



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 199 83 621 B4 2009.12.03**

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **199 83 621.3**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/RU99/00351**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/021214**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **22.09.1999**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **13.04.2000**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **08.11.2001**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **03.12.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04B 7/02 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**98118423**      **08.10.1998**      **RU**

(73) Patentinhaber:  
**Garmonov, Alexandr Vasilievich, Voronezh, RU**

(74) Vertreter:  
**HOFFMANN & EITLE, 81925 München**

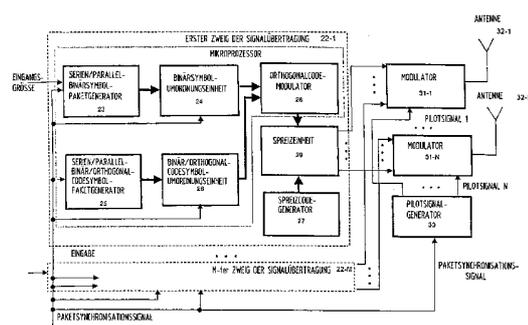
(72) Erfinder:  
**Garmonov, Alexandr Vasilievich, Voronezh, RU;**  
**Karpitski, Yuri Evgenievich, Voronezh, RU**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**EP 07 36 979 A2**

**TAROKH, V., SESHADRI, N., CALDERBANK, A. R.:**  
**Space-Time Codes for High Data Rate Wireless**  
**Communication: Performance Criterion and**  
**Code Construction. In: IEEE Transactions on**  
**Information Theory, vol. 44, no.2, March 1998,**  
**S.744-765**

(54) Bezeichnung: **Orthogonales Übertragungs/Empfangs-Diversity-Verfahren und zugeordnetes Gerät**

(57) Hauptanspruch: Orthogonales Sende/Empfangs-Diversityverfahren, umfassend – bei der Sendeseite – das Zuordnen eines Spreizcodes zu jedem Informations-Binärsymbolstrom jedes Anwenders, Erzeugen von N Senderaum-Diversitykanälen, Erzeugen eines Pilotsignales für jeden Sende-Raumdiversitykanal, sowie bei der Empfangsseite, Empfangen und Demodulieren der gesendeten Signale, Bestimmen von N empfangenen Vektoren der Pilotsignale, Berechnen der Korrelation des Eingangssignals mit dem Spreizcode über die seriellen Intervalle der Dauer des Binärsymbols des empfangenen Informationsstroms, und Bilden einer Folge von Korrelationsvektoren, dadurch gekennzeichnet, dass an der Sendeseite jeder Informations-Binärsymbolstrom in serielle Informationspakete abgeteilt wird, jeweils mit N seriellen Binärsymbolen, ferner eine Serien/Parallel-Transformation der Binärsymbole in jedem Serien-Informationspaket durchgeführt wird, das parallele Informationspaket der N Binärsymbole gebildet wird, das parallele Informationspaket N mal wiederholt wird, wodurch das Serien/Parallel-Informationspaket der N parallelen und N seriellen Gruppen der Binärsymbole über das Intervall der seriellen Informationspaketdauer gebildet wird, der orthogonale Code der N Binärsymbole für jede serielle Gruppe des Serien/Parallel-Informationspakets des Binärsymbols erzeugt wird, wodurch das...



**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft das Funkingenieurwesen, insbesondere Übertragungs/Empfangs-Diversity-Verfahren und Einrichtungen in Kommunikationssysteme mit Mehrfachzugriff im Codemultiplex (CDMA).

## Beschreibung des Stands der Technik

**[0002]** Eines der allgemeinen Probleme für CDMA zellulare Funkkommunikationssysteme ist ein Mehrfachpfadschwundvorgang, der die Systemkapazität reduziert. Die Techniken zum Abschwächen des Schwundvorgangs, die heute angewandt werden, ermöglichen lediglich die Anwendung eines Teils des Potentials der Kanal Kapazität ohne Schwundvorgang. Demnach ist momentan die Schaffung neuer Antischwundvorgangstechniken mit dem Zweck einer weiteren Verbesserung der CDMA Systemkapazität sehr kritisch.

**[0003]** Die wirksamste Antischwundvorgangstechnik ist der Diversity-Empfang unter Verwendung von M Raumdiversity-Empfangsantennen. Die Raumpositionen der Antennen werden zum Gewährleisten einer geringen Korrelation der Signalschwundvorgänge bei unterschiedlichen Antennen ausgewählt. Ein Nachteil der Empfangsraumdiversity sind der hohe Preis und die erhöhten Abmessungen der Ausrüstung. Dies behindert insbesondere die Anwendung der Raumempfangsdiversity in Mobilendgeräten. Demnach ist es momentan ein wichtiges Problem, eine alternative Schwundvorgangsbekämpfungstechnik bereitzustellen, die dasselbe Niveau an Wirksamkeit wie Empfangsraumdiversitysysteme aufweist.

**[0004]** Momentan sind zahlreiche Übertragungsdiversityverfahren bekannt, bei denen ein Signal von zwei oder mehr Raumdiversityantennen übertragen wird, wie in [Fig. 1](#) gezeigt. Zwei oder mehr Diversityantennen sind üblicherweise bei einer Basisstation zum Erzielen der Empfangsdiversity installiert. Im Fall einer Diversityübertragung werden diese Antennen auch als Übertragungsantennen verwendet. Die bekannten Verfahren der Diversity-Übertragung ermöglichen die Abschwächung des ungünstigen Schwundvorgangseffekts, wenn ein Signal bei einer Antenne empfangen wird. Diese Übertragungsdiversityverfahren sind jedoch bei weitem weniger wirksam als die Empfangsdiversityverfahren.

**[0005]** Ein Verfahren und eine Vorrichtung sind aus der EP 0736 979 A2 bekannt. Diese Anmeldung ist ein Rasch-Abkling-Packetdiversity-Übertragungsverfahren und -system zur Minderung der Effekte eines Mehrpfadabklingens auf langsam abklingenden Kanälen. Eine Ausführungsform beinhaltet einen Modulator zum Modulieren von Informationspaketen und eine Anzahl M von Multiplikatoren zum Senden der modulierten Informationspakete von M Antennen mit bis zu M Sätzen von M Festphasenoffsets. Eine andere Ausführungsform sendet eine erste Gruppe von Informationspaketen von M Antennen mit bis zu M Sätzen von M Festphasenoffsets und eine zweite Gruppe Informationspakete mit M langsam zeitvariierenden Phasenoffsets.

**[0006]** Aus US-A 5,109,390 ist ein Übertragungs/Empfangsverfahren bekannt, bei dem ein Datenstrom auf der Übertragungsseite moduliert und dann über einen Raumdiversitykanal (über eine Antenne) übertragen wird. Auf der Empfangsseite wird das Eingangssignal, unter Wiederherstellung des ursprünglichen Datenstroms, demoduliert.

**[0007]** Da der Datenstrom über lediglich einen Raumdiversitykanal übertragen wird, kann das Signal bei dem Empfangspunkt zu einigen Zeitintervallen aufgrund des Schwundvorgangs in dem Kanal verschwinden. Im Ergebnis ist der Empfang eines derartigen Signals durch eine hohe Fehlerrate charakterisiert. Das Verringern der Fehlerrate erfordert das Treffen einiger Maßnahmen zum Erhöhen des Signalrauschabstands (SNR) bei dem Empfängereingang, und als Ergebnis ergibt sich eine Verschlechterung der Kapazität des Kommunikationssystems.

**[0008]** Es gibt ein Verfahren für eine Verzögerungsübertragungsdiversity (vgl. Vahid TAROKH, Nambi SEHADRI und A. R. CALDERBANK: "Space-Time Codes for High Data Rate Wireless Communication: Performance Criterion and Code Construction", IEEE Transactions on Information Theory, Bd. 2, März 1998, S. 744–765), und bei diesem wird dasselbe breitbandige Signal ohne Verzögerung über eine erste Antenne übertragen, und mit Verzögerungen relativ zueinander über den Rest der Antennen, und der Verzögerungswert ist nicht kleiner als ein Chip der spreizenden Pseudoransch-(PN)-Folge. In diesem Fall gleicht das Signal bei der Empfangsseite einem Mehrfachpfadsignal, und es lässt sich durch den üblichen Rake-Receiver verarbeiten. Jedoch weist dieses Verfahren einen wesentlichen Nachteil auf. Die bekannten PN-Spreizfolgen haben nicht

perfekte Autokorrelationseigenschaften, so dass Signale, die bei der Empfangsseite mit unterschiedlichen Zeitverzögerungen ankommen, wechselseitig stark miteinander interferieren.

**[0009]** Ein Verfahren für die orthogonale Übertragungsdiversity (Orthogonal Transmit Diversity, OTD) in einem CDMA System und ein Algorithmus für dessen Anwendung ist beschrieben in K. H. ROSENBROCK, „Submission of Proposed Radio Transmission Technologies – The ETSI UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA) ITU-R RTT Candidate Submission“, Abschnitt 5.6.3.1.; ETSI-SMG2, 29. JAN 1998, S. 51–52.

**[0010]** Das Verfahren gemäß der obigen Lösung ist wie folgt.

**[0011]** Ein Strom von Anwenderinformationssymbolen wird in zwei Teilströme aufgeteilt, und jeder Teilstrom weist unterschiedliche Symbole des Anfangsstroms auf. Jedes Symbol in jedem Teilstrom wird zweimal wiederholt, wodurch dessen Dauer verdoppelt wird. Ein orthogonaler Code mit einer Wiederholungsperiode gleich der Teilstromsymboldauer ist jedem Symbolteilstrom zugeordnet. Symbole des ersten Teilstroms werden über eine erste Antenne übertragen, und Symbole des zweiten Teilstroms werden über eine zweite Antenne übertragen. Vor der Signalübertragung erfolgt eine übliche Verarbeitung mit einer PN Spreizung und einer analogen Modulation. Diese Vorgehensweise führt zu einem Beibehalten der Orthogonalität zwischen den zwei oder mehr Ausgabeteilströmen. Es ist zu erwähnen, dass dieses OTD Verfahren nicht zusätzliche Basisstations-Kanalierungs-codes erfordert, die eine der Grundressourcen darstellen. Die erforderlichen orthogonalen Codes könnten ausgehend von einem orthogonalen Code erzeugt werden, die einem Anwender zugeordnet sind. Dieser Code sei mit  $P_k$  bezeichnet. Dann werden zwei neue orthogonale Codes als  $[P_k, P_k]$ ,  $[P_k, -P_k]$  erzeugt. Die Klammern bezeichnen den Verknüpfungsbetrieb. Die Wiederholperiode der derart erzeugten orthogonalen Codes beträgt das Doppelte der Dauer des Codes, der dem Anwender zugeordnet ist, und sie ist gleich der Dauer eines Teilstrom-Binärsymbols.

**[0012]** Auf der Grundlage der Beschreibung des Algorithmus lässt sich eine Einrichtung auf der Übertragungsseite gemäß diesem Verfahren so erzielen, wie es in [Fig. 2](#) gezeigt ist. Die Einrichtung gemäß [Fig. 2](#) enthält M Signalübertragungszweige **1-1-1-M**, zwei Modulatoren **8<sub>1</sub>-8<sub>2</sub>** und zwei Antennen **9<sub>1</sub>-9<sub>2</sub>**. Jeder Übertragungszweig enthält einen Binärsymbol-Stromaufteiler **2**, und der Eingang von diesem ist der Eingang der Einrichtung, ferner ein Orthogonalcodegenerator **3**, ein Orthogonalmodulator **4**, dessen erste Eingänge mit den zugeordneten Ausgängen des Binärsymbol-Stromaufteilers **2** verbunden sind, dessen zweite Eingänge mit den Ausgängen des Orthogonalcodegenerators **3**, und die Ausgänge des Orthogonalmodulators **4** sind mit den ersten Eingängen einer PN-Spreizeinheit **5** verbunden, und die zweiten Eingänge hiervon sind mit dem Ausgang des Spreiz-PN-Codegenerators verbunden, und die Ausgänge der PN-Spreizeinheit **5** sind mit den zugeordneten ersten Eingängen des ersten **8<sub>1</sub>** und des zweiten **8<sub>2</sub>** Modulators verbunden, und die zweiten Eingänge des ersten **8<sub>1</sub>** und des zweiten **8<sub>2</sub>** Modulators mit den Ausgängen des Pilotsignalgenerators **7** verbunden, und die Ausgänge der Modulatoren **8<sub>1</sub>** und **8<sub>2</sub>** sind jeweils mit der ersten **9<sub>1</sub>** und zweiten **9<sub>2</sub>** Antenne verbunden.

**[0013]** Für den Signalempfang schlägt das UMTS Standardprojekt eine Einrichtung vor, die in K. H. ROSENBROCK, „Submission of Proposed Radio Transmission Technologies – The ETSI UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA) ITU-R RTT Candidate Submission“, Abschnitt 5.6.3.1.; ETSI-SMG2, 29. JAN 1998, S. 51–52, beschrieben ist. Diese Einrichtung wird so, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, erzielt.

**[0014]** Die bekannte Einrichtung nach [Fig. 3](#) enthält einen Multiplizierer **10**, von dem ein erster Eingang der Informationseingang der Einrichtung ist, und ein zweiter Eingang ist der zweite Eingang der Einrichtung, bei dem der PN-Code anliegt, und der Ausgang des Multiplizierers **10** ist mit den ersten Eingängen der Multiplizierer **11**, **13**, **16** und **18** verbunden, und an den zweiten Eingängen von diesen werden zugeordnete Pilotcodes der Kanäle 1 bis N zugeführt, und die Ausgänge der Multiplizierer werden mit den Eingängen der zugeordneten Kombinatoren **12**, **14**, **17** und **19** verbunden, und die Ausgänge des Kombinatoren **12** und des Kombinatoren **14** sind jeweils mit dem ersten und zweiten Eingang des Multiplizierers **15** verbunden, und die Ausgänge des Kombinatoren **17** und des Kombinatoren **18** sind jeweils mit dem ersten und zweiten Eingang des Multiplizierers **20** verbunden, und die Ausgänge des Multiplizierers **15** und **20** sind jeweils mit dem ersten und zweiten Eingang einer Kombinatoreinheit mit bewerteter Entscheidung (Engl.: soft decision combining unit) **21** verbunden, und der Ausgang hiervon ist der Ausgang der Einrichtung.

**[0015]** Die bekannte Einrichtung ist ähnlich zu dem Rake-Empfänger. Die Multiplizierer **10**, **13** und der Kombinator **14** bilden einen Korrelator für das Eingangssignal zu dem Pilot-(Referenz)-Signal der ersten Antenne, und die Multiplizierer **10**, **18** und der Kombinator **19** bilden einen Korrelator für das Eingangssignal zu dem Pilotsignal der zweiten Antenne.

[0016] Die Ausgänge der Multiplizierer **10** und **20** unterliegen einer bewerteten Entscheidung im Hinblick auf die übertragenen Binärsymbole der zugeordneten Teilströme.

[0017] Die Einheit **21** kombiniert bewertete Entscheidungen der Symbole auf zwei Teilströmen in einen Strom bewerteter Entscheidungen.

[0018] Die bekannte Einrichtung arbeitet wie folgt.

[0019] Auf der Übertragungsseite wird ein Eingangsbinärsymbolstrom bei dem Binärsymbolstromaufteiler **2** angewandt, und der Strom wird in zwei Teilströme aufgeteilt, die jeweils unterschiedliche Binärsymbole des anfänglichen Stroms enthalten (beispielsweise  $b_1$  in dem ersten Teilstrom,  $b_2$  in dem zweiten Teilstrom). In jedem Teilstrom wird jedes Binärsymbol zweimal wiederholt, wodurch die Dauer jedes Binärsymbols im Vergleich zu der Dauer des Binärsymbols im anfänglichen Strom verdoppelt ist.

