) auf den jeweils
5 anderen Frequenzkanal erfolgt, ohne daß eine zweite
Basisstation (BS) ausgewählt wird.

19. Funk-Kommunikationssystem nach Anspruch 18, bei dem
der Basisstationscontroller (BSC) zur Vermittlung von Daten
10 mit unterschiedlicher Datenrate entsprechend der zwei
unterschiedlichen Übertragungsverfahren ausgestaltet ist.

20. Funk-Kommunikationssystem nach Anspruch 18,
mit zumindest einer Transcodiereinheit (TRAU) die zur Kodie-
15 rung und Dekodierung von Daten mit unterschiedlicher Daten-
rate entsprechend der zwei unterschiedlichen Übertragungs-
verfahren ausgestaltet ist.

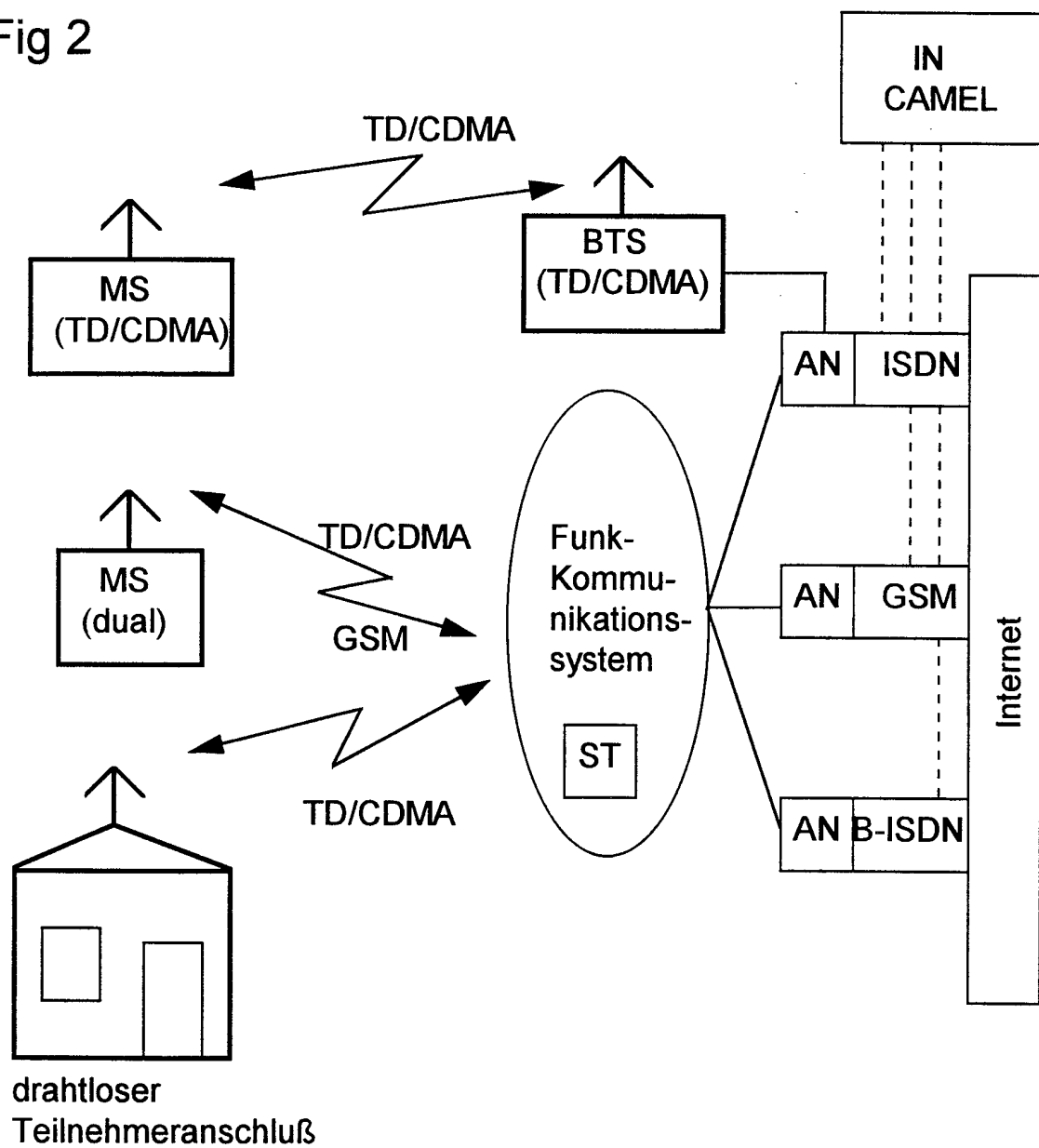
1/10

Fig 1



2/10

Fig 2



3/10

Fig 3

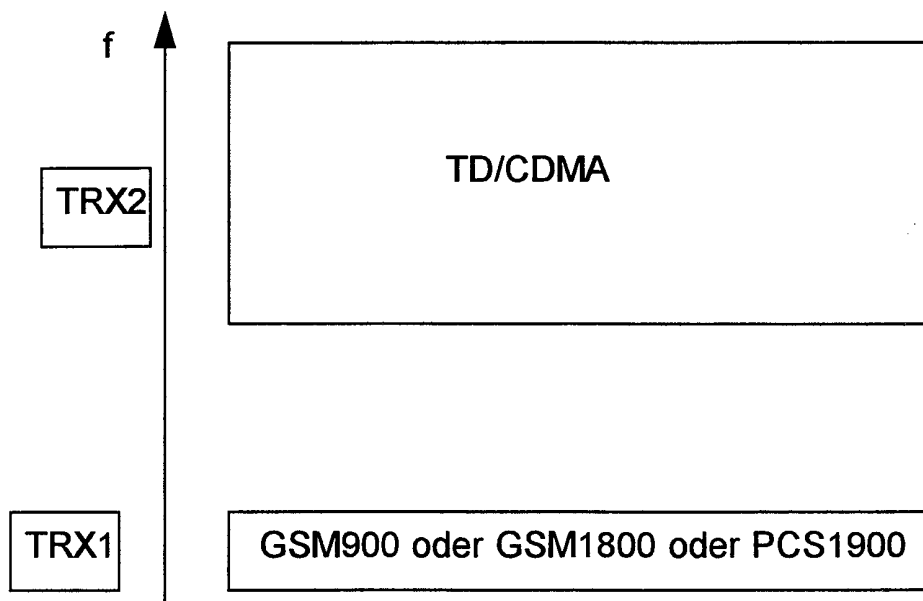
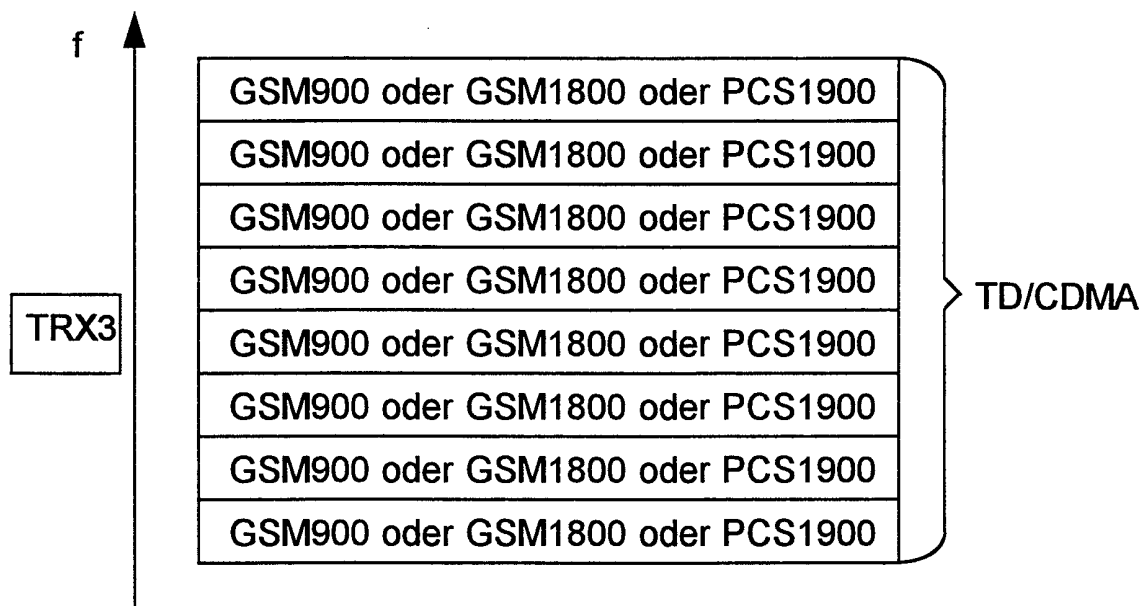


