

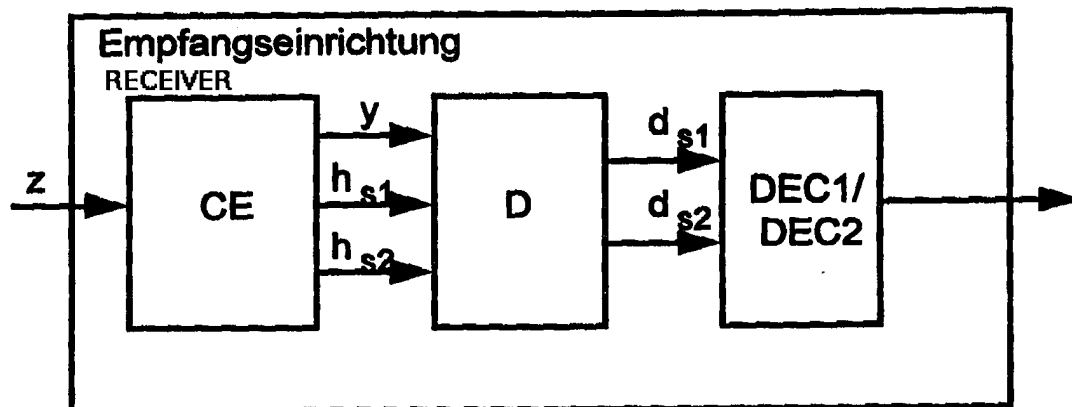
**PCT** WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>H04B 7/005</b></p>	<b>A2</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/57441</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 17. Dezember 1998 (17.12.98)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/01486</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 29. Mai 1998 (29.05.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 24 248.0      9. Juni 1997 (09.06.97)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHREIB, Franz [AT/DE]; Walliser Strasse 156, D-81475 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, ID, JP, MX, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>	

(54) Title: METHOD AND RECEIVER FOR TRANSMITTING DATA

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EMPFANGSEINRICHTUNG ZUR DATENÜBERTRAGUNG



(57) Abstract

The invention relates to a method and receiver for transmitting data between radio stations in a radio communication system by means of a radio interface. According to the invention, the data which is to be transmitted is grouped into message blocks in the transmitter. Each message block contains additional symbols pertaining to a training sequence. At least two message blocks with varying training sequences are then transmitted simultaneously on a channel. The data contained in the at least two message blocks is detected in the receiver when the at least two training sequences are known.

### (57) Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren und eine Einrichtung zur Datenübertragung über eine Funkschnittstelle zwischen Funkstationen in einem Funk-Kommunikationssystem angegeben. Erfindungsgemäß werden sendeseitig zu übertragende Daten in Funkblöcken gruppiert, wobei die Funkblöcke jeweils zusätzliche Symbole einer Trainingssequenz enthalten. In einem Kanal werden daraufhin gleichzeitig zumindest zwei Funkblöcke mit unterschiedlichen Trainingssequenzen übertragen, worauf empfangsseitig unter Kenntnis der zumindest zwei Trainingssequenzen eine Detektion der Daten der zumindest zwei Funkblöcke durchgeführt 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	Aserbajdschan	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 Empfangseinrichtung zur Datenübertragung

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Datenübertragung über eine Funkschnittstelle zwischen Funkstationen in einem Funk-Kommunikationssystem.

10 Funk-Kommunikationssysteme dienen der Übertragung von Daten mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle zwischen einer sendenden und einer empfangenden Funkstation. Ein Beispiel für ein Funk-Kommunikationssystem ist das bekannte GSM-Mobilfunknetz, bei dem zur Übertragung eines Teilnehmersignals jeweils ein durch einen schmalbandigen Frequenzbereich und einen Zeitschlitz gebildeter Kanal  
15 vorgesehen ist. Da ein Teilnehmersignal in einem Kanal in Frequenz und Zeit von übrigen Teilnehmersignalen getrennt ist, kann die empfangende Funkstation eine Detektion der Daten dieses Teilnehmersignals vornehmen.

20 Aus dem GSM-Mobilfunksystem ist es bekannt, in die Daten des Teilnehmersignals eingebettete Trainingssequenzen zu verwenden, die empfangsseitig bekannt sind und zum Bestimmen von Kanalkoeffizienten dienen. Die Kanalkoeffizienten bilden dabei den Kanal der Funkübertragung nach und erleichtern den  
25 Ausgleich von Störungen bei der nachfolgenden Datendetektion.

Der dem GSM-Mobilfunknetz zur Verfügung stehende Frequenzbereich ist beschränkt und führt zunehmend zu Kapazitätsengpässen, besonders in Gebieten mit hoher Teilnehmerdichte. Die  
30 Kapazität des GSM-Mobilfunknetzes ist dabei durch die Anzahl der in einer Funkzelle möglichen Kanäle beschränkt. Eine Möglichkeit, diese Kapazität zu erhöhen ist es, eine sog. Halb-raten-Übertragung (Half Rate) einzuführen. Diese Halb-raten-Übertragung setzt für Sprache eine verbesserte Quellencodierung voraus, so daß nur die Hälfte der bisher benötigten  
35 Zeitschlitz für die Übertragung der gleichen Datenmenge aus-

reicht. Diese Halbratencodierung ist jedoch nur auf Sprachinformationen anwendbar.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren  
5 einer Empfangseinrichtung zur Datenübertragung anzugeben, die  
eine Kapazitätserhöhung unabhängig von der Bedeutung der zu  
übertragenden Daten schafft. Diese Aufgabe wird durch das  
Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und die  
Empfangseinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13  
10 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprü-  
chen zu entnehmen.

Erfindungsgemäß werden sendeseitig zu übertragende Daten in  
Funkblöcken gruppiert, wobei die Funkblöcke jeweils zusätzli-  
15 che Symbole einer Trainingssequenz enthalten. In einem Kanal  
werden daraufhin gleichzeitig zumindest zwei Funkblöcke mit  
unterschiedlichen Trainingssequenzen übertragen, worauf emp-  
fangsseitig unter Kenntnis der zumindest zwei Trainingsse-  
quenzen eine Detektion der Daten durchgeführt wird. Das Ver-  
20 fahren kann jedoch auch für eine größerere Anzahl von Funk-  
blöcken angewendet werden.

Indem bei der Auswahl der Trainingssequenzen sichergestellt  
wird, daß sich diese bei gleichzeitig übertragenen Funk-  
25 blöcken immer unterscheiden, kann durch dieses Charakteristi-  
kum eines Funkblockes die empfangsseitige Separierung der  
Teilnehmersignale erfolgen. Die zu übertragenden Daten der  
zwei Funkblöcke können dabei beliebig sein. Für diese Daten  
und das Verhältnis der einzelnen Symbole zueinander müssen  
30 keine Einschränkungen beachtet werden. Somit schafft das  
erfindungsgemäße Verfahren eine Kapazitätserhöhung, zumindest  
um den Faktor 2 wenn Daten beider Funkblöcke ausgewertet  
werden, der nicht nur auf Sprachinformationen beschränkt ist,  
sondern auch auf weitere Dienste angewendet werden kann.