[0020] In der Einheit **3** erfolgt ausgehend von dem anwenderbezogenen Orthogonalcode der Wiederholperiode gleich der Dauer des Binärsymbols im anfänglichen Strom die Erzeugung zweier Orthogonalcodes der Wiederholperiode mit der doppelten Dauer des Binärsymbols im anfänglichen Strom. Einer der erzeugten Orthogonalcodes wird einem Teilstrom zugeordnet, und der andere dem anderen Teilstrom. Diese Codes werden dem zweiten Eingang des Orthogonalmodulators **4** zugeführt, zu dessen erstem Eingang ein Ausgangssignal von dem Binärsymbolstrahlaufteiler **2** gesendet wird.

[0021] In der Einheit **4** werden die jeweiligen Orthogonalcodes bei den Binärsymbolen der Teilströme angewandt.

[0022] In der Einheit **6** wird ein PN-Code erzeugt, und er wird bei dem zweiten Eingang der PN-Spreizeinheit **5** angewandt, an dessen ersten Eingang die codierten Binärsymbole der Teilströme zugeführt werden.

[0023] In der Einheit **5** werden die codierten Binärsymbole jedes Teilstroms durch den PN-Code gespreizt, wodurch Teilströme der PN-gespreizten Binärsymbole erzeugt werden.

[0024] Die Einheit **5** leitet die PN-gespreizten Binärsymbole des ersten Teilstroms zu dem ersten Eingängen des Modulators **8<sub>1</sub>**, und die PN-gespreizten Binärsymbole des zweiten Teilstroms zu den ersten Eingängen des Modulators **8<sub>2</sub>**. Das Pilotsignal des zugeordneten Raumdiversitykanals, das in der Einheit **7** erzeugt wird, wird zu den zweiten Eingängen der Modulatoren **8<sub>1</sub>** und **8<sub>2</sub>** gesendet.

[0025] In den Einheiten **8<sub>1</sub>** und **8<sub>2</sub>** werden die PN-gespreizten Binärsymbole der Teilströme und die Pilotsignale moduliert und übertragen, und zwar jeweils über die erste **9<sub>1</sub>** und die zweite **9<sub>2</sub>** Antenne.

[0026] Bei der Empfangsseite wird ein Signal empfangen und analog demoduliert.

[0027] Die Korrelation des Eingangssignals mit dem PN-Code und den orthogonalen Codes gemäß den Teilströmen wird unter Verwendung der Multiplizierer **10**, **11**, des Kombinator **12**, und der Multiplizierer **10**, **16** und des Kombinator **17** berechnet.

[0028] Die Korrelation zwischen dem Eingangssignal und dem Pilotsignalen der Raumdiversitykanäle wird unter Verwendung der Multiplizierer **10**, **13** und des Kombinator **14** berechnet, die einen Korrelator zwischen dem Eingangssignal und dem Pilotsignal des ersten Space-Diversitykanals bilden, sowie den Multiplizierern **10**, **18** und dem Kombinator **19**, die einen Korrelator zwischen dem Eingangssignal und dem Pilotsignal des zweiten Raumdiversitykanals bilden.

[0029] Der Multiplizierer **15** führt eine bewertete Entscheidung für das übertragene Binärsymbol für den ersten Teilstrahl ( $b_1$ ) durch.

[0030] Der Multiplizierer **20** erzeugt eine bewertete Entscheidung (Engl.: soft decision) anhand des übertragenen Binärsymbols des zweiten Teilstroms ( $b_2$ ).

[0031] Die Einheit **21** kombiniert die zwei Teilströme nach der bewerteten Entscheidung in einen einzigen bewerteten Entscheidungsstrom (soft decision stream).

[0032] Dieses bekannte Verfahren und diese Einrichtung werden für den Fall von zwei Übertragungsanten-

nen beschrieben. Das zitierte Dokument zeigt jedoch an, dass die offenbarte Struktur für die Anwendung mit einer Zahl von  $N = 2^n$  Antennen erweitert werden könnte.

**[0033]** Bei diesem bekannten Verfahren und dieser Einrichtung erfolgt eine Abschwächung der Schwundwirkung aufgrund der kombinierten Anwendung der Faltungscodierung und der Übertragungsdiversity. Vor der Übertragung wird der Binärsymbolstrom in Rahmen unterteilt, und in jedem Rahmen werden Informationsbinärsymbole durch eine Faltungscode codiert. Bei der Empfangsseite unterliegen die über unterschiedliche Antennen übertragenen Signale unabhängigen Schwundvorgängen. Dies führt zu einer Reduktion der Wahrscheinlichkeit, dass die Signale von beiden Antennen während dem Empfang gleichzeitig verschwinden. Aufgrund des Tiefensignalschwundvorgangs bei dem Funkkanal zum Verbinden einer Übertragungsantenne mit der Empfangsantenne kann ein Teil der Rahmensymbole fehlerhaft empfangen werden. Jedoch ermöglicht die während der Codierung eingeführte Redundanz das Wiederherstellen der Informationssymbole auf der Grundlage des korrekt empfangenen Teils des Rahmens. Demnach ist während dem Empfang die Fehlerrate für das Prototypverfahren und die Prototypeinrichtung in K. H. ROSENBROCK (s. o.) geringer als diejenige des Verfahrens nach der US 5 109 390 A. Da die über unterschiedliche Antennen übertragenen Signale orthogonal sind, erzeugen sie nicht wechselweise eine Interferenz während der Verarbeitung bei dem Empfänger. Demnach ist der SNR-Wert pro codiertem Binärsymbol bei diesem Verfahren höher als bei dem Verfahren, das offenbart ist in Vahid TAROKH, Nambi SESHADRI und A. R. CALDERBANK: "Space-Time Codes for High Data Rate Wireless Communication: Performance Criterion and Code Construction", IEEE Transactions on Information Theory, Bd. 44, Nr. 2, März 1998.

**[0034]** Dieses bekannte Verfahren ist jedoch erheblich weniger effizient als die übliche Empfangsraumdiversity, bei der jedes codierte Binärsymbol des Rahmens über zwei oder mehr Raumdiversitykanäle (Antennen) empfangen wird. Bei dem Prototypverfahren wird jedes codierte Binärsymbol lediglich über einen Raumdiversitykanal übertragen, und in dem Kanal mit Schwundvorgang ist die Zuverlässigkeit für den Empfang jedes Binärsymbols gering. Zum Verbessern der Zuverlässigkeit beim Empfang ist es erforderlich, den SNR-Wert zu erhöhen, was gleichbedeutend ist mit einer Verringerung der Kapazität des zellularen Kommunikationssystems.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0035]** Das technische Problem der vorliegenden Erfindung besteht neben der Bereitstellung eines Verfahrens für eine orthogonale Empfangs/Übertragungsdiversity, dass CDMA Kommunikationssystemparameter verbessert, beispielsweise die Kapazität oder die Datenübertragungszuverlässigkeit, durch substantielles Abschwächen der Schwundvorgangeffekte auf den Datenempfang, sowie eine zuverlässige Einrichtung zum Implementieren eines derartigen Verfahrens.

**[0036]** Dieses technische Problem wird gelöst durch ein Verfahren für die orthogonale Empfangs/Übertragungsdiversity, derart, dass bei der Übertragungsseite ein Spreizcode jedem Informationsstrom der Binärsymbole jedes Anwenders zugeordnet wird,  $N$  Übertragungsraumdiversitykanäle gebildet werden, ein Pilotsignal für jeden Übertragungsraumdiversitykanal erzeugt wird, bei der Empfangsseite die übertragenen Signale empfangen und demoduliert werden,  $N$  empfangene Vektoren der Pilotsignale bestimmt werden, eine Korrelation des Eingangssignals mit dem Spreizcode bei seriellen Intervallen der Dauer eines Binärsymbols des empfangenen Informationsstroms berechnet werden, eine Folge der Korrelationsvektoren gebildet wird, und zusätzlich ist gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen:

auf der Übertragungsseite wird jeder Informationsstrom der Binärsymbole in serielle Informationspakete mit  $N$  seriellen Binärsymbolen aufgeteilt,

es wird eine Serien/Paralleltransformation der Binärsymbole in jedem seriellen Informationspaket durchgeführt, wodurch parallele Informationspakete mit  $N$  Symbolen gebildet werden,

das parallele Informationspaket wird  $N$  mal wiederholt, wodurch das Serien/Parallel-Informationspaket gebildet wird, das aus  $N$  parallelen und  $N$  seriellen Gruppen der Binärsymbole in dem Intervall der seriellen Informationspaketdauer besteht,

für jede serielle Gruppe des Serien/Parallel-Informationspakets der Binärsymbole wird ein orthogonaler Code mit  $N$  Binärsymbolen erzeugt, wodurch ein Serien/Parallelpaket der binären, orthogonalen Codesymbole gebildet wird, das aus  $N$  parallelen und  $N$  seriellen Gruppen der binären, orthogonalen Codesymbolen besteht, Binärsymbole in den parallelen Gruppen des Serien/Parallel-Formationspakets werden so umgeordnet, dass die Binärsymbole jeder Seriengruppe nicht wiederholt werden,

Binärsymbole in dem seriellen/parallelen-binären, orthogonale Codesymbolpaket werden in derselben Weise wie in dem seriellen/parallelen Informationsbinärsymbolpaket umgeordnet,

es erfolgt ein Verscrambeln des seriellen/parallelen Informationspakets der umgeordneten Binärsymbole durch

das Serien/Parallelpaket der umgeordneten binären, orthogonalen Codesymbole, wodurch ein Serien/Parallelpaket der binär codierten Symbole gebildet wird,  
es wird ein Raumdiversitykanal jeder Seriengruppe der codierten Binärsymbole des Serien/Parallel-Informationspakets zugeordnet, und jedes korrigierte Binärsymbol wird durch den Anwenderpreizcode gespreizt, und die Seriengruppen der gespreizten codierten Binärsymbole jedes Informationsstroms jedes Anwenders und zugeordnete Pilotsignale werden moduliert und gleichzeitig über N Übertragungs-Raumdiversitykanäle übertragen,  
und auf der Empfangsseite wird eine Folge von Korrelationsvektoren in serielle Pakete von N Korrelationsvektoren aufgeteilt,  
jeder Korrelationsvektor wird mit dem Konjugiert komplexen der empfangenen Pilotsignalvektoren multipliziert, und der Realteil jedes Produkts wird gesammelt, wodurch das Serien/Parallelpaket der Korrelationskoeffizienten gebildet wird,  
es wird das Umordnen invers zu der Umordnung der Serien/Parallel-Informationspaket-Binärsymbole auf der Übertragungsseite durchgeführt, in parallele Gruppen des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizientenpakets,  
es wird ein Serien/Parallelpaket der binären orthogonalen Codesymbole erzeugt, gemäß dem Serien/Parallelpaket der orthogonalen Codesymbole bei der Übertragungsseite und mit N seriellen und N parallelen Gruppen der binären, orthogonalen Codesymbole,  
es wird die Korrelation der seriellen Gruppen des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizientenpakets zu den seriellen Gruppen des Serien/Parallel-Orthogonalcodesymbolpakets berechnet, unter Bildung eines Parallelpakets von N bewerteten Entscheidungen gemäß den N Binärsymbolen des parallelen Informationspakets bei der Übertragungsseite,  
es wird eine Parallel/Serientransformation des Parallelpakets der bewerteten Entscheidung ausgeführt, unter Erzeugung eines bewerteten Ausgangsentscheidungsstroms.

**[0037]** Das Umordnen der Binärsymbole in parallelen Gruppen des Serien/Parallel-Informationspakets ist zum Durchführen einer dyadischen Verschiebung vernünftig, so dass Binärsymbole der K-ten parallelen Gruppe dyadisch um K-1 verschoben sind.

**[0038]** Das Scrambeln des Serien/Parallel-Informationspakets der umgeordneten Binärsymbole durch das Serien/Parallelpaket der umgeordneten Binärorthogonalcodesymbole erfolgt bevorzugt durch Summieren um Moduln zwei jedes Binärsymbols des Serien/Parallel-Informationspakets der umgeordneten Binärsymbole mit dem zugeordneten Binärsymbol des Serien/Parallelpakets der umgeordneten binären, orthogonalen Codesymbole.

**[0039]** Das technische Problem der vorliegenden Erfindung lässt sich auch dadurch lösen, dass die orthogonale Übertragung/Empfangsdiversityeinrichtung enthält: bei der Empfangsseite, M parallele Zweige der Anwendersignalübertragung, einen Pilotsignalgenerator, N Modulatoren, N Antennen, derart, dass jeder Signalübertragungszweig einen seriell verbundenen Orthogonalmodulator und eine PN-Spreizeinheit enthält, und der zweite Eingang der PN-Spreizeinheit ist mit dem Ausgang des PN Codegenerators verbunden, jeder der N Ausgänge der PN-Spreizeinheit ist mit dem Eingang des zugeordneten Modulators verbunden, und der Ausgang jedes Modulators ist mit der zugeordneten Übertragungsantenne verbunden; sowie bei der Empfangsseite: eine Antenne, deren Ausgang mit dem Eingang des Demodulators verbunden ist, ein Korrelator zum Berechnen der Korrelation des Eingangssignals mit dem Spreizcode des Anwenders, N Korrelatoren zum Berechnen der Korrelation des Eingangssignals mit Pilotsignalen der Raumdiversitykanäle, eine Sucheinheit, derart, dass die ersten Eingänge der Korrelatoren und der Sucheinheit kombiniert und mit dem Ausgang des Demodulators verbunden sind, der zweite Ausgang des Korrelators, der die Korrelation des Eingangssignals mit dem Spreizcode des Anwenders berechnet, mit dem ersten Ausgang des Referenzsignalgenerators zum Erzeugen des Spreizcodes des Anwenders bei dem ersten Ausgang verbunden ist, die zweiten Eingänge der N Korrelatoren mit den zweiten Ausgängen des Referenzsignalgenerators zum Erzeugen der Kanalpilotscodes bei diesen Ausgängen verbunden sind, der dritte Ausgang des Referenzsignalgenerators mit dem Eingang des Paketsynchronisierers verbunden ist, und gemäß der vorliegenden Erfindung erfolgt bei der Übertragungsseite die Einführung der folgenden Einheiten in jeden Signalübertragungszweig: ein Serien/Parallel-Binärsymbolpaketgenerator, dessen Eingang den Eingang der Einrichtung bildet und dessen Ausgang mit dem Eingang der Binärsymbolumordnungseinheit verbunden ist, einen seriell angeschlossenen Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbol-Paketgenerator und eine Binär/Orthogonal-Codesymbol-Umordnungseinheit, und die zweiten Eingänge des Serien/Parallel-Binärsymbolpaketgenerators, der Binärsymbol-Umordnungseinheit, der Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbolpaketgenerators und der Binär/Orthogonal-Codesymbol-Umordnungseinheit sind zum Bilden des zweiten Eingangs der Einrichtung kombiniert, und die Ausgänge der Binärsymbol-Umordnungseinheit und der Binär/Orthogonal-Codesymbol-Umordnungseinheit sind mit den ersten und zweiten Eingängen der Orthogonalmodulatoren verbunden, und auf der Empfangsseite wird eine serieller

Korrelationsvektorpaketgenerator eingeführt, und dessen Eingang ist mit dem Ausgang des Korrelators verbunden, zum Berechnen der Korrelation eines Eingangssignals mit einem Spreizcode eines Anwenders, und der Ausgang zu dem ersten Eingang des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizienten-Paketgenerators, die zweiten Eingänge des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizienten-Paketgenerators sind mit den Ausgängen der N Korrelatoren verbunden, der zweite Eingang des seriellen Korrelatorsvektor-Paketgenerators und der dritte Eingang des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizienten-Paketgenerators sind kombiniert und mit dem Ausgang des Paketsynchronisierers verbunden, der Ausgang des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizienten-Paketgenerators ist mit dem Eingang der Korrelationskoeffizienten-Umordnungseinheit verbunden, der Ausgang der Korrelationskoeffizienten-Umordnungseinheit ist mit dem ersten Eingang des Korrelators verbunden, der zweite Eingang des Korrelators ist mit dem Ausgang des Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbol-Paketgenerators verbunden, der Ausgang des Korrelators ist mit der Parallel/Serien-Transformationseinheit verbunden, und deren Ausgang ist der Ausgang der Einrichtung.