Fig 4



4/10

Fig 5

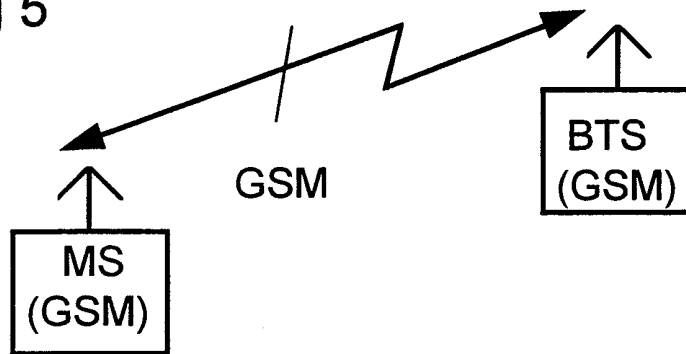


Fig 6

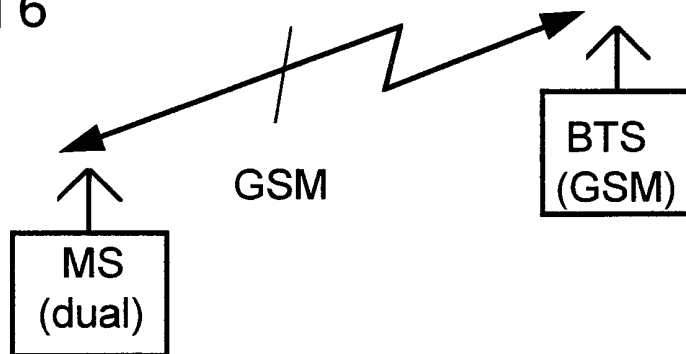
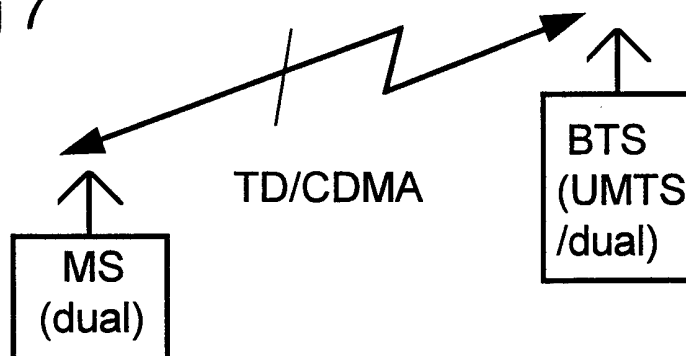