35

Es kann alternativ vorgesehen sein, daß empfangsseitig nur  
die Daten eines Funkblocks detektiert werden, wobei die

Kenntnis über den weiteren Funkblock zur Verbesserung der Detektion benutzt wird. Hiermit wird eine Verbesserung der Störfestigkeit einer Verbindung erreicht. Somit sind auch die Störungen aus benachbarten Zellen kompensierbar. Damit können  
5 größere Störungen im System zugelassen werden, wodurch entweder eine verbesserte Frequenzwiederbenutzung oder eine höhere Teilnehmerdichte möglich wird.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung erfolgt eine Synchronisation der empfangenen Daten, die gleichzeitig im gleichen  
10 Kanal übertragen werden. Unterschiedliche Laufwege der Teilnehmersignale führen zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Eintreffens bei der empfangenen Funkstation, so daß es besonders wichtig ist, durch eine Synchronisation das Ein-  
15 treffen der zwei Funkblöcke aufeinander abzustimmen, und damit folgende Schritte zur Kanalschätzung und Datendetektion zu erleichtern. Die Synchronisation wird durch eine Signalisierung zu den sendenden Funkstationen vorbereitet, die daraufhin die Sendezeitpunkte einstellen können. Die Synchronisation kann auch empfangsseitig erfolgen; in diesem Fall  
20 ist keine Signalisierung zu den sendenden Funkstationen nötig.

Vorteilhafterweise wird durch die Synchronisation eine zeitliche Abweichung des Eintreffens der zumindest zwei Funk-  
25 blöcke bei der empfangsseitigen Funkstation eingestellt, die kleiner als eine Symbollänge ist. Werden also die Sendezeitpunkte der sendenden Funkstation per Signalisierung derart eingestellt, daß geringe Abweichung zwischen den Zeitpunkten  
30 des Eintreffens der zumindest zwei Funkblöcke vorliegen, so kann eine Bitfehlerrate der Datenübertragung durch verbesserte Detektion gering gehalten werden.

Nach einer weiteren Ausprägung der Erfindung werden einer  
35 sendenden Funkstation zumindest zwei Trainingssequenzen zugewiesen. Durch diese Maßnahmen kann dieser Funkstation eine verdoppelte Datenrate ermöglicht werden. Für diese Funksta-

tion ist kein zusätzlicher Hardwareaufwand nötig, lediglich die Signalverarbeitung in der empfangenen Funkstation muß entsprechend angepaßt werden. Dies kann ggf. durch eine Neu-  
programmierung des entsprechenden Signalprozessors erfolgen.

5

Sind die Funkstationen als Mobilstationen oder Basisstationen eines digitalen Mobilfunknetzes ausgebildet, dann wird die Übertragungsrichtung von der Mobilstation zur Basisstation als Aufwärtsrichtung und die Übertragungsrichtung von Basis-  
stationen zur Mobilstation als Abwärtsrichtung bezeichnet. Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung werden in Aufwärts-  
richtung und Abwärtsrichtung unterschiedliche Übertragungsraten verwendet. Damit werden asymmetrische Dienste möglich, die den Besonderheiten der Anforderungen an die zu übertra-  
genden Daten besser gerecht werden können. Vorteilhafterweise werden in Aufwärtsrichtung Funkblöcke höhere Datenraten als in Abwärtsrichtung verwendet. D.h. die Mobilstationen empfangen wie bisher, sie senden jedoch mit anderen Mobilsta-  
tionen gleichzeitig in einem Kanal und erhöhen somit die Datenrate in Aufwärtsrichtung. Damit muß die Schaltungs-  
technik von Mobilstationen nicht verändert werden, in der Basisstation kann durch entsprechende Anpassung der Signal-  
verarbeitung eine Verdoppelung der Kapazität der Datenübertragung in Aufwärtsrichtung erreicht werden.

25

Besondere Vorteile zeigt das erfindungsgemäße Verfahren, wenn die übertragenen Daten entsprechend eines Paketdatendienstes (GPRS General Packet Radio Services) übertragen werden. Die Datenraten müssen bei diesem Dienst leicht änderbar und die  
funktechnischen Ressourcen der Funkschnittstelle flexibel ausnutzbar sein. Dies kann durch das erfindungsgemäße Verfahren verwirklicht werden.

35

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert.

Dabei zeigen

- FIG 1 ein Blockschaltbild eines Funk-Kommunikations-systems,
- 5 FIG 2 bis 4 verschiedene Varianten von Datenraten für die erfindungsgemäße Datenübertragung,
- FIG 5 eine Blockschaltbild einer Empfangseinrichtung,
- 10 FIG 6 ein Blockschaltbild eines Kanalschätzers, und
- FIG 7 einen Zustandsdiagramm für die Datendetektion.

Ein in FIG 1 dargestelltes Funk-Kommunikationssystem ent-  
15 spricht in seiner Struktur einem bekannten GSM-Mobilfunknetz,  
das aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC be-  
steht, die untereinander vernetzt sind bzw. den Zugang zu ei-  
nem Festnetz PSTN herstellen. Weiterhin sind diese Mobilver-  
mittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einem Basisstati-  
20 onscontroller BSC verbunden. Jeder Basisstationscontroller  
BSC ermöglicht wiederum eine Verbindung zu zumindest einer  
Basisstation BS und nimmt die Verwaltung der funktechnischen  
Ressourcen der angeschlossenen Basisstatione BS vor. Eine  
solche Basisstation BS ist eine Funkstation, die über eine  
25 Funkschnittstelle eine Nachrichtenverbindung zu Mobilsta-  
tionen MS aufbauen kann.

In FIG 1 sind beispielhaft drei Verbindungen zur Übertragung  
von Daten, die Nutzinformationen und Signalisierungsinfor-  
30 mationen darstellen können, zwischen drei Mobilstationen MS  
und einer Basisstation BS gezeigt. Ein Operations- und War-  
tungszentrum OMC realisiert Kontroll- und Wartungsfunktionen  
für das Mobilfunknetz bzw. für Teile davon. Die Funktiona-  
lität dieser Struktur ist auch auf anderer Funk-Kommunika-  
35 tionssysteme übertragbar, in denen die Erfindung zum Einsatz  
kommen kann.

Die FIG 2 bis 4 zeigen unterschiedliche Anwendungen eines Verfahrens zur Datenübertragung über eine Funkschnittstelle zwischen Mobilstationen MS und einer Basisstation BS. Die Anwendungen unterscheiden sich in den Datenraten, die in Aufwärts- oder Abwärtsrichtung für die Datenübertragung verwendet werden.