**[0040]** Eine Einheit zum Ausführen einer Summation Moduln 2 wird bevorzugt als Orthogonalmodulator verwendet.

**[0041]** Als Ergebnis der neu vorgeschlagenen Folge der Betriebsschritte ergibt sich auf der Übertragungsseite eine Kombination der Binärsymbole des seriellen Informationspakets in jeder seriellen Gruppe. In anderen Worten ausgedrückt, enthält jede serielle Gruppe der Binärsymbole einer Gruppe sämtlicher Symbole des seriellen Informationspakets, jedoch in unterschiedlichen Kombinationen. Das Umordnen der Binärsymbole in dem Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbolpakets sollte in derselben Weise ausgeführt werden, wie das Umordnen der Binärsymbole in dem Serien/Parallel-Informationsbinärsymbolpaket. Bei Abschluss der Betriebsschritte zum Summieren, Spreizen und Modulieren erfolgt ein gleichzeitiges Übertragen serieller Gruppen gespreizter Binärsymbole, die jeweils dieselbe Gruppe der Binärsymbole des Eingangsinformationsstroms enthalten, über unterschiedliche Raumdiversitykanäle. Die über unterschiedliche Raumdiversitykanäle übertragenen Informationsströme erzeugen keine wechselseitige Interferenz, obgleich ein und derselbe Spreizcode in jedem Raumdiversitykanal verwendet wird. Im Ergebnis geht selbst dann, wenn aufgrund eines Schwundvorgangs ein Signal in sämtlichen Raumdiversitykanälen bis auf einen verschwindet, Information nicht verloren, da ein vollständiger Informationsstrom über jeden Raumdiversitykanal übertragen wird. Die Kombination der über die Raumdiversitykanäle mit unterschiedlichem Schwundvorgang übertragenen Informationsströme reduziert demnach signifikant die Fehlerrate während des Informationsempfangs ohne SNR-Erhöhung bei dem Empfängereingang. Der erhaltene Gewinn an Rauschstabilität lässt sich für eine Kommunikationssystem-Kapazitätserhöhung verwenden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0042]** Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die beiliegende Zeichnung beschrieben; es zeigen:

**[0043]** Fig. 1 eine Darstellung eines bekannten Verfahrens für die Kanal-Orthogonal-Empfangs/Übertragungs-Diversity;

**[0044]** Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Prototypeinrichtung (bei der Übertragungsseite);

**[0045]** Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Prototypeinrichtung (bei der Empfangsseite);

**[0046]** Fig. 4 eine Folge der Betriebsschritte des beanspruchten Verfahrens bei der Übertragungsseite;

**[0047]** Fig. 5A, Fig. 5B eine Folge der Betriebsschritte des beanspruchten Verfahrens bei der Empfangsseite, derart, dass Fig. 5B eine Fortsetzung der Fig. 5A darstellt;

**[0048]** Fig. 6 eine Einrichtung zum Implementieren des beanspruchten Verfahrens bei der Übertragungsseite;

**[0049]** Fig. 7 ein Blockschaltbild einer Binärsymbol-Umordnungseinheit für die in Fig. 6 gezeigte Einrichtung;

**[0050]** Fig. 8 eine Einrichtung zum Implementieren des beanspruchten Verfahrens bei der Empfangsseite;

**[0051]** Fig. 9 Rahmenfehleratenkurven, die mit Hilfe einer Computersimulation der Algorithmen der orthogonalen Übertragungsdiversity für den Prototyp gemäß der vorliegenden Erfindung erhalten werden;

[0052] Fig. 10 Rahmenfehleratenkurven, die mit Hilfe einer Computersimulation der vorliegenden Erfindung mit 2, 4 und 8 Übertragungsantennen erhalten werden.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung

[0053] Die Einrichtung für die orthogonale Übertragungs/Empfangsdiversity gemäß der vorliegenden Erfindung, die in den Fig. 6, Fig. 7 und Fig. 8 gezeigt ist, enthält auf der Übertragungsseite (Fig. 6): M Signalübertragungszweige **22-1-22-M** (es sei angenommen, dass das System M Anwender enthält), einen Pilotsignalgenerator **30**, M Modulatoren **31-1-31-N** und N Antennen **32-1-32-N**, jeder Signalübertragungszweig **22-1-22-M** enthält einen seriell verbundenen Generator als Serien/Parallel-Binärsymbol-Paketgenerator **23** und eine Binärsymbol-Umordnungseinheit **24**, und ebenso einen serielle angeschlossenen Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbol-Paketgenerator **25** und eine Binär/Orthogonal-Codesymbol-Umordnungseinheit **26** in jedem Signalübertragungszweig **22-1-22-M**; der erste Eingang des Serien/Parallel-Binärsymbol-Paketgenerators **23** ist der Eingang der Einrichtung, der zweite Eingang des Serien/Parallel-Binärsymbol-Paketgenerators **23** wird mit den zweiten Eingängen der Binärsymbol-Umordnungseinheit **24** kombiniert, sowie der Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbol-Paketgenerators **25** und der Binär/Orthogonal-Codesymbol-Umordnungseinheit **26** zum Bilden des zweiten Eingangs der Einrichtung, der Ausgang der Binärsymbol-Umordnungseinheit **24** ist mit dem ersten Eingang des orthogonalen Modulators **28** verbunden, der zweite Eingang des Orthogonalmodulators **28** ist mit dem Ausgang der Binär/Orthogonal-Codesymbol-Umordnungseinheit **26** verbunden, der Ausgang des Orthogonalmodulators **28** ist mit dem ersten Eingang der PN-Spreizeinheit **29** verbunden, der zweite Eingang der PN-Spreizeinheit **29** ist mit dem Ausgang des PN-Codegenerators verbunden, die Ausgänge der PN-Spreizeinheit **29** sind mit den zugeordneten Eingängen der Modulatoren **31-1-31-N** verbunden, die zweiten Eingänge der Modulatoren **31-1-31-N** sind mit den Ausgängen des Pilotsignalgenerators **30** verbunden, und die Ausgänge der Modulatoren **31-1-31-N** sind mit den zugeordneten Übertragungsantennen **32-1-32-N** verbunden.

[0054] Die Einrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung (Fig. 8) enthält auf der Empfangsseite: eine Antenne **40**, deren Ausgang mit dem Eingang des Demodulators **41** verbunden ist, einen Korrelator **42** zum Berechnen der Korrelation des Eingangssignals mit dem Spreizcode des Anwenders, N Korrelatoren **43-1-43-N** zum Berechnen der Korrelation des Eingangssignals mit den Pilotsignalen der Raumdiversitykanäle, eine Sucheinheit **44**, und die ersten Eingänge der Korrelatoren **42**, **43-1-43-N** und der Sucheinheit **44** sind kombiniert und verbunden mit dem Ausgang des Demodulators **41**, der zweite Eingang des Korrelators **42** zum Berechnen der Korrelation des Eingangssignals mit dem Spreizcode des Anwenders ist mit dem ersten Ausgang eines Referenzsignalgenerators **45** verbunden, der Referenzsignalgenerator **45** erzeugt den Spreizcode des Anwenders bei dem ersten Ausgang, die zweiten Eingänge der N Korrelatoren **43-1-43-N** sind mit den zweiten Ausgängen des Referenzsignalgenerators **45** verbunden, der Diversitykanal-Pilotcodes bei diesen Ausgängen erzeugt, der dritte Ausgang des Referenzsignalgenerators **45** ist mit dem Eingang des Paketsynchronisierers **46** verbunden, ferner einen seriellen Korrelationsvektor-Paketgenerator **47**, dessen Eingang mit dem Ausgang des Korrelators **42** verbunden ist, und der Ausgang des seriellen Korrelationsvektor-Paketgenerators **47** ist mit dem ersten Eingang des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizienten-Paketgenerators **48** verbunden, und die zweiten Eingänge des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizienten-Paketgenerators **48** sind mit den Ausgängen der N Korrelatoren **43-1-43-N** verbunden, der zweite Eingang des seriellen Korrelationsvektor-Paketgenerators **47** und der dritte Eingang des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizient-Paketgenerators **48** sind kombiniert und mit dem Ausgang des Paketsynchronisierers **46** verbunden, der Ausgang des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizienten-Paketgenerators **48** ist mit dem Eingang der Korrelationskoeffizient-Umordnungseinheit **49** verbunden, der Ausgang der Korrelationskoeffizient-Umordnungseinheit **49** ist mit dem ersten Eingang des Korrelators **51** verbunden, der zweite Eingang des Korrelators **51** ist mit dem Ausgang des Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbol-Paketgenerators **50** verbunden, der Ausgang des Korrelators **51** ist mit der Parallel/Seriell-Transformationseinheit **52** verbunden, und der Ausgang der Parallel/Seriell-Transformationseinheit **52** ist der Ausgang der Einrichtung.

[0055] Die Binärsymbol-Umordnungseinheit **24** lässt sich auf einen Mikroprozessor oder in Hardware implementieren. Die Fig. 7 zeigt eine beispielhafte Hardware-Implementierung der Binärsymbol-Umordnungseinheit **24**.

[0056] Die Binärsymbol-Umordnungseinheit **24** enthält erste und zweite Schieberegister **33** und **34**, und die ersten Eingänge von diesen sind kombiniert, und sie stellen den Eingang der Binärsymbol-Umordnungseinheit **24** dar, und die Ausgänge der ersten und zweiten Schieberegister **33** und **34** sind zu dem ersten Eingang eines RAM **35** kombiniert und verbunden, ferner einen Zähler **37**, dessen Eingang mit den zweiten Eingängen der ersten und zweiten Schieberegister **33** und **34** kombiniert ist, zum Bilden des zweiten Eingangs der Binärsym-

bol-Umordnungseinheit **24**, und der Ausgang des Zählers **37** ist mit dem Eingang eines Teilers durch N sowie dem Eingang des Rechners mit Moduln N **39** verbunden, und der Ausgang des Rechners mit Moduln N **39** ist mit den dritten Eingängen der ersten und zweiten Register **34** und **33** und mit einem ersten Eingang eines EXOR **38** verbunden, und der Ausgang des EXOR **38** ist mit dem dritten Eingang des RAM **35** verbunden, und der Ausgang des Teilers durch N **36** ist mit dem zweiten Eingang von EXOR **38** und dem zweiten Eingang des RAM **35** verbunden, und der Ausgang des RAM **35** ist der Ausgang der Binärsymbol-Umordnungseinheit **24**.

[0057] Das Verfahren der orthogonalen Übertragung/Empfangsdiversity gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die vorangehend erläuterte Einrichtung beschrieben.

[0058] Das orthogonale Übertragungs/Empfangs-Diversityverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ist in dem Sendebasisstationsgerät und dem empfangenen Mobilstationsgerät implementiert. Die Implementierung des Verfahrens impliziert weder ein komplexeres Send- und Empfangsbasis- bzw. Mobilstationsgerät noch zusätzliche Spreizcodes.

[0059] Die Fig. 4 zeigt eine Folge von Betriebsschritten bei der Übertragungsseite. Insbesondere zeigt sie die Betriebsschritte, die für das Verständnis der vorliegenden Erfindung maßgeblich sind. Vier Send-Raumdiversitykanäle werden zum Darstellen des Betriebs des Verfahrens verwendet.

[0060] Bei der Sendeseite wird der Spreizcode  $P_k$  jedem Informations-Binärsymbolstrom jedes Anwenders zugeordnet. Jeder Informations-Binärsymbolstrom wird in serielle Informationspakete unterteilt, die jeweils N serielle Binärsymbole enthalten.

[0061] Die Binärsymbole des momentanen seriellen Pakets in der Reihenfolge der Folge hiervon sind mit b1, b2, b3 und b4 bezeichnet (dieser Betrieb wird durch die Position "a" bei der Fig. 4 dargestellt).

[0062] Die Serien/Parallel-Transformation der Binärsymbole des Serieninformationspakets erfolgt unter Bildung eines parallelen Informationspakets mit vier Binärsymbolen (der Betrieb wird durch die Position "b" bei der Fig. 4 dargestellt). Der Betrieb wird durch die in Fig. 6 gezeigte Einheit **23** ausgeführt. Das parallele Informationspaket wird viermal wiederholt, wodurch ein Serien/Parallel-Informationspaket mit vier parallelen und vier seriellen Gruppen der Binärsymbole gebildet wird. Jede parallele Gruppe enthält sämtliche Symbole des seriellen Informationspakets. Jede serielle Gruppe enthält vier ähnliche (wiederholte) Binärsymbole. Dieser Betrieb ist in Fig. 4 bei der Position "c" dargestellt, und er wird ebenso durch die in Fig. 6 gezeigte Einheit **23** ausgeführt.

[0063] Der Orthogonalcode der vier Binärsymbole wird für jede serielle Gruppe des seriellen/parallelen Informations-Binärsymbolpakets erzeugt. Beispielsweise besteht bei vier Codes  $C_1, C_2, C_3$  und  $C_4$  der erste Code aus den Binärsymbolen  $C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{14}$ , und der zweite Code besteht aus Binärsymbolen  $C_{21}, C_{22}, C_{23}, C_{24}$ , der dritte Code besteht aus den Binärsymbolen  $C_{31}, C_{32}, C_{33}, C_{34}$ , der vierte Code besteht aus Binärsymbolen  $C_{41}, C_{42}, C_{43}, C_{44}$ , und demnach erfolgt das Bilden eines Serien/Parallelpakets der Binärsymbole der Orthogonalcodes mit vier parallelen und vier seriellen Gruppen der binären, orthogonalen Codesymbole (siehe Position "d" in Fig. 4). Die Einheit **25**, die diesen Betrieb ausführt, ist in Fig. 6 gezeigt. Das Serien/Parallelpaket, dessen serielle Gruppen die Form von Walsh Funktionen aufweisen, kann als ein Beispiel des Serien/Parallel-Orthogonalcode-Symbolpakets dienen.

1	1	1	1	$C_{11}$ ,	$C_{12}$ ,	$C_{13}$ ,	$C_{14}$
1	-1	1	-1	$C_{21}$ ,	$C_{22}$ ,	$C_{23}$ ,	$C_{24}$
1	-1	-1	1	$C_{31}$ ,	$C_{32}$ ,	$C_{33}$ ,	$C_{34}$
1	1	-1	-1	$C_{41}$ ,	$C_{42}$ ,	$C_{43}$ ,	$C_{44}$

[0064] Demnach ist das Ordnen der Walsh Funktionen wichtig

(Н. Ахмед

• К.Н. Рао. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов. Перевод с английского Т.Э. Кренкеля. Под редакцией И.Б. Фоменко. Москва • Связь • 1980, 6 раздел].

N. Ahmed – K. R. Rao, Orthogonal Transforms for Digital Signal Processing, Moskau.: – "Svyaz". 1980, Abschnitt 6).

**[0065]** Die Binärsymbole in den parallelen Gruppen des Serien/Parallel-Informationspakets werden so umgeordnet, dass die Binärsymbole jeder seriellen Gruppe nicht wiederholt werden. Demnach enthält jede serielle Gruppe eine Gruppe sämtlicher Symbole des seriellen Informationspakets, jedoch in unterschiedlicher Kombination.

**[0066]** Es gibt zahlreiche Verfahren für die Binärsymbolumordnung, die die oben beschriebenen Bedingungen erfüllen. Hier sei eines von diesen betrachtet. Die Binärsymbole der ersten parallelen Gruppe werden nicht umgeordnet. Die Binärsymbole der zweiten parallelen Gruppe werden in der folgenden Weise umgeordnet. Das erste Binärsymbol – zu der zweiten seriellen Gruppe, das zweite Binärsymbol – zu der ersten seriellen Gruppe, das dritte Binärsymbol – zu der vierten seriellen Gruppe, das vierte Binärsymbol – zu der dritten seriellen Gruppe. Binärsymbole der dritten parallelen Gruppe werden in der folgenden Weise umgeordnet. Das dritte Binärsymbol – zu der ersten seriellen Gruppe, das vierte Binärsymbol – zu der zweiten seriellen Gruppe, das erste Binärsymbol – zu der dritten seriellen Gruppe, das zweite Binärsymbol – zu der vierten seriellen Gruppe. Binärsymbole der vierten parallelen Gruppe werden in der folgenden Weise umgeordnet. Das erste Binärsymbol – zu der vierten seriellen Gruppe, das zweite Binärsymbol – zu der dritten seriellen Gruppe, das dritte Binärsymbol – zu der zweiten seriellen Gruppe, das vierte Binärsymbol – zu der ersten seriellen Gruppe. Der Betrieb des Verfahrens ist durch die [Fig. 4](#) dargestellt, Position "e". Die in [Fig. 6](#) gezeigte Binärsymbol-Umordnungseinheit führt diesen Betrieb aus.