Fig 7



5/10

Fig 8

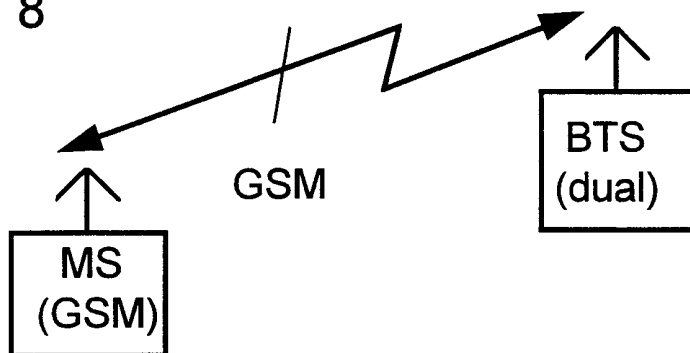
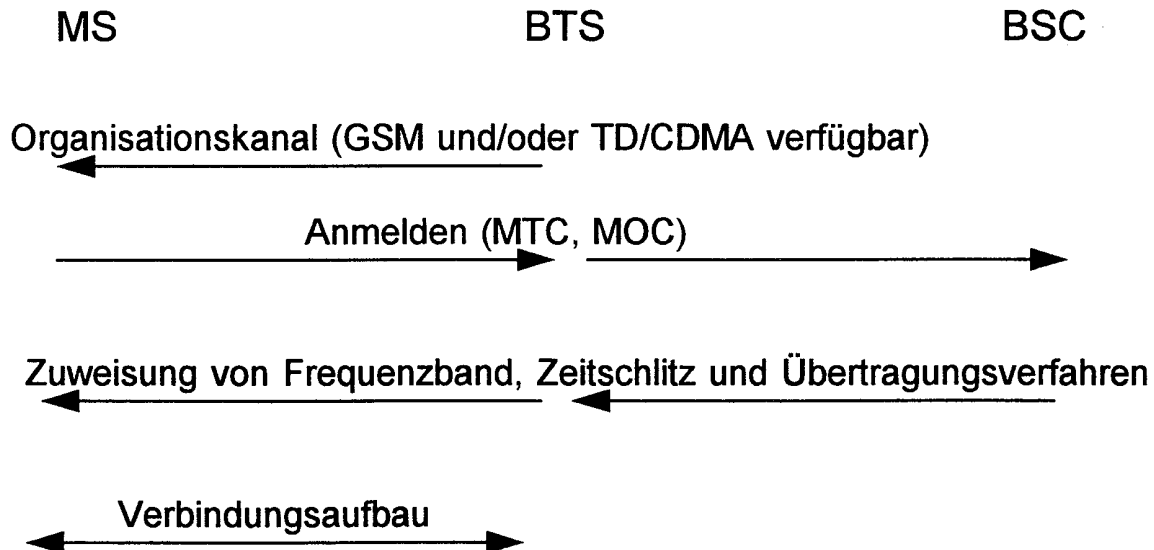
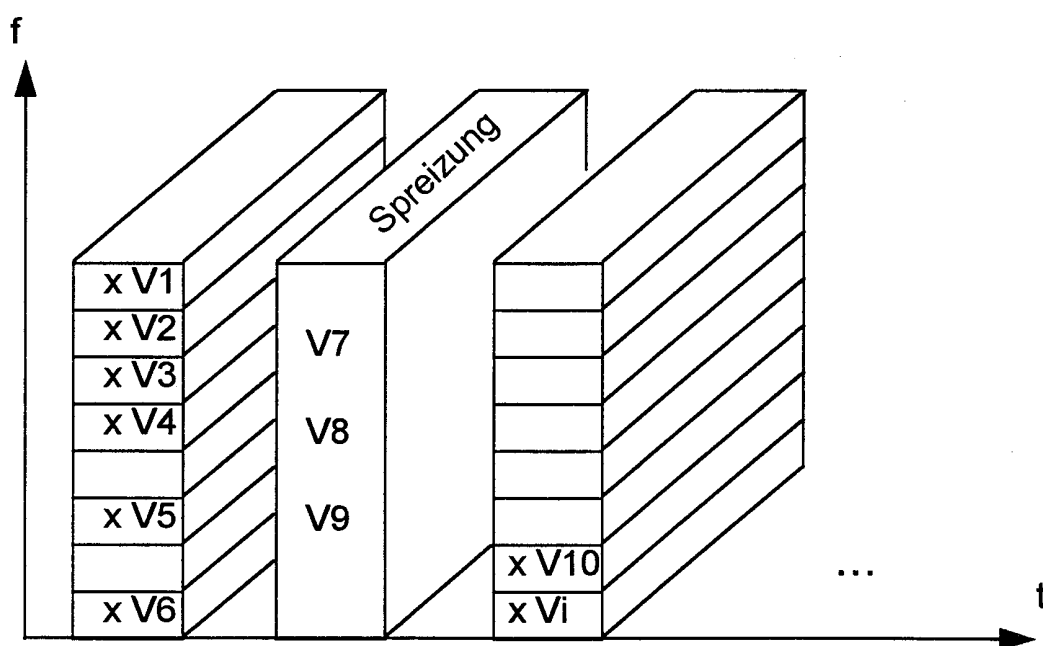