FIG 2 zeigt die Datenübertragung zwischen einer Basisstation BS und zwei Mobilstationen MS. Sowohl in Aufwärts- als auch in Abwärtsrichtung werden Datenraten von 24700 Bit pro s und Kanal verwendet. Ein Kanal ist dabei durch einen Frequenzbereich und einen Zeitschlitz charakterisiert. 24700 Bit/s ist dabei die übliche Datenrate für einen Kanal eines GSM-Mobilfunknetzes, das bisher nur von einer Mobilstation MS benutzt wurde. Indem in diesem Kanal die Datenübertragung dieser Datenrate zu zwei Mobilstationen MS möglich ist, wird die gesamte über diesen Kanal übertragene Datenrate verdoppelt. Dazu müssen sowohl in Mobilstationen MS als auch in der Basisstation BS entsprechende Änderungen der Signalverarbeitung eingeführt werden.

In FIG 3 wird einer einzigen Mobilstation die doppelte Datenrate mit 49400 Bit pro s und Kanal zugewiesen. Dies bedeutet, daß sowohl in Aufwärtsrichtung als auch in Abwärtsrichtung der Verbindung zwischen Mobilstation MS und Basisstation BS zwei Trainingssequenzen, wie später gezeigt, zugewiesen werden. Auch hierbei sind empfangsseitig und sendeseitig Anpassungen der Signalverarbeitung vorzunehmen.

FIG 4 zeigt eine weitere Anwendung der Datenübertragung zwischen einer Basisstation BS und zwei Mobilstationen MS, wobei die Mobilstationen MS übliche bisher verwendete Mobilstationen sein können. In Abwärtsrichtung wird eine halbierte Datenrate mit 12350 Bit/s und Kanal verwendet. Dies bedeutet beispielsweise, daß nur jeder zweite Zeitschlitz eines Kanals von jeweils einer Mobilstation ausgewertet wird. Beide Mobilstationen MS teilen sich somit einen Kanal. In Aufwärtsrichtung

übertragen jedoch beide Mobilstationen MS gleichzeitig in einem Kanal mit der üblichen Bitrate. Bei dieser Anwendung muß nur eine Anpassung der Basisstation BS erfolgen.

5 Eine Empfangseinrichtung zur Durchführung des Datenübertra-  
gungsverfahrens ist in FIG 5 gezeigt. Die Empfangseinrichtung  
enthält einen Kanalschätzer CE und einen Detektor D. Der Ka-  
nalschätzer empfängt Antennendaten  $z$  von einer analogen Hoch-  
frequenzeinheit - nicht dargestellt -, die die Antennendaten  
10 als komplexes Basisbandsignal erzeugt. Der Kanalschätzer CE  
nimmt eine Synchronisation des Eingangsdatenstromes vor, so  
daß ein synchronisierter Ausgangsdatenstrom  $y$  abgegeben wird.

Weiterhin wird im Kanalschätzer CE zur gleichzeitigen Kanal-  
15 schätzung für zumindest zwei gleichzeitig im gleichen Kanal  
übertragene Funkblöcke eine Auswertung von in den Funkblöcken  
zusätzlich zu den Daten  $d$  übertragene verbindungsindividuelle  
Trainingssequenzen  $tc_1$ ,  $tc_2$  ausgewertet. Mit Hilfe dieser  
Auswertung werden die Kanalimpulsantworten beider Verbindun-  
20 gen bestimmt, die als Kanalkoeffizienten  $h_{s1}$ ,  $h_{s2}$  ebenfalls  
vom Kanalschätzer CE abgegeben werden.

Der Detektor D nimmt die synchronisierten Daten  $y$  und die  
Kanalkoeffizienten  $h$  auf und führt die Datendetektion für  
25 beide Verbindungen durch. Im Ergebnis der Datendetektion  
liegen die detektierten Daten  $d_{s1}$ ,  $d_{s2}$  für beide Verbindungen  
vor. Die detektierten Daten  $d_{s1}$ ,  $d_{s2}$  werden weiteren Ein-  
richtungen der empfangenden Funkstation zugeführt, die da-  
raufhin eine Dekodierung und gegebenenfalls weitere Verar-  
30 beitungsvorgänge, z.B. Dekodierung in Dekodern DEC1, DEC2,  
Entschlüsselung, Entschachtelung u.s.w., durchführen. Die  
Symbole der Daten  $d_{s1}$ ,  $d_{s2}$  repräsentieren die durch Entzer-  
rung und Fehlerkorrektur rekonstruierten gesendeten Daten  $d$ .

35 In FIG 6 ist der Kanalschätzer CE gezeigt. Dieser enthält  
zwei Kanalmodelle KM, die die Übertragungsbedingungen für die  
zwei Verbindungen nachbilden sollen. Die Kanalmodelle KM mo-

dellieren Verzögerungsglieder  $Z^{-1}$ , die kettenförmig angeordnet sind. Testdaten, die den empfangsseitig bekannten Trainingssequenzen tc1, tc2 entsprechen, werden in das Kanalmodell eingespeist und durchlaufen diese Verzögerungsglieder  $Z^{-1}$ . Die unverzögerten Testdaten und die am Ausgang eines jeden Verzögerungsgliedes  $Z^{-1}$  anliegend verzögerten Testdaten werden jeweils mit einem Kanalkoeffizienten  $h$  ( $h_1, h_2, \dots, h_n$ ) in einer Bewertungseinheit BE bewertet und anschließend zu Modelldaten  $r$  aufsummiert.

10

In den Kanalmodellen KM wird die Mehrwegeausbreitung simuliert, wobei nacheinander eintreffende Signalkomponenten zu einem gemeinsamen Signal überlagert werden. Es reichen drei bis vier Verzögerungsglieder  $Z^{-1}$  aus, um diese Mehrwegeausbreitung auszugleichen. Somit ist das Kanalmodell KM durch einen Filter mit endlicher Impulsantwort realisiert.

15

Zur Aufstellung des Kanalmodells werden die Daten  $d$  der zwei Verbindungen in jeweils einer Töplizmatrix gruppiert, wobei die Daten eines ersten Funkblocks Teil der Matrix  $D_{s1}$  und die Daten eines zweiten Funkblocks Teil der Matrix  $D_{s2}$  sind.

20

$$\bar{D}_{s1} = \begin{bmatrix} d_5^{(s1)} & d_4^{(s1)} & \dots & d_1^{(s1)} \\ d_6^{(s1)} & d_5^{(s1)} & \dots & d_2^{(s1)} \\ d_7^{(s1)} & d_6^{(s1)} & \dots & d_3^{(s1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\bar{D}_{s2} = \begin{bmatrix} d_5^{(s2)} & d_4^{(s2)} & \dots & d_1^{(s2)} \\ d_6^{(s2)} & d_5^{(s2)} & \dots & d_2^{(s2)} \\ d_7^{(s2)} & d_6^{(s2)} & \dots & d_3^{(s2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \quad (2)$$

Jede der Verbindungen kann durch eine Kanalimpulsantwort beschrieben werden, wobei die Kanalkoeffizienten  $h$  der ersten Verbindung mit dem Vektor  $h_{s1}$  und die Kanalkoeffizienten der zweiten Verbindung  $h_{s2}$  beschrieben werden.