**[0067]** Das obige Beispiel für die Umordnung entspricht der dyadischen Verschiebung (N. Ahmed – K. Rao. a. a. o., Seiten 109–111), und die erste parallele Gruppe verbleibt unverändert, die Binärsymbole der zweiten parallelen Gruppe werden dyadisch um eins verschoben, die Binärsymbole der dritten parallelen Gruppe werden dyadisch um zwei verschoben, und die Binärsymbole der vierten parallelen Gruppe werden dyadisch um drei verschoben.

**[0068]** Die Binärsymbole des Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbolpakets werden in derselben Weise wie die Binärsymbole des Serien/Parallel-Informations-Binärsymbolpakets umgeordnet (dieser Betrieb ist in [Fig. 4](#) bei der Position "f" dargestellt). Der Betrieb wird durch die in [Fig. 6](#) gezeigte Einheit **26** ausgeführt.

**[0069]** Das umgeordnete Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbolpaket wird auf das umgeordnete Serien/Parallel-Informations-Binärsymbolpaket angewandt. Dieser Betrieb lässt sich auf zahlreiche Weisen ausführen, in Abhängigkeit von dem Typ der Binärsymboldarstellung. Beispielsweise dann, wenn die Binärsymbole den Wert von entweder "0" oder "1" annehmen, erfolgt der obige Betrieb durch Summation mit Moduln **2** (oder EXOR-Betrieb). In diesem Fall wird jedes Binärsymbol des Serien/Parallelpakets der umgeordneten Informations-Binärsymbole durch Moduln **2** mit dem zugeordneten Binärsymbol des parallelen Pakets der umgeordneten Binär/Orthogonal-Codesymbole addiert, wodurch das Serien/Parallelpaket der codierten Binärsymbole gebildet wird. Dieser Betrieb ist in [Fig. 4](#) unter der Position "g" dargestellt. In der Einrichtung wird dieser Betrieb durch den Orthogonalmodulator **28** implementiert (siehe [Fig. 6](#)).

**[0070]** Ein Raumdiversitykanal wird jeder seriellen Gruppe der codierten Binärsymbole des Serien/Parallel-Informationspakets zugeordnet.

**[0071]** Jedes codierte Binärsymbol jeder seriellen Gruppe wird durch den Spreizcode des Anwenders gespreizt. Ähnlich zu der Serien/Parallel-Umordnungs-Binärorthogonal-Codesymbol-Paketanwendung lässt sich dieser Betrieb auf zahlreiche Weise erfüllen, in Abhängigkeit von dem Typ der Binärsymboldarstellung, beispielsweise durch Summation mit Moduln **2** jedes codierten Binärsymbols mit dem Spreizcode, der dem Anwenderstrom zugeordnet ist. Dieser Betrieb ist in [Fig. 4](#) bei der Position "h" dargestellt. In der Einrichtung wird dieser Betrieb durch die PN-Spreizeinheit **29** ausgeführt.

**[0072]** Es werden vier Raumdiversitykanäle erzeugt (dieser Betrieb ist bei der Position "i" in [Fig. 4](#) gezeigt). In der Einrichtung wird dieser Betrieb durch die Einheiten **32-1-32-N** (siehe [Fig. 6](#)) implementiert.

**[0073]** Die seriellen Gruppen der gespreizten codierten Binärsymbole jedes Informationsstroms jedes Anwenders und zugeordnete Pilotsignale werden moduliert und gleichzeitig über vier Senderaumdiversitykanäle übertragen. Diese Betriebsabläufe werden durch die Einheiten **31-1-31-N** und **32-1-32-N** (siehe [Fig. 6](#)) ausgeführt.

**[0074]** Die [Fig. 5A](#) und die [Fig. 5B](#) zeigen eine Folge der Betriebsschritte gemäß dem vorliegenden Verfahren bei der Empfangsseite. Insbesondere zeigen sie die Betriebsschritte, die für das Verständnis der vorliegenden Erfindung wesentlich sind.

**[0075]** Bei der Empfangsseite werden Sendesignale empfangen und zum Erzeugen eines Eingangssignals demoduliert. Diese Betriebsschritte sind in Fig. 5A gezeigt, und zwar jeweils bei den Positionen "a" und "b". Die Einheiten, die diesen Betrieb des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung implementieren, sind in der Fig. 8 gezeigt (Antenne **40** und Demodulator **41**).

**[0076]** Es werden Referenzsignale (Pilotsignale und Spreizcode für jeden Informationsstrom der Binärsymbole eines vorgegebenen Anwenders bei der Empfangsseite) gleichzeitig zu der Sendeseite erzeugt. Die Betriebsschritte gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung sind in der Fig. 5A, Position "c", dargestellt, und bei der in Fig. 8 gezeigten Einrichtung, implementiert durch den Referenzsignalgenerator **45**.

**[0077]** N empfangene Pilotsignalvektoren  $P_1, \dots, P_4$  werden definiert. Dieser Betrieb des vorliegenden Verfahrens wird in Fig. 5A, Position "e", dargestellt, und gemäß der Einrichtung, deren Betrieb mittels der Korrelatoren **43-1-43-N** implementiert ist (siehe Fig. 8).

**[0078]** Die Korrelation des Eingangssignals mit dem Spreizcode des Anwenders wird über das serielle Intervall der Informations-Binärsymboldauer berechnet, unter Erzeugung der Folge der Korrelationsvektoren  $K_1, K_2, K_3, K_4, \dots$  (der Betrieb ist in Fig. 5A, Position "e" gezeigt). In der Einrichtung ist dieser Betrieb implementiert durch den Korrelator **42** (Fig. 8). Dieser Betrieb lässt sich mittels anderer Einheiten implementieren, beispielsweise einem abgestimmten Filter.

**[0079]** Die Folge der Korrelationsvektoren  $K_1, K_2, K_3, K_4, \dots$  wird in serielle Pakete von N Korrelationsvektoren aufgeteilt. Der Betrieb ist in Fig. 5A, Position "f", dargestellt. In der Einrichtung wird dieser Betrieb durch die Einheit **47** implementiert (siehe Fig. 8).

**[0080]** Jeder Korrelationsvektor wird paarweise mit dem konjugiert komplexen der Pilotsignalvektoren ( $P_1, \dots, P_4$ ) multipliziert, und der Realteil jedes Produkts wird zum Bilden des Serien/Parallelpakets der Korrelationskoeffizienten herangezogen (dieser Betrieb ist in Fig. 5A, Position "g", gezeigt. In der Einrichtung wird er durch die Einheit **48** implementiert (siehe Fig. 8).

**[0081]** Das Umordnen, umgekehrt zu dem Umordnen der Binärsymbole des Serien/Parallel-Informationspakets bei der Sendeseite, erfolgt in den parallelen Gruppen der Serien/Parallel-Korrelationskoeffizientenpakets (der Betrieb ist in Fig. 5B dargestellt, Position "h". In der Einrichtung wird der Betrieb durch die Einheit **49** implementiert (siehe Fig. 8).

**[0082]** Das Serien/Parallelpaket der Binär/Orthogonal-Codesymbole gemäß den Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbolpaket bei der Sendeseite, enthaltend vier serielle und vier parallele Gruppen der Binärsymbole der Orthogonalcodes, wird erzeugt (dieser Betrieb ist in Fig. 5B, Position "i", dargestellt). In der Einrichtung wird er durch die Einheit **50** implementiert (Fig. 8).

**[0083]** Die Korrelation der seriellen Gruppen des Serien/Parallelpakets der Korrelationskoeffizienten mit den seriellen Gruppen des Serien/Parallelpakets der Binär/Orthogonal-Codesymbole wird zum Erzeugen des Parallelpakets mit vier bewerteten Entscheidungen berechnet. Der Betrieb wird in Fig. 5B, Position "j", dargestellt) in der Einrichtung wieder durch die Einheit **51** implementiert (Fig. 8).

**[0084]** Die Parallel/Seriell-Transformation der bewerteten Entscheidung des parallelen Pakets wird ausgeführt, wodurch der Ausgangsstrom der bewerteten Entscheidungen gebildet wird (der Betrieb ist in Fig. 5B, Position "k", gezeigt). In der Einrichtung wird er durch die Einheit **52** implementiert (Fig. 8).

**[0085]** Das orthogonale Übertragungs-Empfangs-Diversityverfahren der vorliegenden Erfindung ergibt sich anhand der Beschreibung der in der Fig. 6 bis Fig. 8 gezeigten Einrichtung.

**[0086]** Das Verfahren der vorliegenden Erfindung wird bei der Sendeseite unter Verwendung eines Signal-senders implementiert, und dessen Blockschaltbild ist in Fig. 6 gezeigt.

**[0087]** Bei der beschriebenen Ausführungsform enthält der Sender, der zum Implementieren des vorliegenden Verfahrens verwendet wird, gemäß der Fig. 6 M ähnliche Zweige **22-1-22-M** der Signalübertragung (einen pro Anwender). Jeder Signalübertragungszweig enthält die folgenden Einheiten.

**[0088]** Bei einem Serien/Parallel-Binärsymbol-Paketgenerator **23** legt an dem ersten Eingang ein Eingangsinformations-Binärsymbolstrom an, und bei dem zweiten – das Paketsynchronisierungssignal. In der Einheit **23** wird

der Informations-Binärsymbolstrom in serielle Informationspakete aufgeteilt, es wird eine Serien/Parallel-Transformation der Binärsymbole in jedem seriellen Informationspaket ausgeführt, unter Bildung des Parallelpakets der N Binärsymbole. Das parallele Informationspaket wird N mal wiederholt, zum Erzeugen des Serien/Parallel-Informationspakets der Binärsymbole, d. h. es werden die Betriebsschritte gemäß dem vorliegenden Verfahren, dargestellt durch die Positionen "a", "b" und "c" in [Fig. 4](#), in der Einheit **23** ausgeführt. Es ist zu erwähnen, dass die Verarbeitung, denen die Binärsymbole unterzogen werden, bevor sie bei dem Eingang der Einheit **22** angewandt werden, nicht wesentlich ist. Insbesondere können umgeordnete Codesymbole des Rahmens verwendet werden, wie bei dem üblichen CDMA-Standards, TIA/EIA/IS-95-A, „Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System“, Mai 1995; Telecommunications Industry Association (TIA), „The cdma2000 ITU-R-RTT Candidate Submission“, 1998; und K. H. ROSENBOCK, a. a. o.

**[0089]** Einer Binärsymbol-Umordnungseinheit **24** wird an dem ersten Eingang das Serien/Parallel-Binärsymbolpaket von N parallelen und N seriellen Gruppen der Binärsymbole von der Einheit **23** mit dem Intervall der Serieninformationspaketdauer zugeführt, und bei dem zweiten Eingang – das Paketsynchronisierungssignal. Die Binärsymbol-Umordnungseinheit **24** bewirkt ein Umordnen der Binärsymbole in den parallelen Gruppen des Serien/Parallel-Informationspakets, so dass Binärsymbole jeder seriellen Gruppe nicht wiederholt werden. Ein derartiges Umordnen lässt sich beispielsweise durch ein dyadisches Verschieben implementieren (d. h. die Einheit **24** führt den in [Fig. 4](#) bei der Position "e" gezeigten Betrieb aus).

**[0090]** Der Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbol-Paketgenerator **25** erzeugt das Serien/Parallelpaket der Binärsymbole der orthogonalen Codes durch das Paketsynchronisierungssignal (d. h., die Einheit **25** führt den Betrieb des in [Fig. 4](#), Position "d", gezeigten Verfahrens aus).

**[0091]** Bei der Binär/Orthogonal-Codesymbol-Umordnungseinheit **26** wird dem ersten Eingang das Serien/Parallelpaket der Binär/Orthogonal-Codesymbole der N parallelen und N seriellen Gruppen der binären orthogonalen Codesymbole von der Einheit **25** zugeführt, und zu dem zweiten Eingang wird das Paketsynchronisierungssignal gesendet. Die Binär/Orthogonal-Codesymbol-Umordnungseinheit **26** bewirkt ein Umordnen der Binärsymbole der Orthogonalcodes in derselben Weise wie in dem Serien/Parallel-Informationspaket der Binärsymbole (d. h., die Einheit **26** führt den Betrieb des in [Fig. 4](#), Position "f", gezeigten Verfahrens aus).

**[0092]** Bei dem Orthogonalmodulator **28** liegt an dem ersten Eingang das Serien/Parallel-Informationspaket der umgeordneten Binärsymbole von der Einheit **24** an, und zu dem zweiten Eingang hiervon wird das Serien/Parallelpaket der umgeordneten Binär/Orthogonal-Codesymbole von der Einheit **26** gesendet. Das symbolweise Addieren der Codes lässt sich vielgestaltig ausführen, in Abhängigkeit von dem Typ der Binärsymboldarstellung. Beispielsweise in dem Fall, in dem die Darstellung "0" und "1" verwendet wird, lässt er sich durch Summation mit Moduln 2 ausführen. Dann kann der Summierer mit Moduln 2 oder das EXOR-Schema als orthogonaler Modulator **28** verwendet werden. Die Einheit **28** bewirkt eine Summation mit Moduln 2 jedes Binärsymbols des Serien/Parallel-Informationspakets der umgeordneten Binärsymbole mit dem zugeordneten Binärsymbol des Serien/Parallelpakets der umgeordneten Binär/Orthogonal-Codesymbole aus, wodurch das Serien/Parallelpaket der binär codierten Symbole gebildet wird (d. h., die Einheit **28** führt den Betrieb aus, der in [Fig. 4](#), Position "g", gezeigt ist).

**[0093]** Funktionell lassen sich die Einheiten **23**, **24**, **25**, **26** und **28** beispielsweise durch einen Mikroprozessor implementieren.

**[0094]** Der Spreizcodegenerator **27** erzeugt den Spreizcode für den Anwender-Informationsstrom.

**[0095]** Bei der Spreizeinheit **29** liegt an dem ersten Eingang das seriell/parallel-codierte-Binärsymbolpaket von der Einheit **28** an, und bei dem zweiten Eingang wird der Spreizcode des Anwenders von dem Generator **27** zugeführt. Der Betrieb zum Spreizen der codierten Binärsymbole für das Serien/Parallel-codierte-Binärsymbolpaket lässt sich, wie zuvor für die Einheit **28** erläutert, auf zahlreiche Weise in Abhängigkeit von dem Typ der Binärsymboldarstellung ausführen. Beispielsweise kann er durch Summation mit Moduln 2 jedes codierten Binärsymbols mit dem Spreizcode erfolgen, der dem Anwenderinformationsstrom zugeordnet ist. Demnach lässt sich der Summierer mit Moduln 2 als Spreizeinheit **29** verwenden (d. h., die Spreizeinheit **29** führt den Betrieb aus, der in [Fig. 4](#), Position "h", gezeigt ist).

**[0096]** Zudem enthält der Sender gemäß der [Fig. 4](#) den Pilotsignalgenerator **30**, N Modulatoren **31-1–31-N** und N Antennen **32-1–32-N**.

[0097] Der Pilotsignalgenerator **30** erzeugt unterschiedliche Pilotsignale für jeden Sende-Raumdiversitykanal.

[0098] Die Modulatoren **31-1-31-N** modulieren die seriellen Gruppen der gespreizten codierten Binärsymbole jedes Informationsstroms für jeden Anwender gemäß den Pilotsignalen.