Fig 9



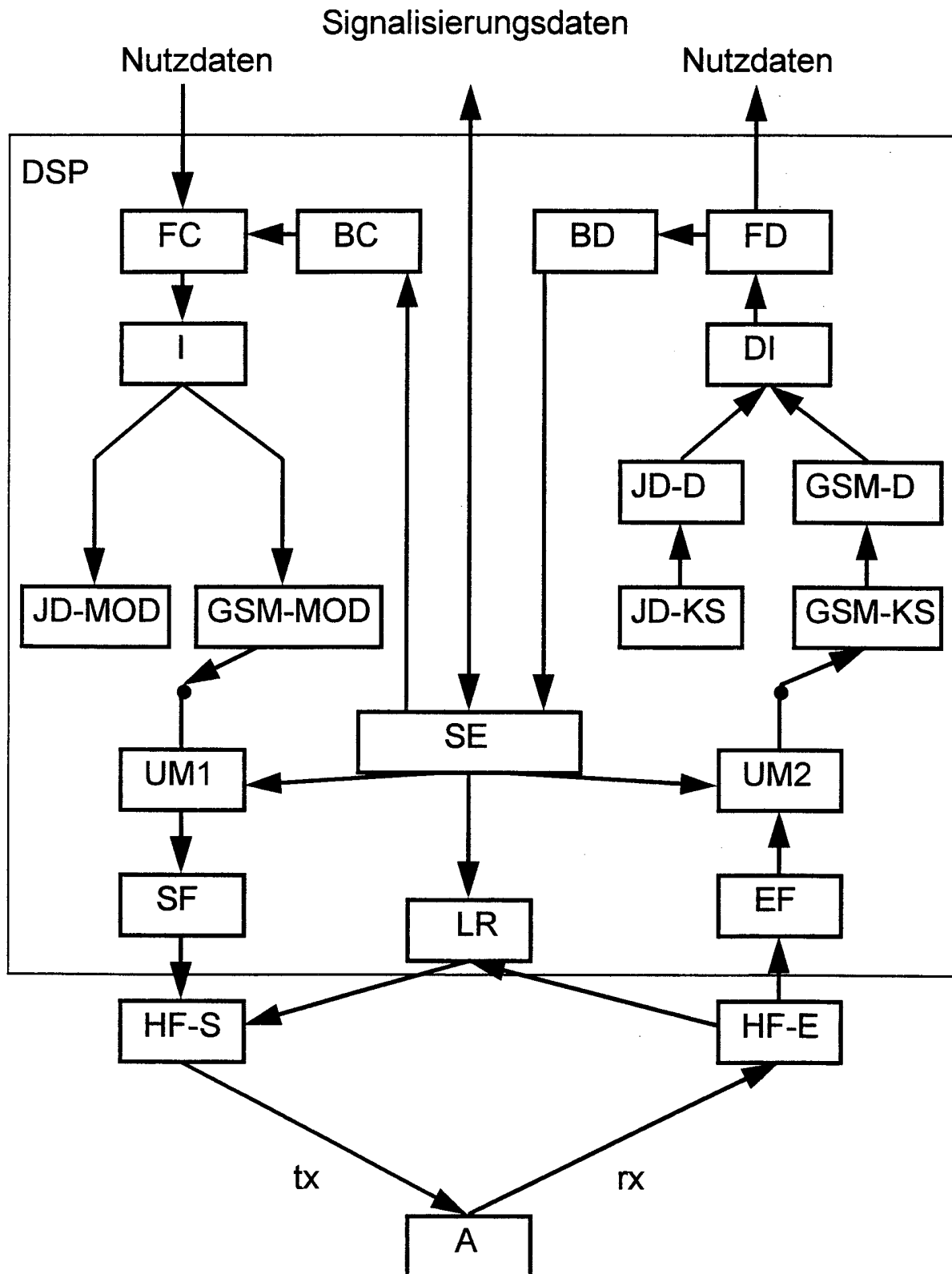
6/10

Fig 10



7/10

Fig 11



8/10

Fig 12

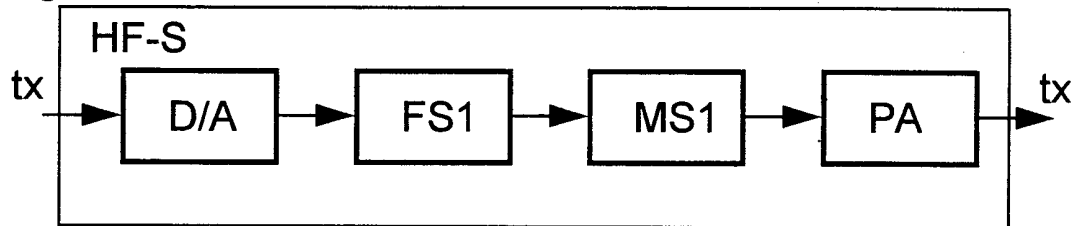