25

30

$$\underline{h}_{s1} = \begin{bmatrix} h_1^{(s1)} \\ \dots \\ h_5^{(s1)} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\underline{h}_{s2} = \begin{bmatrix} h_1^{(s2)} \\ \dots \\ h_5^{(s2)} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Die synchronisierten empfangenen Daten  $y$  können somit beschrieben werden durch:

$$\underline{y} = \bar{D}_{s1} \cdot \underline{h}_{s1} + \bar{D}_{s2} \cdot \underline{h}_{s2} = \begin{bmatrix} \bar{D}_{s1} & \bar{D}_{s2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{h}_{s1} \\ \underline{h}_{s2} \end{bmatrix} \quad (5)$$

5

Aufgabe des Kanalschätzers CE ist die Lösung der Gleichung (5) für die Trainingssequenzen  $tc1$ ,  $tc2$  der empfangenen Funkblöcke. Angenommen, das Kanalmodell KM mit fünf Kanalkoeffizienten  $h$  erlaubt eine Darstellung der empfangenen Daten  
 10 entsprechend der Gleichungen (6) und (7), so zeigt der Exponent  $tc1$  bzw.  $tc2$ , daß die entsprechenden Daten Teil der Trainingssequenzen  $tc1$ ,  $tc2$  sind.

$$\bar{D}_{s1} = \begin{bmatrix} d_5^{(tc1)} & d_4^{(tc1)} & \dots & d_1^{(tc1)} \\ d_6^{(tc1)} & d_5^{(tc1)} & \dots & d_2^{(tc1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{26}^{(tc1)} & d_{25}^{(tc1)} & \dots & d_{22}^{(tc1)} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\bar{D}_{s2} = \begin{bmatrix} d_5^{(tc2)} & d_4^{(tc2)} & \dots & d_1^{(tc2)} \\ d_6^{(tc2)} & d_5^{(tc2)} & \dots & d_2^{(tc2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{26}^{(tc2)} & d_{25}^{(tc2)} & \dots & d_{22}^{(tc2)} \end{bmatrix} \quad (7)$$

15

Die folgende Gleichung (8) ist eine Darstellung von Gleichung (5), wobei die Lösung mit Hilfe des Kriteriums der least squares möglich ist. Es gibt hierbei 22 Gleichungen für 10 unbekannte Kanalkoeffizienten  $h$ .

20

$$\left\| \begin{bmatrix} \bar{D}_{s1} & \bar{D}_{s2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{h}_{s1} \\ \underline{h}_{s2} \end{bmatrix} - \underline{y} \right\| = e = \min \quad (8)$$

Da die Matrizen  $D_{s1}$  und die  $D_{s2}$  unabhängig von den Eingangsdaten sind, ist es nicht notwendig, daß Kriterium der least square für jeden Funkblock einzeln zu lösen. Die Lösung kann  
 25 dadurch ersetzt werden, daß eine Multiplikation mit einer Pseudoinversen der Matrix (Exponent P) nach Gleichung (9) durchgeführt wird:

30

$$\begin{bmatrix} \underline{h}_{s1} \\ \underline{h}_{s2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{D}_{s1} & \bar{D}_{s2} \end{bmatrix}^{-P} \cdot \underline{y} \quad (9)$$

Zur Synchronisation des Gleichungssystems erfolgt eine Lösung für jede mögliche Synchronisationsposition des Funkblockes. Die Synchronisationsposition ist durch die Variable  $M$  symbolisiert. Die Synchronisation wird letztendlich durch ein Synchronisationsglied  $Z^{-M}$  durchgeführt. Die vorstehend beschriebenen Berechnungen werden durch ein Rechenwerk  $RW$  durchgeführt. Die Lösung des Problems der least squares entspricht der Minimierung der Abweichung  $e$  von empfangenen Trainingssequenzen  $tc1$ ,  $tc2$  zu in zumindest zwei Kanalmodellen  $KM$  erzeugten Vergleichsdaten  $r$ .

Als Detektor  $D$  kann ein Viterbi-Detektor benutzt werden. Bei Zugrundelegen eines Kanalmodells  $KM$  mit fünf Kanalkoeffizienten  $h$  hat dieses Filter mit endlicher Impulsantwort ein Gedächtnis von vier Datensymbolen. Bei der Übertragung von digitalen Daten sind damit 16 mögliche Zustände in der Vergangenheit möglich. Da ein Datensymbol zwei Werte (0 oder 1) angeben kann, so sind 32 Übergänge vom Zustand  $t$  zum Zustand  $t + \Delta t$  möglich. Diese Übergänge sind in FIG 7 gezeigt.

Die Zustände sind als binäre Zahlen dargestellt und die Nummern der Übergänge sind nahe des Ausgangszustandes angegeben. Durchgezogene Linien zeigen an, daß das letzte Symbol den Wert 0 hatte, und gestrichelte Linien, daß das letzte Symbol den Wert 1 hatte. Doppelt gezogene Linien führen zu einer Entscheidung für ein Symbol mit dem Wert 1 und einfach gezogene Linien zu einer Entscheidung für ein Symbol mit dem Wert 0.

Der Detektor  $D$  berücksichtigt zwei Signale mit jeweils einem Kanalmodell  $KM$  mit fünf Kanalkoeffizienten  $h$ . Deshalb gibt es 16 Zustände in der Vergangenheit für Signal 1 und 16 Zustände für Signal 2, d.h. zusammen ergibt das 256 mögliche Zustände. Werden weitere zwei neue Datensymbole empfangen, so führt es zu 256 multipliziert mit vier = 1024 Übergängen.

Tabelle 1 beschreibt die Beziehung zwischen dem übertragenen Datensymbol und einer Zustandsnummer. Beide Signale haben ein Gedächtnis von vier Symbolen. X0 korrespondiert mit dem zuletzt übertragenen Symbol von Signal 1 und Y0 korrespondiert mit dem zuletzt übertragenen Datensymbol von Signal 2. X3 und Y3 stellen den Bezug zu den am weitesten in der Vergangenheit empfangenen Datensymbolen her. Um zur Zustandsnummer zu gelangen müssen die Werte in der Zeile über  $y_i$  und  $x_i$  addiert werden.

10

Die Sequenz 1000 1110 korrespondiert beispielsweise mit dem Zustand 142. Um zum nächsten Zustand zu gelangen, werden alle Symbole  $x$  und alle Symbole  $y$  um ein Element nach links verschoben. Die Datensymbole  $x_3$  und  $y_3$  werden nicht weiter berücksichtigt, währenddessen  $x_0$  mit  $y_0$  mit dem zuletzt empfangenen Symbolen aufgefüllt werden.