[0099] Die seriellen Gruppe der gespreizten codierten Binärsymbole jedes Informationsstroms jedes Anwenders in Zuordnung zu den Pilotsignalen werden über die **32-1-32-N** Antennen gesendet. Es ist zu erwähnen, dass über eine Antenne deren eigene serielle Gruppe der gespreizten codierten Binärsymbole und das zugeordnete Pilotsignal gesendet werden.

[0100] Wie oben erläutert, ist die Implementierung der Binärsymbol-Umordnungseinheit **26** unter Verwendung eines Mikroprozessors möglich. Für ein besseres Verständnis von deren Arbeitsweise ist deren Hardware-Implementierung nachfolgend angegeben. Das Blockschaltbild der Einheit ist in [Fig. 7](#) gezeigt.

[0101] Die Binärsymbol-Umordnungseinheit **24** arbeitet in der folgenden Weise (siehe [Fig. 7](#)).

[0102] Der Eingangsstrom der binären Symbole (von dem Serien/Parallel-Binärsymbol-Paketgenerator **23**, [Fig. 6](#)) liegt an dem ersten **33** und zweiten **34** Schieberegister an. Der Eingangsstrom wird durch Binärsymbole des Serien/Parallel-Informationspakets der Binärsymbole erzeugt, und zunächst liegen die Binärsymbole der ersten parallelen Gruppe vor, gefolgt anschließend von den Binärsymbolen der zweiten Gruppe, usw., bis zu der n-ten parallelen Gruppe.

[0103] Das erste **33** und zweite **34** Schieberegister wird durch das Paketsynchronisiersignal aktiviert (dieses Signal ist eine Steuer – "1"). Beispielsweise dann, wenn das Steuersignal bei "1" liegt, wird das Schieberegister **33** aktiviert, und gilt "0" – so wird das zweite Schieberegister **34** aktiviert. In dem aktiven Modus stoppt das Schieberegister das Fixieren der Eingangssymbolsymbole. In dem inaktiven Modus fixiert das Schieberegister die Eingangssymbole, schaltet jedoch den Ausgangsdatenbus in den hochimpedanten Zustand.

[0104] Das Paketsynchronisiersignal hat die Form einer Mäanderdauer der Halbperiode, die gleich der Dauer des seriellen Informationspakets ist. Die Mäandervorderseiten werden seitlich auf die Anfänge oder die Enden der seriellen Pakete abgestimmt.

[0105] An dem Eingang des Zählers **37** liegt das Paketsynchronisiersignal an, und die ansteigende oder absteigende Front initialisieren der Zähler **37** zu Null. Der Zähler **37** berechnet die Zahl der Binärsymbole in dem Serien/Parallel-Informationspaket der Binärsymbole, und er führt das Ergebnis den Eingängen des Tellers durch **N 36** und dem Rechner mit Moduln **N 39** zu.

[0106] Bei dem Ausgang des Rechners mit Moduln **N 39**, wird der Moduln **N** Wert der Eingangszahl berechnet und anschließend den dritten Eingängen des zweiten **34** und ersten **33** Schieberegisters jeweils zugeführt, und ebenso dem ersten Eingang der EXOR Einheit **38**.

[0107] Der Ausgang des Tellers durch **N 36** ist ein ganzzahliger Teil des Teilungsergebnisses der Eingangszahl durch **N**. Das Ausgangssignal wird dem zweiten (Adress-)Eingang des RAM Speichers **35** (Matrixspaltennummer) zugeführt, und dem zweiten Eingang der EXOR Einheit **38**. Der Ausgang des EXOR **38** ist der dritte (Adress-)Eingang des RAM-Speichers **35** (Matrixzeilennummer).

[0108] Die Inhalte der aktiven Schieberegister (erste **33** oder zweite **34**) Zelle mit der voreingestellten Zahl bei der Adresseingabe, liegt an dem ersten Eingang des RAMs an, und sie wird in der Zelle mit der Spalten- und Zeilennummer gesichert, die bei den Adresseingängen voreingestellt ist.

[0109] Demnach erzeugt der RAM **35** das Serien/Parallelpaket (beispielsweise dargestellt als Matrix) der umgeordneten Binärsymbole. Der Ausgang des RAMs **35** ist der Ausgang der Binärsymbol-Umordnungseinheit **24**.

[0110] Die Einrichtung für das orthogonale Sende/Empfangs-Diversityverfahren an der Empfangsseite ist in [Fig. 8](#) gezeigt.

[0111] Die Einrichtung arbeitet in der folgenden Weise.

[0112] Die Antenne **40** empfängt das Eingangssignal (der Betrieb ist in [Fig. 5A](#), Position "a", dargestellt).

[0113] Der Demodulator **41** demoduliert das empfangene Signal (der Betrieb ist in [Fig. 5A](#), Position "b", dargestellt).

[0114] Der Korrelator **42** berechnet die Korrelation des Eingangssignals zu dem Spreizcode des Anwenderinformationsstroms (dieser Betrieb ist in [Fig. 5A](#), Position "e", gezeigt).

[0115] Die Korrelatoren **43-1-43-N** berechnen die Korrelation des Eingangssignals zu den Pilotsignalen jeweils der Raumdiversitykanäle **1-N** (der Betrieb ist in [Fig. 5A](#), Position "e", dargestellt).

[0116] Der Referenzsignalgenerator **45** erzeugt den Anwender-Spreizcode und Pilotsignale der Raumdiversitykanäle (der Betrieb ist in [Fig. 5A](#), Position "c", gezeigt).

[0117] Die Sucheinheit **44** führt ein Eingangssignalsuchen und eine Zeitsynchronisation unter Verwendung der N übertragenen Diversitykanal-Pilotsignale aus (der Betrieb ist in [Fig. 5A](#), Position "d", gezeigt).

[0118] Der serielle Korrelationsvektor-Paketgenerator **47** unterteilt die Folge der Korrelationsvektoren bei dem Ausgang der Einheit **42** in serielle Pakete mit N Korrelationsvektoren (dieser Betrieb ist in [Fig. 5A](#), Position "f", dargestellt).

[0119] Der Serien/Parallel-Korrelationskoeffizient-Paketgenerator **48** multipliziert paarweise jeden Korrelationsvektor des seriellen Korrelationsvektorpakets mit den Konjugiert-Komplexen der Pilotsignalevektoren, und der Realteil jedes Produkts wird zum Erzeugen des Serien/Parallelpakets der Korrelationskoeffizienten aufgesammelt (dieser Betrieb ist in [Fig. 5A](#), Position "g", gezeigt).

[0120] Die Korrelationskoeffizient-Umordnungseinheit **49** bewirkt ein Umordnen bei den parallelen Gruppen des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizientenpakets invers zu der Umordnung der Binärsymbole des Serien/Parallel-Informationspakets bei der Sendeseite (dieser Betrieb ist in [Fig. 5B](#), Position "h", gezeigt).

[0121] Der Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbol-Paketgenerator **50** erzeugt das Serien/Parallelpaket der Binär/Orthogonal-Codesymbole gemäß der Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbolpaket bei der Sendeseite (dieser Betrieb ist in [Fig. 5B](#) bei der Position "i" gezeigt).

[0122] Der Korrelator **51** berechnet die Korrelation der seriellen Gruppe des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizientenpakets zu den seriellen Gruppen des Serien/Parallel-Binär/Orthogonal-Codesymbolpakets, zum Bilden des parallelen Pakets mit den N bewerteten Entscheidungen, gemäß den N Binärsymbolen des parallelen Informationspakets bei der Sendeseite (diese Betriebsschritte sind in [Fig. 5B](#), Position "j", gezeigt).

[0123] Die Parallel/Serien-Transformationseinheit **52** führt eine Parallel-Serien-Transformation der bewerteten Entscheidungen des Parallelpakets durch, zum Bilden des Ausgangstroms der bewerteten Entscheidungen (dieser Betrieb ist in [Fig. 5B](#), Position "k", gezeigt).

[0124] Funktionell lassen sich die Einheiten **47, 48, 49, 51, 52** beispielsweise durch einen Mikroprozessor implementieren.

[0125] Die vorliegende Erfindung wird durch verfügbare Vorrichtungen implementiert, die für den mit dem Stand der Technik Vertrauten bekannt sind.

[0126] Die Einheiten, die als mit einem Mikroprozessor implementiert beschrieben sind ([Fig. 6](#), [Fig. 7](#), [Fig. 8](#)), lassen sich durch moderne digitale Signalprozessoren (DSP) implementieren, z. B. TMS 320C xx, Motorola 56 xxx, Intel, etc..

[0127] Anhand der detaillierten Beschreibung ergibt sich der Vorteil der vorliegenden Erfindung offensichtlich gegenüber den üblichen technischen Lösungen, die darin bestehen, dass jedes Binärsymbol des Informationsstroms über alle Antennen übertragen wird. Demnach ist die Diversityfolge während dem Empfang jedes Binärsymbols gleich der Zahl der Sendeantennen (eine Empfangsantenne wird angenommen). Zur selben Zeit ist ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung nicht offensichtlich, der darin besteht, dass Binärsymbole, die simultan von unterschiedlichen Antennen gesendet werden, keine wechselseitige Interferenz zueinander während dem Empfang bewirken. Es sei nun betrachtet, wie dies gelingt.

**[0128]** Für eine weitergehende Analyse ist die Anwendung der Matrixnotation günstig. Bei der Sendeseite wird der Strom der Binärsymbole in serielle Pakete jeweils mit N Binärsymbolen aufgeteilt. Wie zuvor sei angenommen, dass gilt  $N = 4$ . Jedes derartige Paket lässt sich darstellen als Vektorkette der Binärsymbole:

$$\bar{b} = [b_1 b_2 b_3 b_4] \quad (1)$$

**[0129]** Der Betrieb der Serien/Parallel-Transformation wird über das serielle Paket ausgeführt, und ist äquivalent zu dem über die Vektorreihe ausgeführten Transponierbetrieb.

$$\bar{b}^T = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} \quad (2)$$

**[0130]** Durch Wiederholen der Vektorspalte 4 mal wird eine Matrix der Binärsymbole mit der Größe  $4 \times 4$  erzeugt.

$$\hat{b} = \begin{bmatrix} b_1 & b_1 & b_1 & b_1 \\ b_2 & b_2 & b_2 & b_2 \\ b_3 & b_3 & b_3 & b_3 \\ b_4 & b_4 & b_4 & b_4 \end{bmatrix} \quad (3)$$

**[0131]** Das Umordnen der Binärsymbole in jeder Spalte der Matrix  $\hat{b}$  wird so durchgeführt, dass unterschiedliche Binärsymbole in jeder Reihe auftreten. Es gibt zahlreiche Varianten der Umordnung, die die obigen Bedingungen erfüllen, jedoch wird es später offensichtlich, dass lediglich bestimmte Typen des Umordnens die beste Rauschstabilität für das Senden/Empfangs-Diversityverfahren gewährleisten. Eine der bevorzugten Ausführungsformen zum Umordnen basiert auf der Regel der dyadischen Verschiebung (Ahmed – K. R. Rao. Orthogonale Transformationen in Digitaler Signalverarbeitung. Moskau.: – "Svyaz". 1980, Abschnitt 6).

**[0132]** Demnach wird die folgende Matrix erzeugt.

$$\hat{b}^1 = \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & b_3 & b_4 \\ b_2 & b_1 & b_4 & b_3 \\ b_3 & b_4 & b_1 & b_2 \\ b_4 & b_3 & b_2 & b_1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

**[0133]** Der nächste Schritt betrifft das Bilden des Serien/Parallelpakets der binären orthogonalen Codesymbole oder einfach der orthogonalen Codematrix. Die Matrix der Walsh-Codes könnte als ein Beispiel einer derartigen Matrix genannt werden, obgleich andere Systeme orthogonaler Codes eingesetzt werden könnten.

$$\hat{C} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

**[0134]** Nun richtet sich die Aufmerksamkeit auf die Walsh Code Ordnung, die keine der drei bekannten Ordnungstypen darstellt – Walsh, Hadamar, Paley [Ahmed – K. R. Rao. Orthogonale Transformationen in der Digitalen Signalverarbeitung. Moskau.: – "Svyaz". 1980]. Wie später deutlicher wird, ist der Typ der Ordnung auch für die Rauschstabilität wichtig.

**[0135]** Das Umordnen der Matrix  $\hat{C}$  Elemente erfolgt in derselben Weise wie zuvor bei der Matrix  $\hat{b}$  zum Erzeugen der Matrix:

$$\hat{C}^1 = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

[0136] Das Serien/Parallelpaket der umgeordneten, binären, orthogonalen Codesymbole wird auf das umgeordnete Binärsymbolpaket der Serien/Parallel-Information angewandt. Dieser Betriebsschritt der Matrixtheorie ist äquivalent zu dem Kronecker-Produkt der Matrizen  $b^{*1}$  und  $C^1$ . Das Ergebnis ist die Matrix D (das Serien/Parallelpaket der codierten Symbole)

$$D = \begin{bmatrix} b_1 & -b_2 & -b_3 & -b_4 \\ b_2 & b_1 & -b_4 & b_3 \\ b_3 & b_4 & b_1 & -b_2 \\ b_4 & -b_3 & b_2 & b_1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0137] Nach dem Betrieb zum Spreizen mit dem Spreizcode des Anwenders  $P_k$  und dem Modulieren wird jede Zeile der Matrix D über ihre eigene Antenne (die erste Reihe über die erste Antenne, die zweite Reihe über die zweite Antenne, usw.) übertragen.

[0138] Das Hochfrequenzsignal bei dem Empfangspunkt lässt sich darstellen als:

$$\bar{X} = \bar{S} + \bar{N}, \quad (7)$$

mit

$$\bar{S} = \begin{bmatrix} A_1 \cdot e^{j\varphi_1} \cdot P_k \cdot b_1 - A_2 \cdot e^{j\varphi_2} \cdot P_k \cdot b_2 - A_3 \cdot e^{j\varphi_3} \cdot P_k \cdot b_3 - A_4 \cdot e^{j\varphi_4} \cdot P_k \cdot b_4 \\ A_1 \cdot e^{j\varphi_1} \cdot P_k \cdot b_2 - A_2 \cdot e^{j\varphi_2} \cdot P_k \cdot b_1 - A_3 \cdot e^{j\varphi_3} \cdot P_k \cdot b_4 - A_4 \cdot e^{j\varphi_4} \cdot P_k \cdot b_3 \\ A_1 \cdot e^{j\varphi_1} \cdot P_k \cdot b_3 - A_2 \cdot e^{j\varphi_2} \cdot P_k \cdot b_4 - A_3 \cdot e^{j\varphi_3} \cdot P_k \cdot b_1 - A_4 \cdot e^{j\varphi_4} \cdot P_k \cdot b_2 \\ A_1 \cdot e^{j\varphi_1} \cdot P_k \cdot b_4 - A_2 \cdot e^{j\varphi_2} \cdot P_k \cdot b_3 - A_3 \cdot e^{j\varphi_3} \cdot P_k \cdot b_2 - A_4 \cdot e^{j\varphi_4} \cdot P_k \cdot b_1 \end{bmatrix}$$

$$A_i e^{j\varphi_i}$$

– komplexe Amplitude oder Schwundvorgang des über die i-te Sendeantenne übertragenen Signals in der Empfangsantenne.

$$\bar{N} = \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ n_4 \end{bmatrix} \quad - \text{Rauschvektor};$$

das Rauschen wird hier als

[0139] Additives Weißes Rauschen, Additive White Gaussian Noise (AWGN) mit einem Erwartungswert von Null und einer Leistungsspektraldichte von  $N_0/2$  angenommen.

[0140] Bisher wurde direkt den Betriebsschritten des Verfahrens gefolgt, das in den Patentansprüchen herausgestellt ist. Für die weitergehende Analyse wird jedoch der Signalvektor S günstigerweise umgeschrieben zu:

$$\bar{S} = P_k \cdot \tilde{T}r \cdot \bar{b}^T, \quad (8)$$

mit

$$\bar{S} = \begin{vmatrix} A_1 \cdot e^{j\varphi_1} & A_2 \cdot e^{j\varphi_2} & A_3 \cdot e^{j\varphi_3} & A_4 \cdot e^{j\varphi_4} \\ A_2 \cdot e^{j\varphi_2} & -A_1 \cdot e^{j\varphi_1} & -A_4 \cdot e^{j\varphi_4} & A_3 \cdot e^{j\varphi_3} \\ A_3 \cdot e^{j\varphi_3} & A_4 \cdot e^{j\varphi_4} & -A_1 \cdot e^{j\varphi_1} & -A_2 \cdot e^{j\varphi_2} \\ A_4 \cdot e^{j\varphi_4} & -A_3 \cdot e^{j\varphi_3} & A_2 \cdot e^{j\varphi_2} & -A_1 \cdot e^{j\varphi_1} \end{vmatrix} \quad \text{als}$$

Sendediversitymatrix.