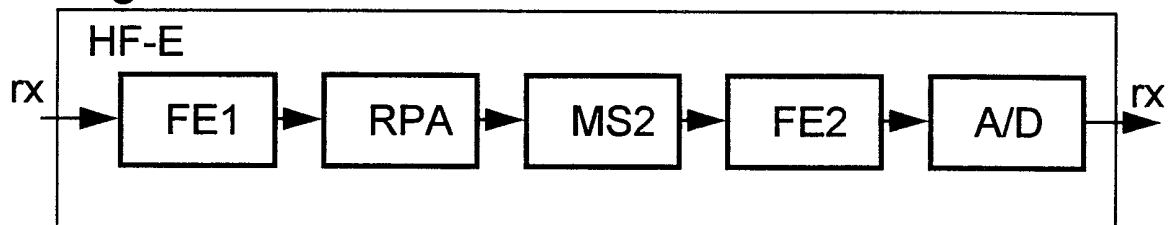
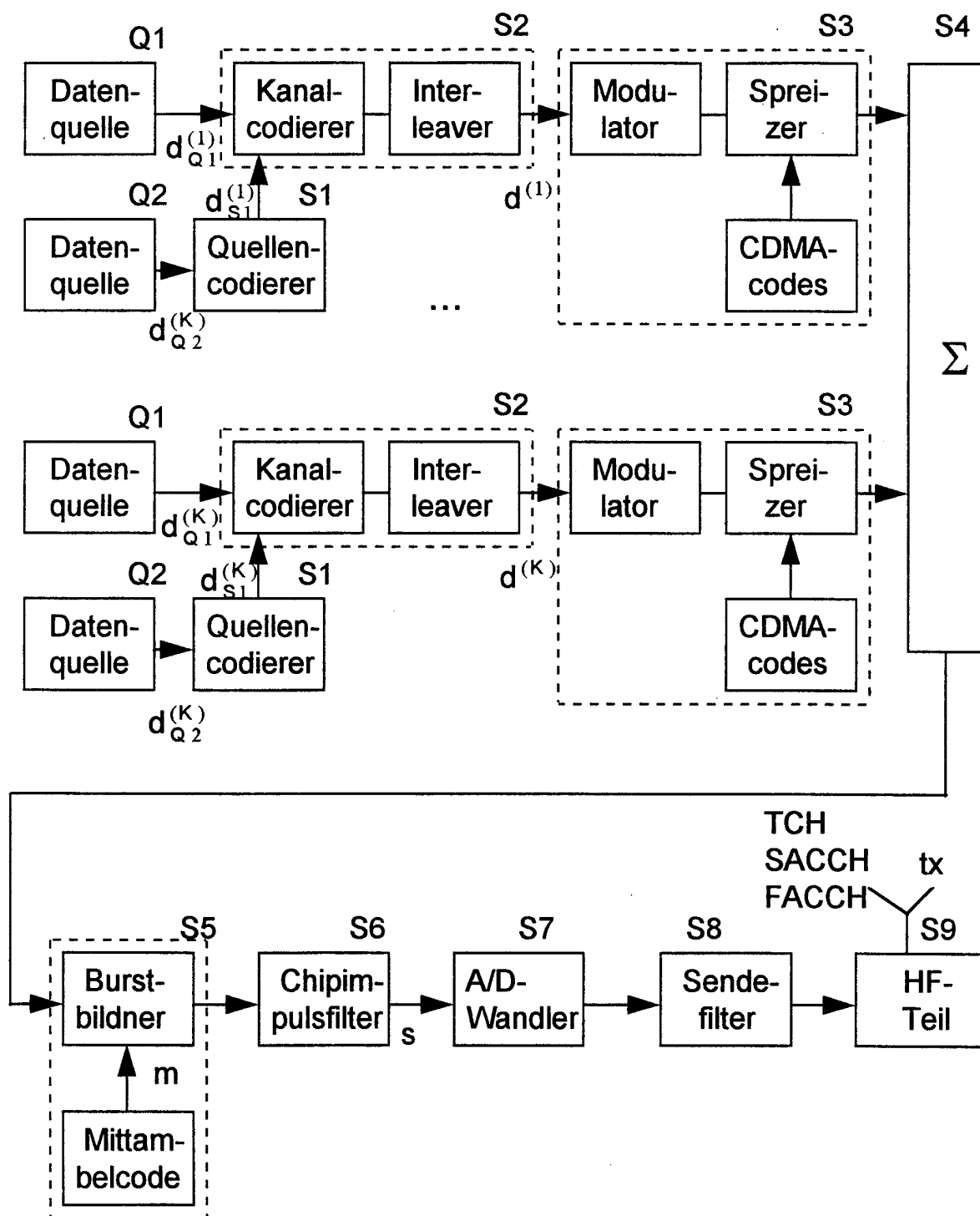


Fig 13



9/10

Fig 14



10/10

Fig 15