15

Die Übergangsnummern können aus Tabelle 2 abgeleitet werden. Die bekannte „Add Compare Select“-Operation des Viterbi-Algorithmus muß erweitert werden.

20

Für eine lokale „Add Compare Select“-Operation wird eine lokale Nummer entsprechend Tabelle 3 und Fig. 8 eingeführt. Vier Übergänge führen zu einem Zustand. Jeder Übergang (Fig. 8: 00 01 10 11) beginnt mit einem Ausgangszustand mit der Metrik  $\Gamma_i$ .  $\Gamma'$  ist dabei nach folgender Gleichung abgeleitet:

25

$$\Gamma' = \min(\Gamma_i + \Delta_i) \Big|_{i=0..3} \quad (10)$$

30 mit

$$\Delta_i = |y_i - r_i|^2 \quad (11)$$

Der Index  $i$  des letztendlich ausgewählten Übergangs (minimaler Metrikzuwachs) wird mit  $i_{\min}$  bezeichnet. Dabei gibt  $\Delta_i$  die euklidische Distanz zwischen dem komplexen empfangenen Wert  $y_i$  und einem komplexen Vergleichswert  $r_i$  an. Es können

35

jedoch auch andere Distanzen, z.B. eine Hammingdistanz verwendet werden.

Der Vergleichswert  $r_i$  mit  $i=0..1023$  ergibt sich aus einer  
 5 Addition von zwei Faltungsergebnissen der Werte aller möglicher Zustandsnummern nach Tabelle 2 (10 bit  $\rightarrow 2^{10} = 1024$  Möglichkeiten), wobei die Werte aus dem Wertebereich (0, 1) in den Wertebereich (-1, 1) überführt werden, mit den entsprechenden Werten der Kanalkoeffizienten (2 x 5 bit)  $h_{s1}$ ,  
 10  $h_{s2}$ .

Zur Bestimmung der sog. Softoutputs  $s'_1, s'_2$  - mit einer Zuverlässigkeitsinformation versehene Entscheidungen - dienen die folgenden Ausführungen. Die Datensymbole  $x_4$  und  $y_4$  sind  
 15 für den Übergang  $i_{min}$  definiert. Um den Softoutput für  $x_4$  ( $s'_1$ ) zu erlangen, wird die Entscheidung für  $y_4$  als korrekt und konstant angenommen und die Differenz zwischen der Entscheidung mit  $x_4=0$  und  $x_4=1$  bewertet. Die Gleichung (12) beschreibt diese Berechnung. Die logischen Operatoren der  
 20 Indizes sind aus der Programmiersprache C abgeleitet.

$$s'_1 = (\Gamma_{i_{min}\&2} + \Delta_{i_{min}\&2}) - (\Gamma_{i_{min}|1} + \Delta_{i_{min}|1}) \quad (12)$$

Für das Datensymbol  $y_4$  wird die gleiche Prozedur angewendet.  
 25 Gleichung (13) beschreibt dies:

$$s'_2 = (\Gamma_{i_{min}\&1} + \Delta_{i_{min}\&1}) - (\Gamma_{i_{min}|2} + \Delta_{i_{min}|2}) \quad (13)$$

Z.B. bedeutet nach Tabelle 4 „&2“, daß der Wert für  $y_4$  erhalten bleibt und  $x_4$  auf „0“ gesetzt wird und „|1“, daß der  
 30 Wert für  $y_4$  erhalten bleibt und  $x_4$  auf „1“ gesetzt wird.

Die Softoutputs  $s'_1, s'_2$  können im Dekoder DEC1 bzw. DEC2 zur Verbesserung der getroffenen Entscheidungen verwendet  
 35 werden. Außer Viterbi-Dekodern können auch Dekoder für Blockcodes verwendet werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung über eine Funkschnittstelle zwischen Funkstationen (BS, MS) in einem Funk-Kommunikations-  
5 system, bei dem
- sendeseitig zu übertragende Daten (d) in Funkblöcken gruppiert werden, wobei die Funkblöcke jeweils zusätzliche Symbole einer Trainingssequenz (tc1, tc2) enthalten,
  - gleichzeitig zumindest zwei Funkblöcke mit unterschied-  
10 lichen Trainingssequenzen (tc1, tc2) in einem Kanal übertragen werden,
  - empfangsseitig unter Kenntnis der zumindest zwei Trainingssequenzen (tc1, tc2) eine Detektion der Daten (d) durchgeführt wird.
- 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem empfangsseitig die Daten (d) der zumindest zwei Funkblöcke detektiert werden.
- 20
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem empfangsseitig die Daten (d) eines Funkblocks detektiert werden, wobei die Kenntnis über den weiteren Funkblock zur Verbesserung der Detektion benutzt wird.
- 25
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem eine Synchronisation von gleichzeitig im gleichen Kanal sendenden Funkstationen (BS, MS) erfolgt.
- 30
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem eine empfangsseitige Synchronisation der empfangenen Daten (d) erfolgt.
- 35
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, bei dem durch die Synchronisation eine zeitliche Abweichung des Eintreffens der zumindest zwei Funkblöcke bei der empfangsseitigen Funkstation (BS, MS) eingestellt wird, die kleiner als eine Symbollänge ist.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem einer sendenden Funkstation (MS, BS) zumindest zwei Trainingssequenzen (tc1, tc2) zugewiesen sind.
- 5
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Funkstationen als Mobilstationen (MS) oder Basisstationen (BS) eines digitalen Mobilfunknetzes ausgebildet sind.
- 10
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem in Aufwärtsrichtung und Abwärtsrichtung unterschiedliche Übertragungsraten verwendet werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem
- 15 in Aufwärtsrichtung ein Funkblock mit einer höheren Datenrate als in Abwärtsrichtung verwendet wird.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die übertragenen Daten (d) entsprechend eines Paketdatendienstes übertragen werden.
- 20
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem für die Detektion eine funkblockbezogene Kanalschätzung unter Auswertung der zumindest zwei Trainingssequenzen (tc1, tc2)
- 25 vorgenommen wird.
13. Empfangseinrichtung für Daten (d), die über eine Funk-schnittstelle zwischen Funkstationen (BS, MS) in einem Funk-Kommunikationssystem übertragen werden, mit
- 30 - einem Kanalschätzer (CE) zur gleichzeitigen Kanalschätzung für zumindest zwei gleichzeitig im gleichen Kanal übertragene Funkblöcke, der innerhalb der Funkblöcke zusätzlich zu den Daten (d) übertragene verbindungsindividuelle Trainingssequenzen (tc1, tc2) auswertet und Kanalkoeffizienten
- 35 (h) bestimmt,

- einem Detektor (D) zur Datendetektion unter Kenntnis der bestimmten Kanalkoeffizienten (h) für die zumindest zwei Funkblöcke.