**[0141]** N Zeilen der Sendediversitymatrix entsprechen den N seriellen Übertragungsintervallen der Binärsymbole des seriellen Informationspakets. N Spalten entsprechen den Binärsymbolen des seriellen Informationspakets. Demnach zeigt der Inhalt der Zelle bei dem Kreuzungspunkt der i-ten Zeile und der j-ten Spalte, mit welchem Vorzeichen und über welche Antenne das j-te Binärsymbol des Serieninformationspakets über den i-ten Zeitintervall gesendet werden sollte,

$$(i = \overline{1, N}, j = \overline{1, N}).$$

**[0142]** Das Verarbeiten bei der Empfangsseite erfolgt gemäß den folgenden Ausdrücken:

$$\bar{M} = \text{Re}(\tilde{T}r^{*T} \cdot X \otimes P_k), \quad (9)$$

**[0143]** Hier bezeichnet  $\bar{M}$  – den Vektor der bewerteten Entscheidungen für die Binärsymbole des gesendeten seriellen Informationspakets;  $\text{Re}(\cdot)$  bezeichnet den Betrieb zum Extrahieren des Realteils einer komplexen Zahl;  $(\cdot)^T$  – bezeichnet den Transponierbetrieb, und  $X \otimes P_k$  – bezeichnet dem Betrieb zum Heranziehen des bekannten Anwenderspreizcodes  $P_k$ , der sich durch den üblichen Korrelator implementieren lässt;  $\tilde{T}$  – bezeichnet dem Betrieb der Transponierung, und  $*$  – ist der Betrieb gemäß der Komplex-Konjugierten;  $\tilde{T}r$  ist die Sendediversitymatrix, die vollständig ähnlich zu der  $T \sim r$  Matrix ist, jedoch bei dem Empfänger durch Schätzen der komplexen Amplituden der N Sendeantennensignale gebildet wird. Die Schätzung jeder komplexen Amplitude basiert auf einem Pilotsignal der zugeordneten Sendeantenne.

**[0144]** Unter der Annahme, dass der Schwundvorgang ausreichend langsam erfolgt, um komplexe Einhüllende der Sendeantennensignale nahezu konstant über N aneinandergrenzende Zeitintervalle der Informations-Binärsymboldauer sind und ihre Schätzung im Empfänger perfekt erfolgt, führt die Erweiterung der Gleichung (9) zu dem folgenden Ergebnis:

$$\bar{M} = G \cdot \left( \sum_{i=1}^4 A_i^2 \right) \cdot \bar{b}^T + \bar{N}N \quad (10)$$

mit G als Zahl der Chips in dem Anwender Spreizcode  $P_k$ , dieser Parameter wird in der Literatur auch als Verarbeitungsgewinn bezeichnet (William C. Y. Lee, Overview of Cellular CDMA/IEEE Transactions on Vehicular Technology, Band 40, Nr. 2, Mai 1991, S. 294),

$$\bar{N}N = \text{Re}(\tilde{T}r^{*T} \bar{N} \otimes P_k) = \begin{vmatrix} nn_1 \\ nn_2 \\ nn_3 \\ nn_4 \end{vmatrix}$$

als Rauschvektor, und die Elemente desselben sind die reellen zufälligen Werte, die gemäß dem Gauss'schen Gesetz mit einem Erwartungswert von Null und einer Varianz von

$$\frac{N_0}{2} \cdot G \cdot \left( \sum_{i=1}^4 A_i^2 \right).$$

verteilt sind.

[0145] Demnach ist das Verfahren für die Binärsymbol-Umordnung in der Matrix der Binärsymbole  $\hat{b}^A$  und der Matrix der orthogonalen Codes  $C^A$  zum Bilden der Sendediversitymatrix  $T^A$  erforderlich, mit dem Merkmal

$$\text{Re}(\hat{T}r^{*T} \cdot \hat{T}r) = \left( \sum_{i=1}^4 A_i^2 \right) \cdot \mathbf{I}, \quad (11)$$

wobei

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

die Einheitsmatrix ist.

[0146] Anhand der Gleichung (10) lassen sich die folgenden zwei Hauptschlussfolgerungen ableiten.

1. Der Multiplikator

$$\left( \sum_{i=1}^4 A_i^2 \right)$$

bei jedem Binärsymbol bezeichnet die Diversitywirkung der 4-ten Ordnung.

2. Jede bewertete Entscheidung enthält nicht interferierende Punkte aufgrund anderer Binärsymbole, d. h. während dem Empfang für ein Binärsymbole des Serienpakets nicht zu einer wechselseitigen Interferenz. Eine Interferenz wird bewirkt durch AWGN bei dem Eingang lediglich des Empfängers, und der Wert dieser Interferenz bzw. Störung bei dem Ausgang des Empfängers ist lediglich derselbe wie derjenige des Empfängers, der einen Diversityempfang mit vier Empfangs-Raumdiversityantennen gemäß dem MRC Algorithmus ausführt. Das Signal-zu-Rausch-Verhältnis ist dasselbe für alle Binärsymbole des seriellen Informationspakets, und es bildet den Wert

$$SNR = \frac{\left( G \left( \sum_{i=1}^4 A_i^2 \right) \right)^2}{\frac{N_0}{2} G \left( \sum_{i=1}^4 A_i^2 \right)} = \frac{G \left( \sum_{i=1}^4 A_i^2 \right)}{\frac{N_0}{2}}, \quad (12)$$

[0147] Unter Vorgabe ähnlicher Werte für  $A_i$ ,  $i = 1, N$  und  $N_0$ , liegt derselben SNR Wert pro Binärsymbol bei dem Ausgang des Empfängers zum Ausführen des Diversityempfangs mit vier Empfangsantennen mit dem MRC Algorithmus vor (William C. Y. Lee, „Техника подвижных систем связи/Mobile Communications Engineering“, Москва «Радио и связь»/Moskau „Radio y Svyaz“, 1985]. Demnach ist das vorliegende Verfahren im Hinblick auf das Kriterium des SNR Maximums am Ausgang des Empfängers (MRC) optimal.

[0148] Die obige Analyse lässt sich direkt auf eine beliebige Zahl von Sendeantennen  $N$  erweitern.

[0149] Demnach kann man eine Schlussfolgerung dahingehend ziehen, dass soweit es um die Wirksamkeit zum Abschwächen des Schwundvorgangeinflusses auf den Empfang betroffen ist, die angemeldete Erfindung in vollem Umfang äquivalent zu dem Diversityempfang mit  $N$  Empfangs-Raumdiversityantennen gemäß dem MRC Algorithmus ist.

[0150] Zum Bestätigen der Vorteile der vorliegenden Erfindung wurde eine vergleichende Analyse der vorlie-

genden Erfindung und bekannter technischer Lösungen in diesem Gebiet ausgeführt. Es erfolgte ein Vergleich der Rauschstabilität und der Zellkapazität.

**[0151]** Ein Vergleich des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung und den aus dem Stand der Technik bekannten technischen Lösungen wurde unter Bedingungen des CDMA IS-95 Vorwärtskanal ausgeführt (TIA/EIA IS-95-A, a. a. o.). Es wurden die folgenden Verkehrskanalparameter festgelegt: Datenübertragungsrate – 9600 kbps, 192 Binärsymbole pro Rahmen einschließlich 8 Nachlaufbit und 12 CRC Bits, Codiertrate –  $\frac{1}{2}$ , Coderlänge – 9, Verschachtler bzw. Interleaver-Einheit als  $16 \times 24$  Matrix. Das Ausbreitungskanalmodell umfasst unabhängige Rayleigh-Schwundvorgänge des Signals, das von jeder BS Antenne mit der Frequenz von 30 Hz gesendet wird. Zahlreiche Zugangsinterferenzen von anderen Zellen und natürliche Rauschvorgänge wurden mit AWGN simuliert. Die Zahl der Sendeantennen bei BS betrug  $N = 2, 4, 8$ .

**[0152]** Die Fig. 9 zeigt FER-(Rahmen Fehler Raten)-Kurven, die durch Computersimulation des Prototyp-OTD-Algorithmus und der vorliegenden Erfindung unter den obigen Bedingungen erhalten wurden.

**[0153]** Eine Analyse der in Fig. 9 gezeigten Kurven zeigt, dass das orthogonale Sende/Empfangsdiversityverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung zu der besten Rauschstabilität führt.

**[0154]** Die Tabelle enthält die erforderlichen SNR-Werte pro Codesymbol zum Erzielen der Empfangsrahmenfehler-Wahrscheinlichkeit von 0.01.

Tabelle

Erforderliche SNR Werte pro Codesymbol zum Erhalten der Empfangsrahmenfehler-Wahrscheinlichkeit von 0.01.

Zahl der Antennen bei BS (N)	Erforderliches $E_b/N_0$ für Signalübertragung über eine Antenne, dB	Erforderliches $E_b/N_0$ für den Prototyp, dB	Erforderliches $E_b/N_0$ für die vorliegende Erfindung, dB
2	11.5	8.5	7.5
4	11.5	6.3	4.6

**[0155]** Es ergibt sich anhand der Tabelle, dass er Energiegewinn der vorliegenden Erfindung gegenüber dem Prototyp den Wert 1.5 dB in  $N = 2$  aufweist, sowie 3.3 dB bei  $N = 4$ . Die zugeordnete Zellkapazitätzunahme beträgt das 1.41-fache bei  $N = 2$  und das 2.14-fache bei  $N = 4$ .

**[0156]** Insbesondere erwähnenswert ist die Wirkung, die durch die vorliegende Erfindung dann erzeugt wird, wenn ein Vergleich zu der Übertragung von Signalen über eine Antenne durchgeführt wird. In diesem Fall beträgt die zugeordnete Kapazitätzunahme das 2.6-fache bei  $N = 2$  und das 5.13-fache bei  $N = 4$ .

**[0157]** Die Fig. 10 zeigt die Abhängigkeit von FER über SNR pro Codesymbol für das Verfahren der vorliegenden Erfindung bei  $N = 2, 4, 8$ . Für einen Vergleich sind die FER-Kurven für eine Signalübertragung über eine Antenne und eine FER-Kurve für den statischen Kanal (ohne Schwundvorgang) dargestellt. Anhand dieser Figur ist zu erkennen, dass der Einsatz der vorliegenden Erfindung mit 8 Sendeantennen das Implementieren einer Kanalkapazität ohne Schwundvorgang in praktischer Weise ermöglicht. In diesem Fall beträgt die Zellkapazitätzunahme im Vergleich zu der Signalübertragung über eine Antenne näherungsweise das 7-fache.

**[0158]** Da gezeigt wurde, dass die vorliegenden Erfindung dieselbe Wirkung für eine Schwundvorgangabschwächung wie ein Diversityempfang mit der jeweiligen Zahl der Empfangsantennen hat, sind zahlreiche Kombinationen dieser beiden Verfahren möglich. Beispielsweise ergibt sich anhand von Fig. 10 das zum Erzielen einer Kanalkapazität ohne Schwundvorgang eine Diversity-Größenordnung von 8 erforderlich ist. Diese Größenordnung kann unter Verwendung des Verfahrens mit 4 Antennen bei der Sendeseite und 2 Antennen bei der Empfangseite erhalten werden. Unterschiedliche Kombinationen des Verfahrens und der vorliegenden Erfindung und der Sendediversity mit Empfangsdiversityverfahren sind möglich, unter Einsatz von  $N$  Sendediversityantennen und  $M$  Empfangsdiversityantennen. Die sich ergebende Diversity-Größenordnung wird durch den Wert  $N \cdot M$  gebildet.

[0159] Demnach ist es möglich zu schließen, dass der Einsatz der vorliegenden Erfindung in dramatischer Weise den ungünstigen Einfluss des Schwundvorgangs bei einem Kommunikationssystem reduziert, was zu dessen vollständiger Elimination, sofern eine ausreichende Zahl der Sende- und Empfangsantennen gegeben ist. Im Ergebnis lassen sich viele Kommunikationssystemparameter verbessern, einschließlich der Kommunikationsqualitäten der Zellkapazität, die sich um ein Vielfaches erhöhen lässt.

#### GEWERBLICHE ANWENDBARKEIT

[0160] Das vorliegende Verfahren und die Einrichtung für das orthogonale Sende/Empfangsdiversityverfahren sind für den Einsatz in CDMA Telekommunikationssysteme bereitgestellt.

#### Patentansprüche

1. Orthogonales Sende/Empfangs-Diversityverfahren, umfassend – bei der Sendeseite – das Zuordnen eines Spreizcodes zu jedem Informations-Binärsymbolstrom jedes Anwenders, Erzeugen von N Senderaum-Diversitykanälen, Erzeugen eines Pilotsignales für jeden Sende-Raumdiversitykanal, sowie bei der Empfangsseite, Empfangen und Demodulieren der gesendeten Signale, Bestimmen von N empfangenen Vektoren der Pilotsignale, Berechnen der Korrelation des Eingangssignals mit dem Spreizcode über die seriellen Intervalle der Dauer des Binärsymbols des empfangenen Informationsstroms, und Bilden einer Folge von Korrelationsvektoren, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Sendeseite jeder Informations-Binärsymbolstrom in serielle Informationspakete abgeteilt wird, jeweils mit N seriellen Binärsymbolen, ferner eine Serien/Parallel-Transformation der Binärsymbole in jedem Serien-Informationspaket durchgeführt wird, das parallele Informationspaket der N Binärsymbole gebildet wird, das parallele Informationspaket N mal wiederholt wird, wodurch das Serien/Parallel-Informationspaket der N parallelen und N seriellen Gruppen der Binärsymbole über das Intervall der seriellen Informationspaketdauer gebildet wird, der orthogonale Code der N Binärsymbole für jede serielle Gruppe des Serien/Parallel-Informationspakets des Binärsymbols erzeugt wird, wodurch das Serien/Parallelpaket der Binärsymbole der orthogonalen Codes gebildet wird, das aus N parallelen und N seriellen Gruppen der Binärsymbole der orthogonalen Codes besteht, und ferner werden Binärsymbole der parallelen Gruppe der Serien/Parallel-Informationspakets so umgeordnet, dass die Binärsymbole jeder seriellen Gruppe nicht wiederholt werden, die Binärsymbole des Serien/Parallelpakets der Binärsymbole der orthogonalen Codes werden in derselben Weise wie in dem Serien/Parallel-Informations-Binärsymbolpaket umgeordnet, es erfolgt zudem ein Verscrambeln des Serien/Parallel-Informationspakets der umgeordneten Binärsymbole durch das Serien/Parallelpaket der umgeordneten Binärsymbole der orthogonalen Codes, wodurch das Serien/Parallelpaket der binär codierten Symbole gebildet wird, und jeder Seriengruppe der codierten Binärsymbole des Serien/Parallel-Informationspakets wird ein Raumdiversitykanal zugeordnet, jedes codierte Binärsymbol wird durch den Spreizcode des Anwenders gespreizt, die seriellen Gruppen der gespreizten codierten Binärsymbole jedes Informationsstroms jedes Anwenders und zugeordnete Pilotsignale werden moduliert und gleichzeitig über N Raumdiversitykanäle übertragen, und bei der Empfangsseite wird die Folge der Korrelationsvektoren in serielle Pakete von N Korrelationsvektoren aufgeteilt, jeder Korrelationsvektor wird mit dem Konjugiert-Komplexen des empfangenen Vektors der Pilotsignale multipliziert, der Realteil jedes Produkts wird herangezogen, wodurch das Serien/Parallelpakete der Korrelationskoeffizienten erzeugt wird, zudem erfolgt ein Umordnen in den parallelen Gruppen des Serien/Parallelpakets der Korrelationskoeffizienten umgekehrt zu dem Umordnen der Binärsymbole des Serien/Parallel-Informationspakets bei der Sendeseite, es wird das Serien/Parallelpaket der Binärsymbole der orthogonalen Codes gemäß dem Serien/Parallelpaket der Binärsymbole der orthogonalen Codes bei der Sendeseite und mit N Serien und N parallelen Gruppen der Binärsymbolen der orthogonalen Codes erzeugt, es wird die Korrelation der seriellen Gruppen des Serien/Parallelpakets der Korrelationskoeffizienten zu den seriellen Gruppen des Serien/Parallelpakets der Symbole der orthogonalen Codes berechnet, es erfolgt ein Bilden des Parallelpakets der N bewerteten Entscheidungen gemäß den N binären Symbolen des Parallel-Informationspakets bei der Sendeseite, und eine Parallel/Serientransformation des Parallelpakets der bewerteten Entscheidungen wird zum Erzeugen des Ausgangsstroms der bewerteten Entscheidungen durchgeführt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Umordnen der Binärsymbole in den parallelen Gruppen des Serien/Parallel-Informationspakets durch dyadisches Verschieben so ausgeführt wird, dass die Binärsymbole der k-ten parallelen Gruppe dyadisch um  $k - 1$  verschoben werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Serien/Parallel-Informationspaket der umgeordneten Binärsymbole durch das Serien/Parallelpaket der umgeordneten Binärsymbole der orthogonalen Codes verscrambelt wird, durch Summieren mit Moduln 2 jedes Binärsymbols des Serien/Parallel-Informationspakets der umgeordneten Binärsymbole mit dem zugeordneten Binärsymbol des Serien/Parallelpakets

der umgeordneten Binärsymbole der Orthogonalcodes.