5 14. Empfangseinrichtung nach Anspruch 11, bei der  
 der Kanalschätzer (CE) derartig ausgeprägt ist, daß gleich-  
 zeitig zumindest zwei Sätze von Kanalkoeffizienten (h) be-  
 stimmt werden, indem für empfangene Trainingssequenzen (tc1,  
 tc2) eine Minimierung der Abweichung von empfangenen Daten  
 10 (y) zu in zumindest zwei Kanalmodellen (KM) mit Kanalkoeffi-  
 zienten (h) erzeugten Vergleichsdaten (r) vorgenommen wird.

15 15. Empfangseinrichtung nach Anspruch 13 oder 14, bei der  
 der Detektor (D) derartig ausgeprägt ist, daß zur Anwendung  
 eines Viterbi-Algorithmus zumindest vier Übergänge von vor-  
 hergehenden Zuständen ( $\Gamma_i$ ) zu einem neuen Zustand ( $\Gamma'$ ) be-  
 trachtet werden und daß der neue Zustand entsprechend der  
 Gleichung  $\Gamma' = \min(\Gamma_i + \Delta_i) |_{i=0..3}$  bestimmt wird, wobei  $\Delta_i$  die eukli-  
 dische Distanz zwischen einem empfangenen Symbol ( $y_i$ ) und  
 20 einem Vergleichssymbol ( $r_i$ ) angibt.

16. Empfangseinrichtung nach Anspruch 15,  
 mit zumindest einem Dekoder (DEC1, DEC2), der sogenannte  
 Softoutputs ( $s'_1, s'_2$ ) berücksichtigt, die nach  
 25  $s'_1 = (\Gamma_{i_{\min\&2}} + \Delta_{i_{\min\&2}}) - (\Gamma_{i_{\min|1}} + \Delta_{i_{\min|1}})$  und  $s'_2 = (\Gamma_{i_{\min\&1}} + \Delta_{i_{\min\&1}}) - (\Gamma_{i_{\min|2}} + \Delta_{i_{\min|2}})$   
 berechnet sind.

17. Empfangseinrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16,  
 die als Teil einer Mobilstation (MS) oder einer Basisstation  
 30 (BS) eines digitalen Mobilfunknetzes ausgeprägt ist.

Fig.1

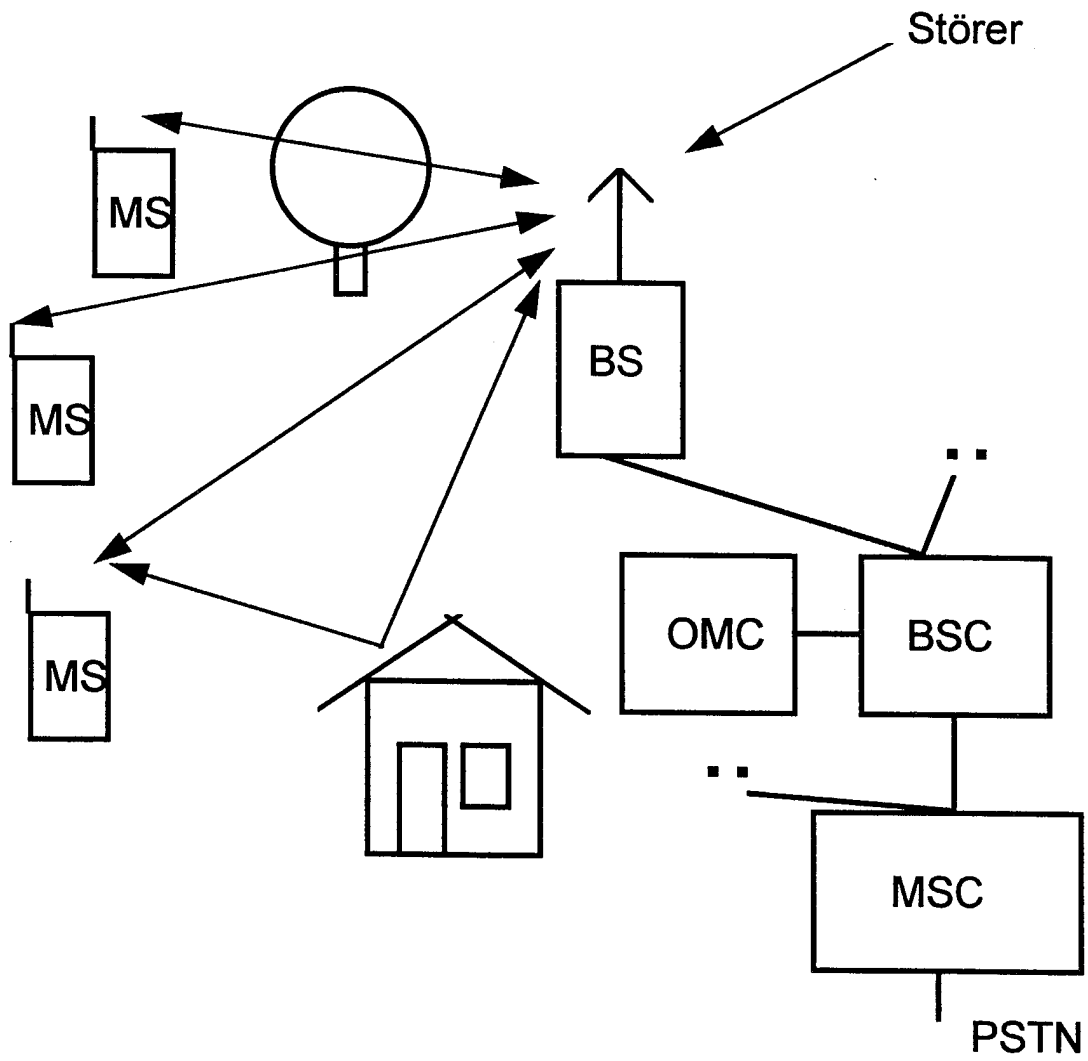


Fig.2

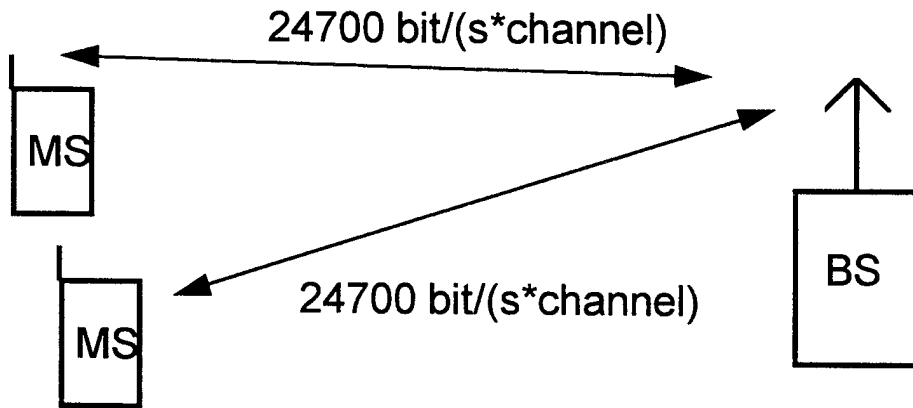


Fig.3

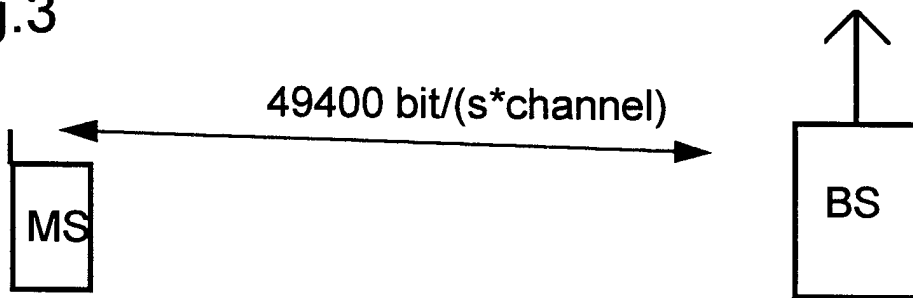
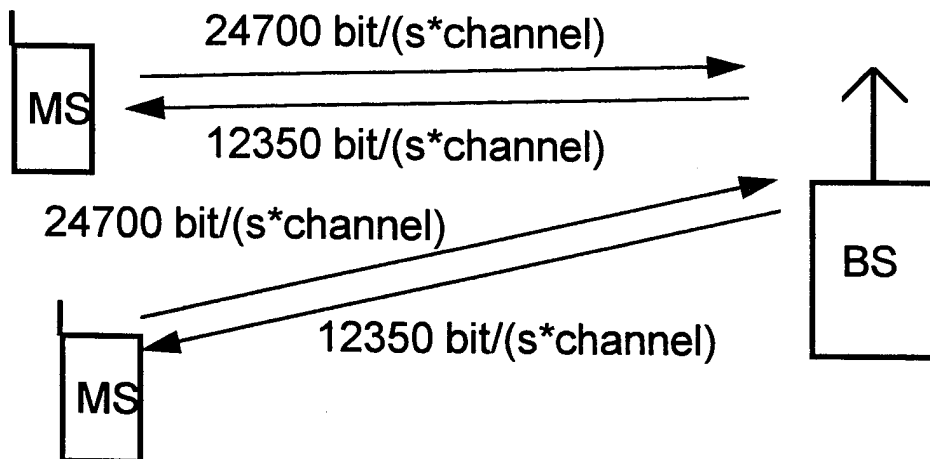