4. Einrichtung für ein orthogonales Sende/Empfangs-Diversityverfahren, enthaltend bei der Sendeseite: N parallele Zweige (22) für die Anwendersignalübertragung, einen Pilotsignalgenerator (30), N Modulatoren (31), N Antennen (32), derart, dass jeder Signalübertragungszweig (22) seriell verbunden einen orthogonalen Modulator (28) und eine PN-Spreizeinheit 29 enthält, der zweite Eingang der PN-Spreizeinheit mit dem Ausgang des PN-Codegenerators (27) verbunden ist, jeder der N Ausgänge der PN-Spreizeinheit (29) mit dem Eingang des zugeordneten Modulators (31) verbunden ist, der Ausgang jedes Modulators mit der zugeordneten Sendeanenne (32) verbunden ist, ferner bei der Empfangsseite: eine Antenne (40), deren Ausgang mit dem Eingang eines Demodulators (41) verbunden ist, einen Korrelator (42) zum Berechnen der Korrelation des Eingangssignals zu dem Spreizcode des Anwenders, N Korrelatoren (43) zum Berechnen der Korrelation des Eingangssignals zu Pilotsignalen der Raumdiversitykanäle, eine Sucheinheit (44), derart, dass die ersten Eingänge der Korrelatoren (42, 43) und der Sucheinheit (44) kombiniert sind und mit dem Ausgang des Demodulators (41) verbunden sind, der zweite Eingang des Korrelators (42) zum Berechnen der Korrelation des Eingangssignals zu dem Spreizcode des Anwenders mit dem ersten Ausgang des Referenzsignalgenerators (45) verbunden ist, und Erzeugung des Spreizcodes des Anwenders bei dem ersten Ausgang, die zweiten Eingänge der N Korrelatoren mit den zweiten Ausgängen des Referenzsignalgenerators (45) verbunden sind, unter Erzeugung der Kanalpilotscodes bei diesen Ausgängen, und der dritte Ausgang des Referenzsignalgenerators (45) mit dem Eingang einer Paketsynchronisiereinheit verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Sendeseite: bei jedem Sendezweig (22) ein Serien/Parallel-Binärsymbolpaketgenerator (23) ergänzt ist, dessen Eingang der erste Eingang der Einrichtung ist und dessen Ausgang mit der Binärsymbol-Umordnungseinheit (24) verbunden ist, mit serieller Verbindung zu dem Serien/Parallel-Orthogonalcode-Binärsymbol-Paketgenerator (25) und der Orthogonalcode-Binärsymbol-Umordnungseinheit (26), und die zweiten Eingänge des Serien/Parallel-Binärsymbol-Paketgenerators (23), der Binärsymbol-Umordnungseinheit (24), des Serien/Parallel-Orthogonalcode-Binärsymbol-Paketgenerators (25) und der Orthogonalcode-Binärsymbol-Umordnungseinheit (26) sind zum Bilden des zweiten Eingangs der Einrichtung kombiniert, und die Ausgänge der Binärsymbol-Umordnungseinheit (24) und der Orthogonalcode-Binärsymbol-Umordnungseinheit (26) sind mit dem ersten und zweiten Eingang des Orthogonalcode-Modulators (28) verbunden, und derart, dass bei der Empfangsseite ein Serien-Korrelationsvektor-Paketgenerator (47) eingefügt ist, dessen Eingang mit dem Ausgang des Korrelators (42) verbunden ist, zum Berechnen der Korrelation des Eingangssignals mit dem Spreizcode des Anwenders, und der Ausgang hiervon ist mit dem ersten Eingang des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizienten-Paketgenerators (48) verbunden, und die zweiten Eingänge hiervon sind mit den Ausgängen der N Korrelatoren (43) verbunden, der zweite Eingang des Serien-Korrelationsvektor-Paketgenerators (47) und der dritte Eingang des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizienten-Paketgenerators (48) sind kombiniert und mit dem Ausgang der Paketsynchronisiereinheit (46) verbunden, der Ausgang des Serien/Parallel-Korrelationskoeffizienten-Paketgenerators (48) ist mit dem Eingang der Korrelationskoeffizienten-Umordnungseinheit (49) verbunden, und der Ausgang hiervon ist mit dem ersten Eingang des Korrelators (51) verbunden, von dem der zweite Eingang mit dem Ausgang des Serien/Parallel-Orthogonalcode-Binärsymbol-Paketgenerators (50) verbunden ist, und der Ausgang des Korrelators (41) ist mit dem Eingang der Parallel-Serien-Transformationseinheit (52) verbunden, deren Ausgang der Ausgang der Einrichtung ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Summationseinheit mit Moduln 2 als orthogonaler Modulator (28) verwendet wird.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