Fig.4



3/7

Fig.5

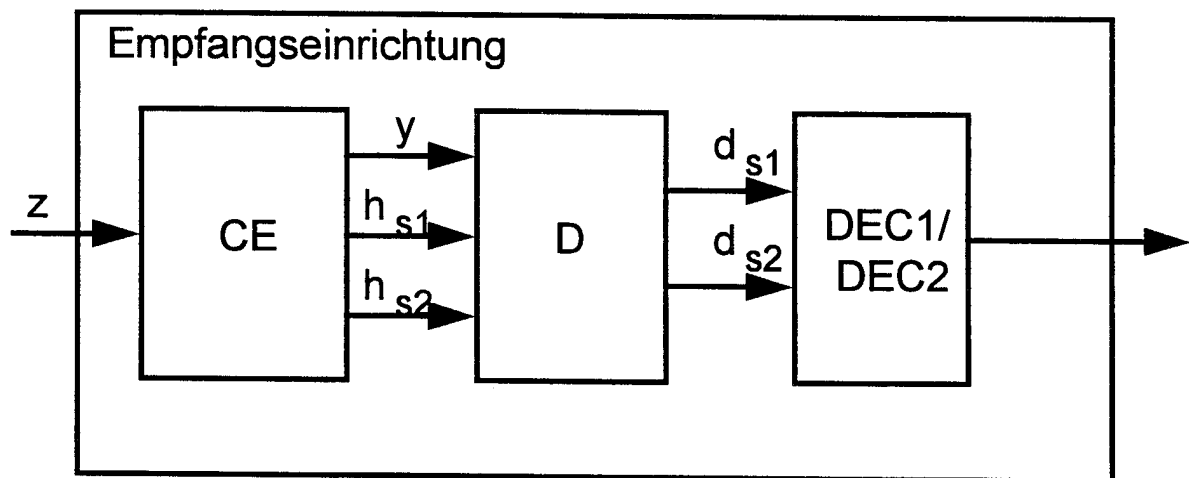


Fig.6

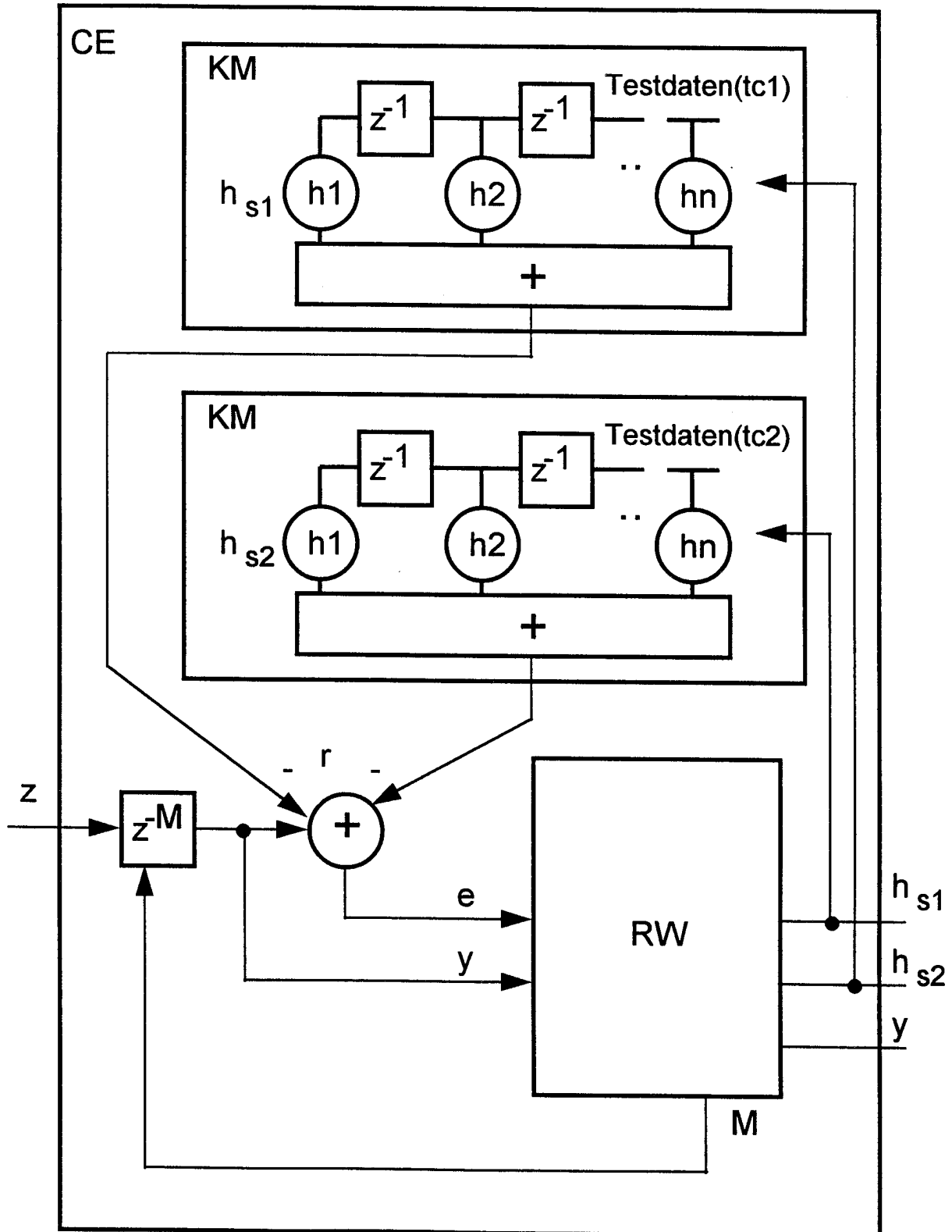


Fig.7

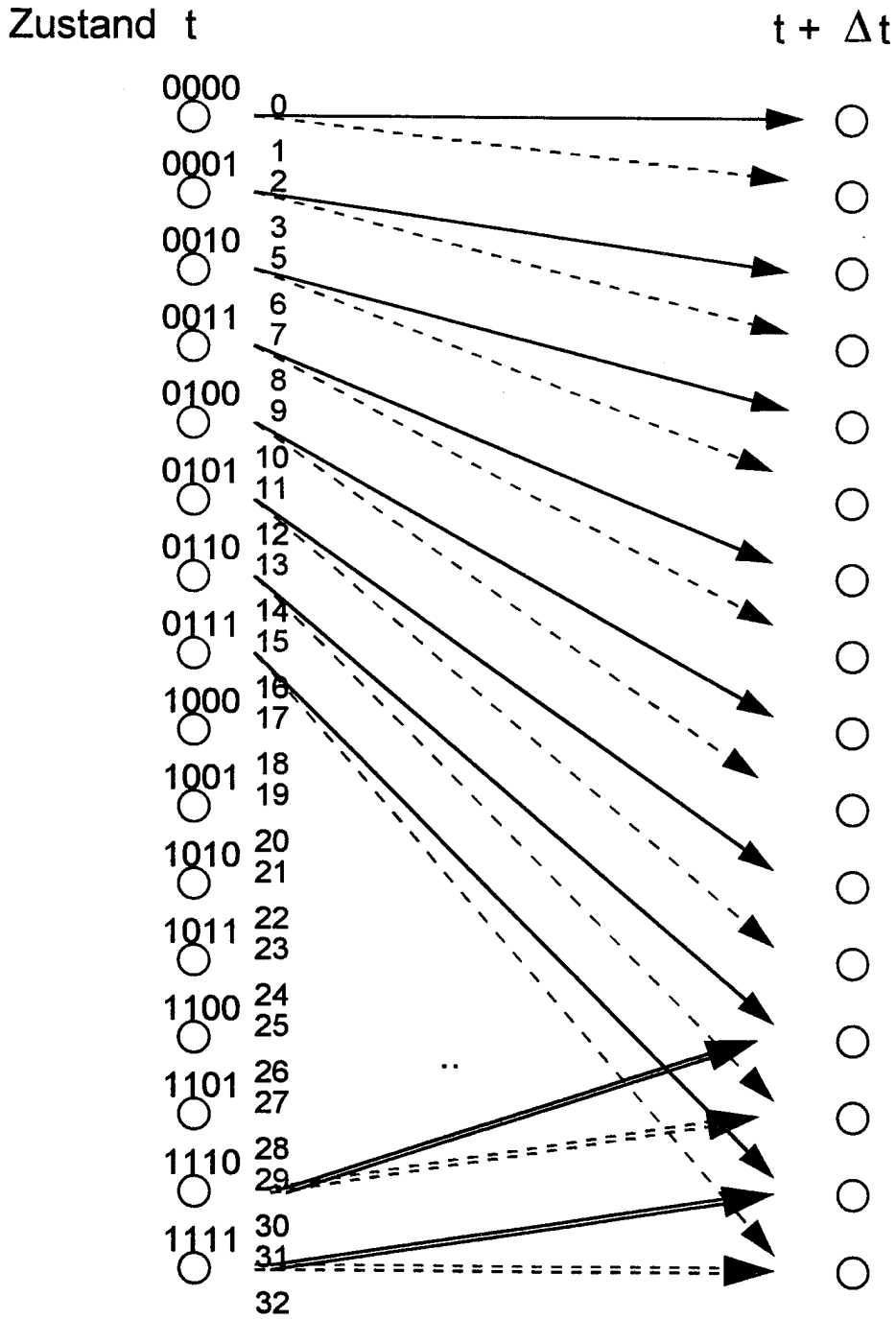


Fig.8

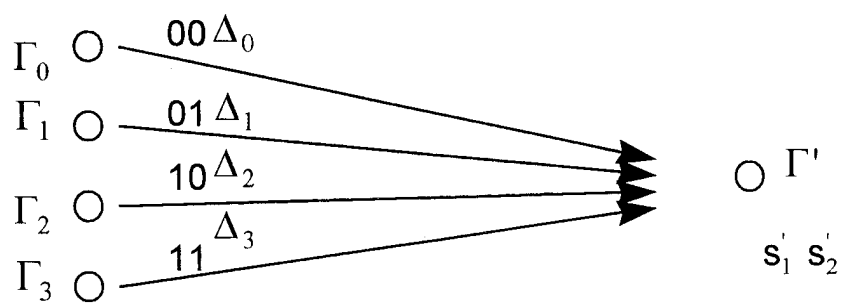


Fig 12

Tab 4

	&2	1	&1	2
00	00	01	01	10
01	00	01	01	11
10	10	11	11	10
11	10	11	11	11

Fig 9

Tab 1

Funkblock 1				Funkblock 2			
128	64	32	16	8	4	2	1
y3	y2	y1	y0	x3	x2	x1	x0

Fig 10

Tab 2

Funkblock 1					Funkblock 2				
256	128	64	32	16	16	8	4	2	1
y4	y3	y2	y1	y0	x4	x3	x2	x1	x0

Fig 11

Tab 3

y4	x4	Übergang
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3