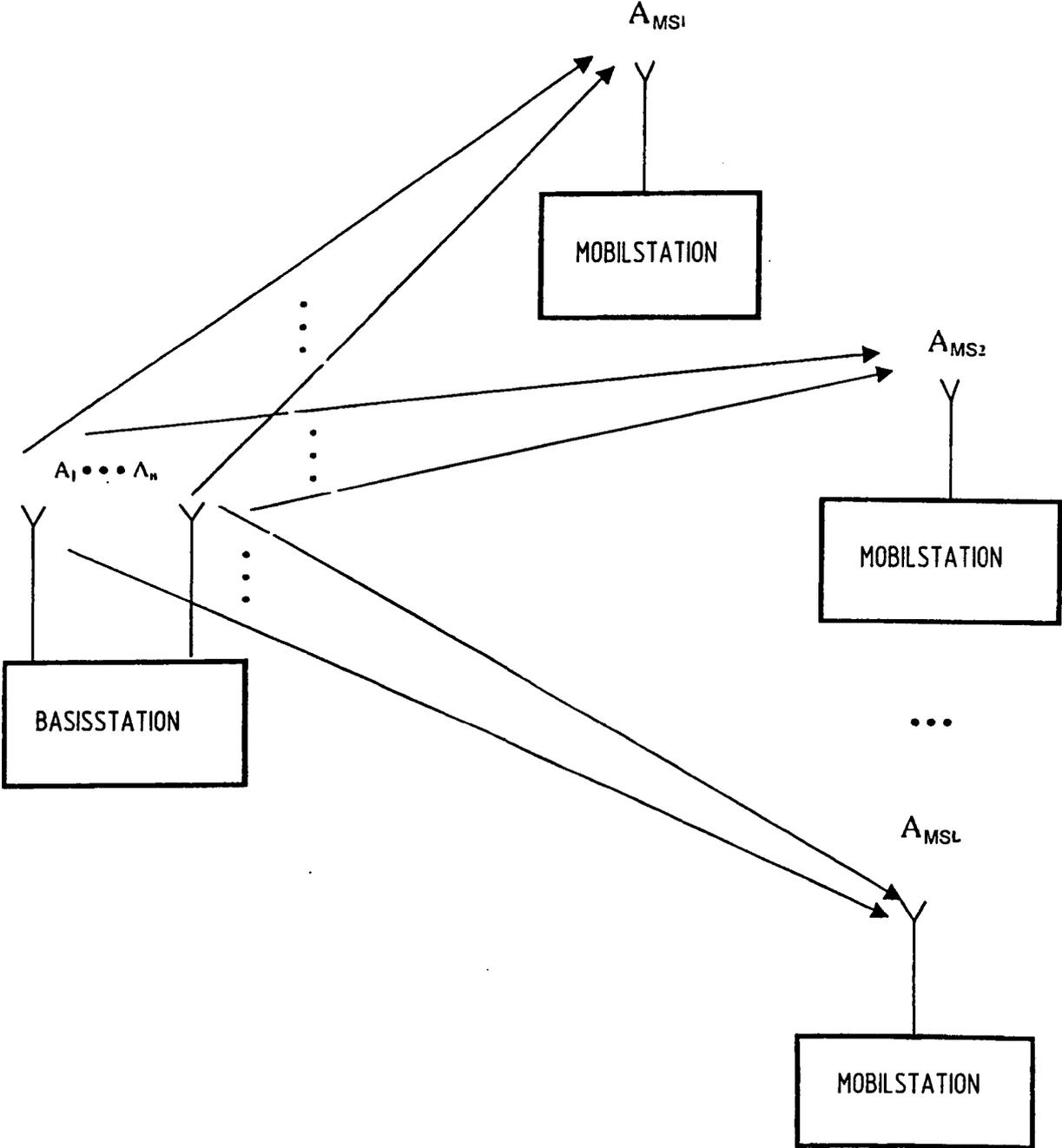


Fig. 1

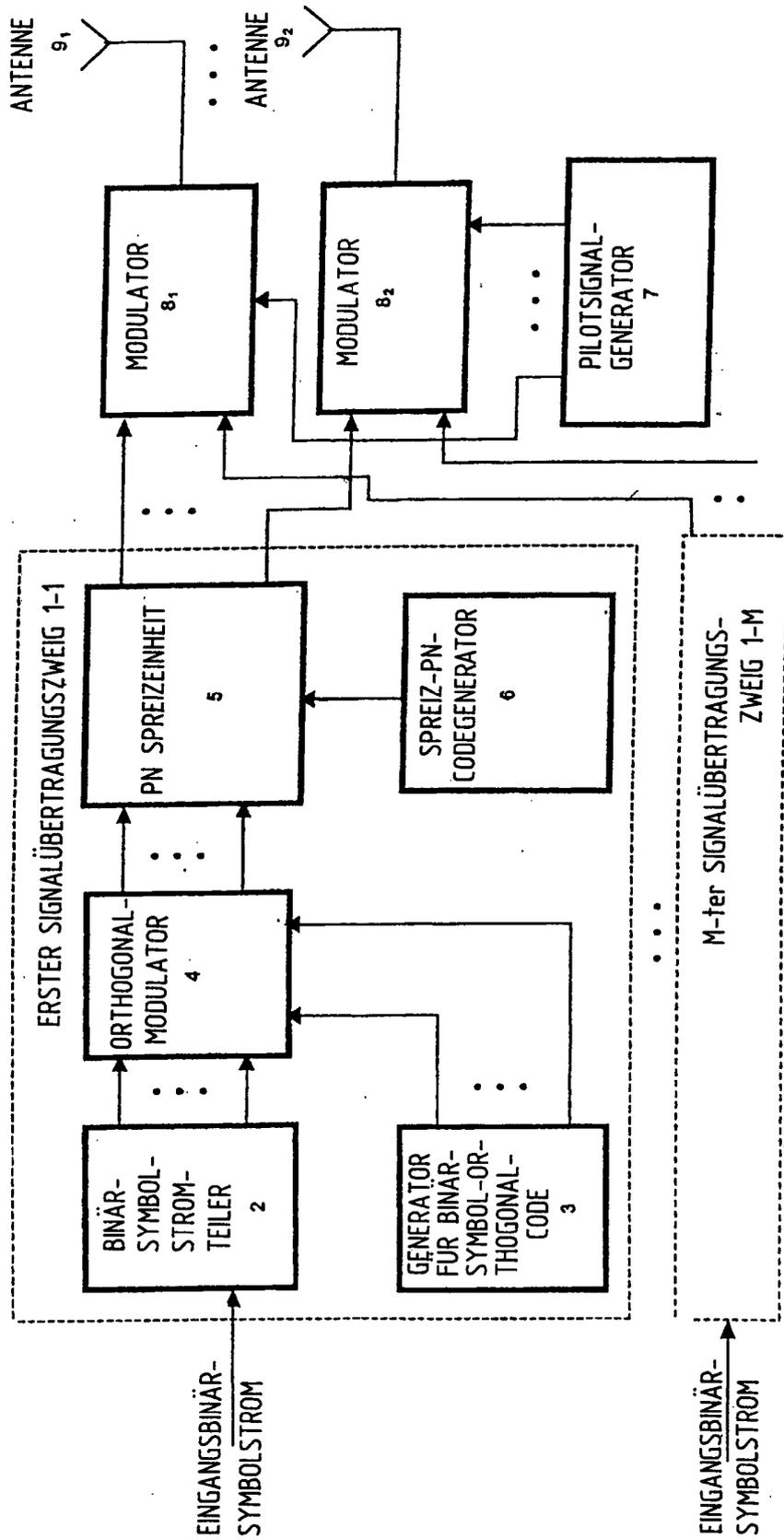


Fig. 2

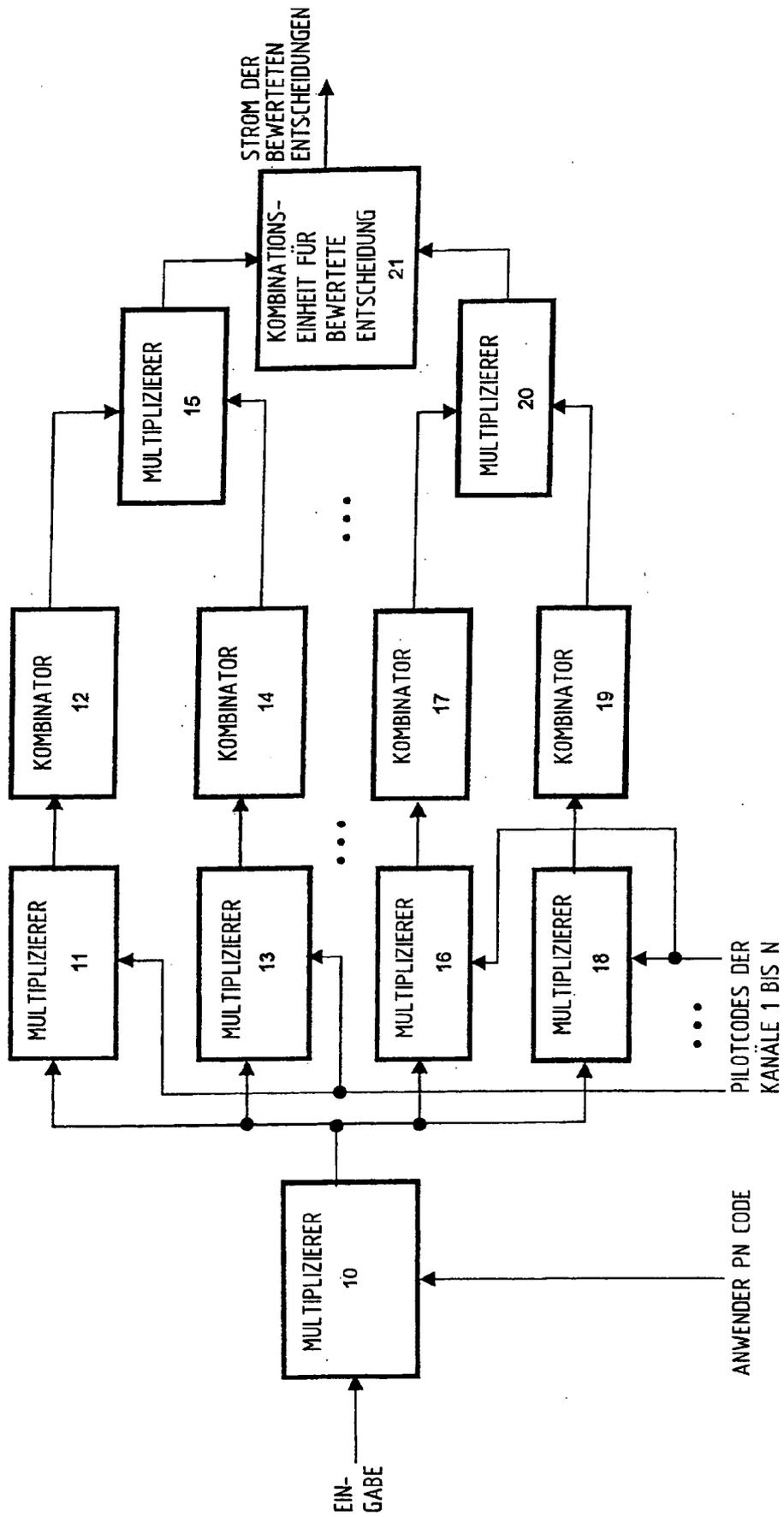


Fig.3

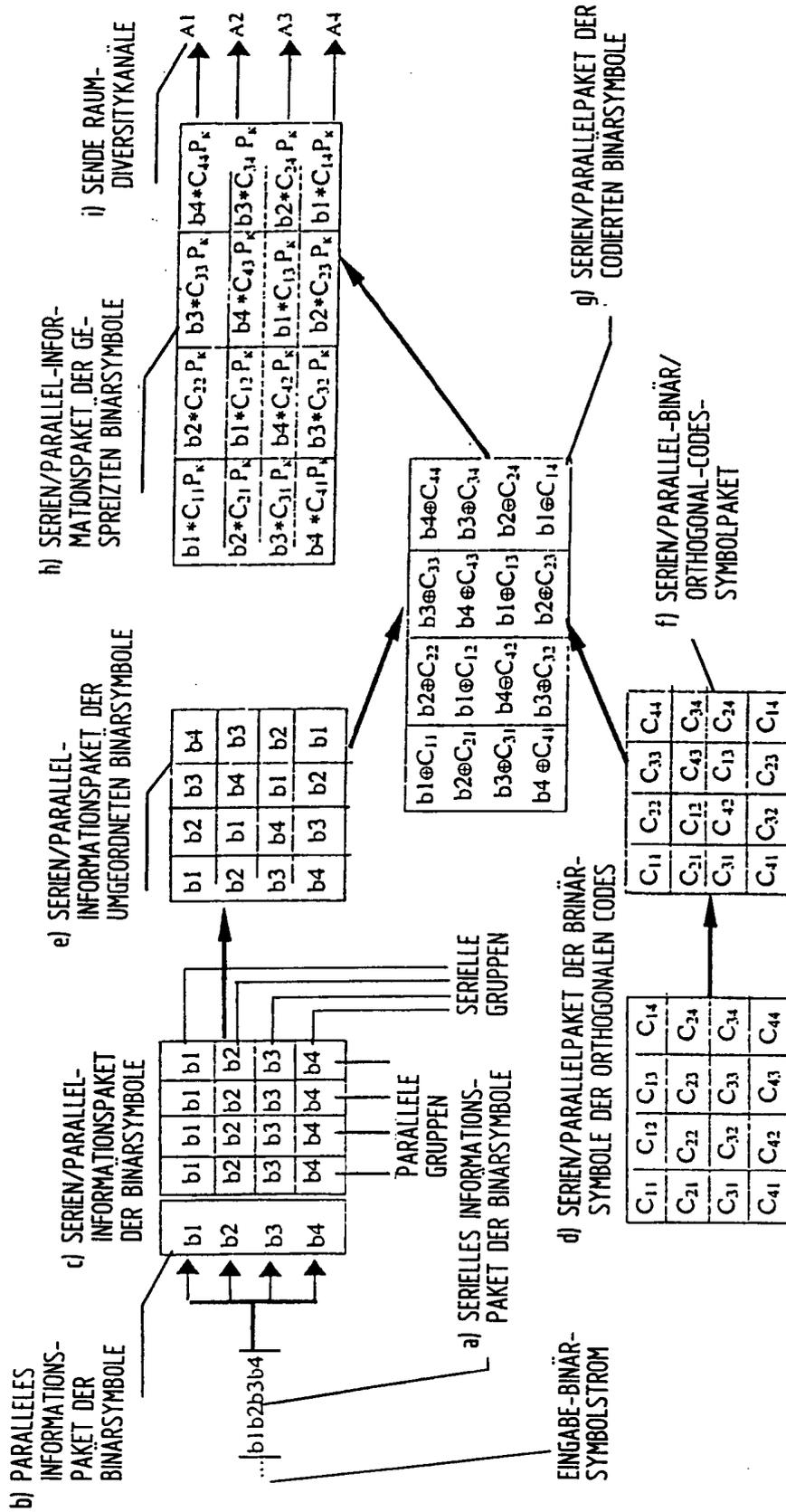


Fig. 4



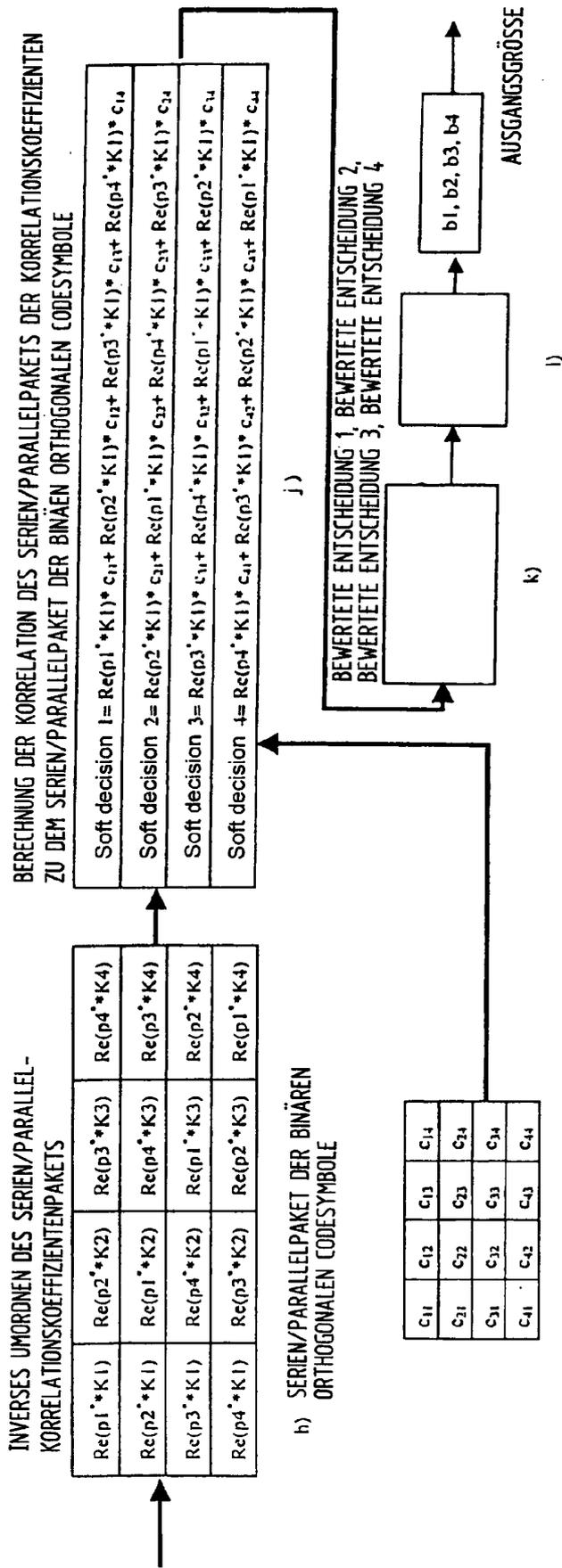


Fig. 5B

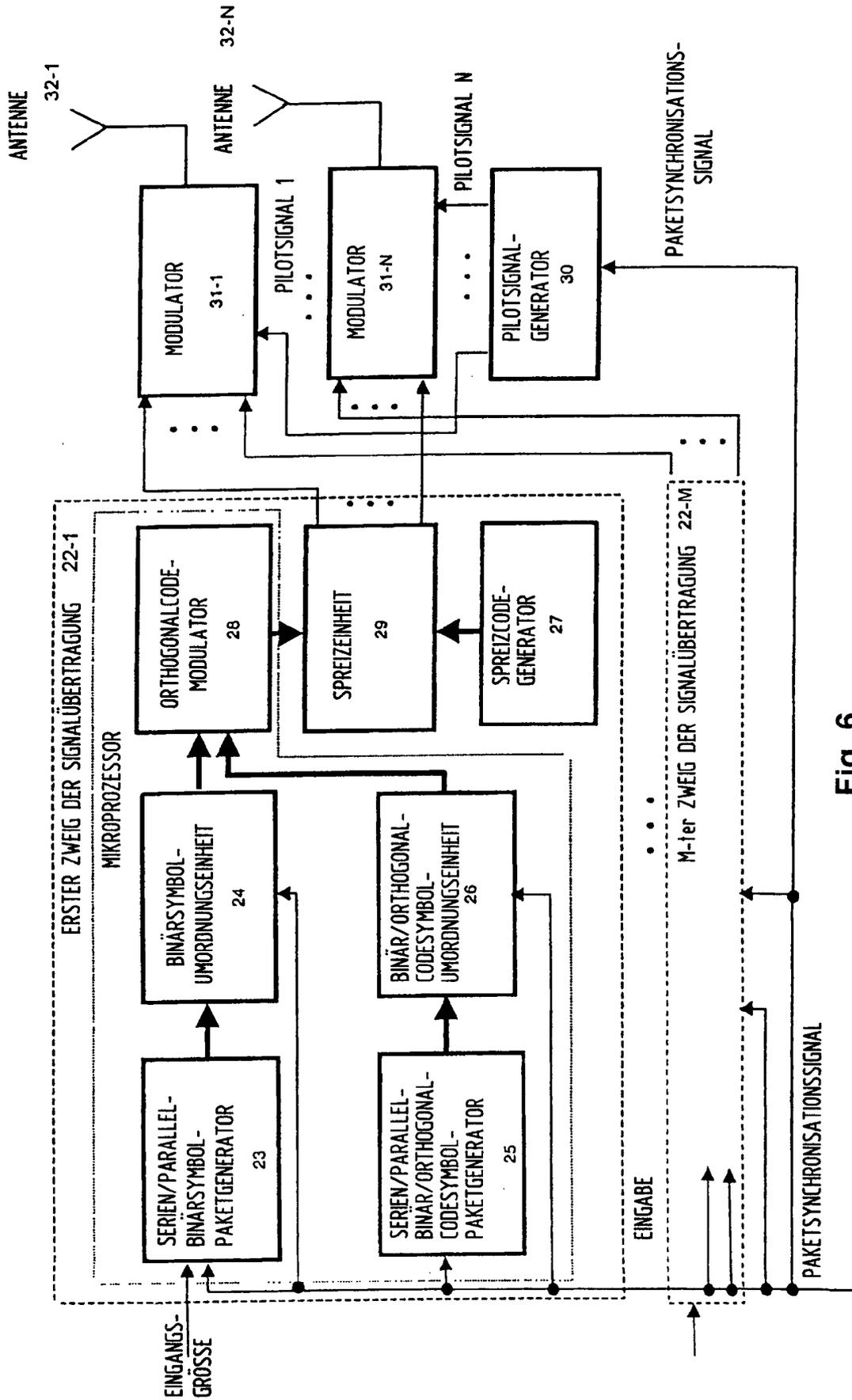


Fig. 6

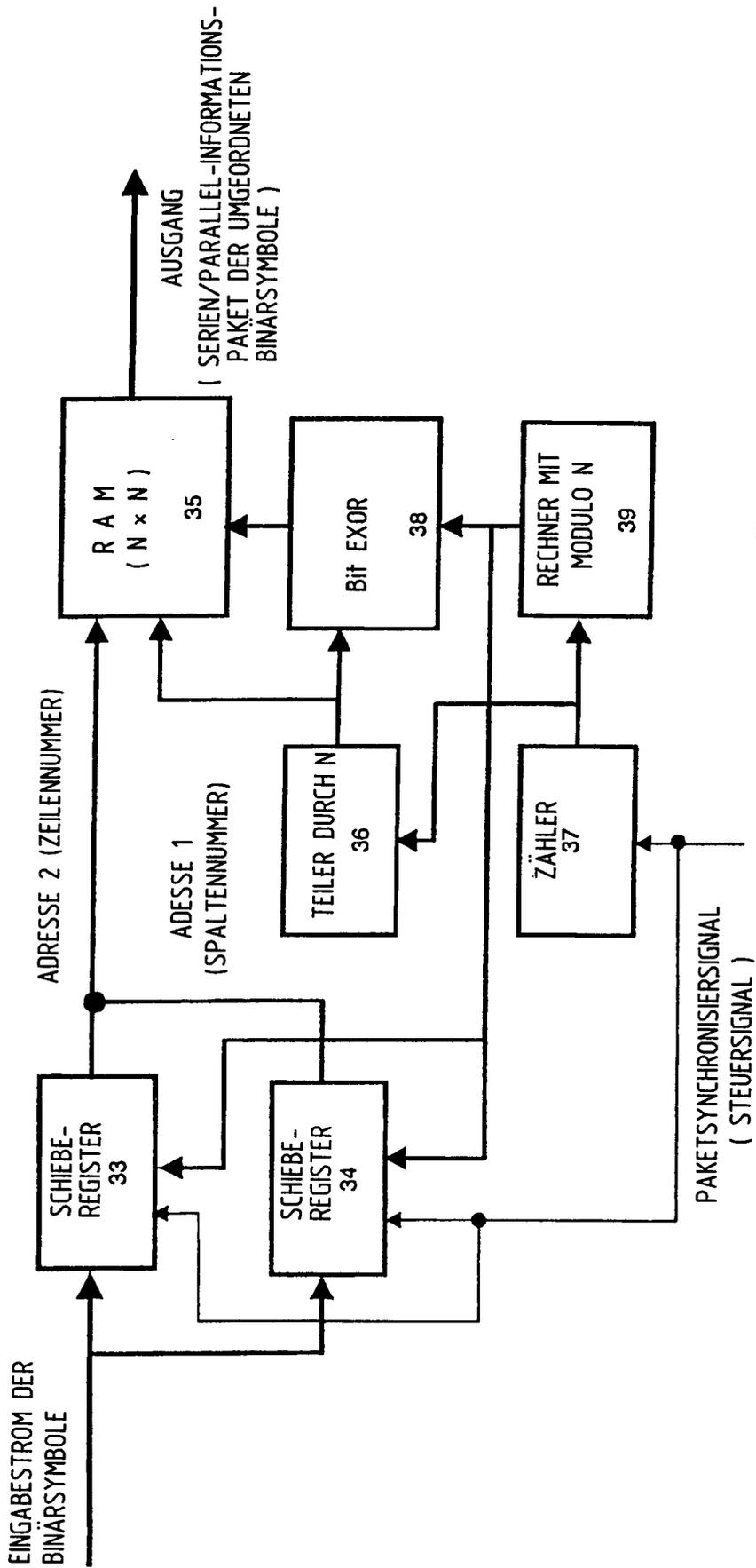


Fig. 7

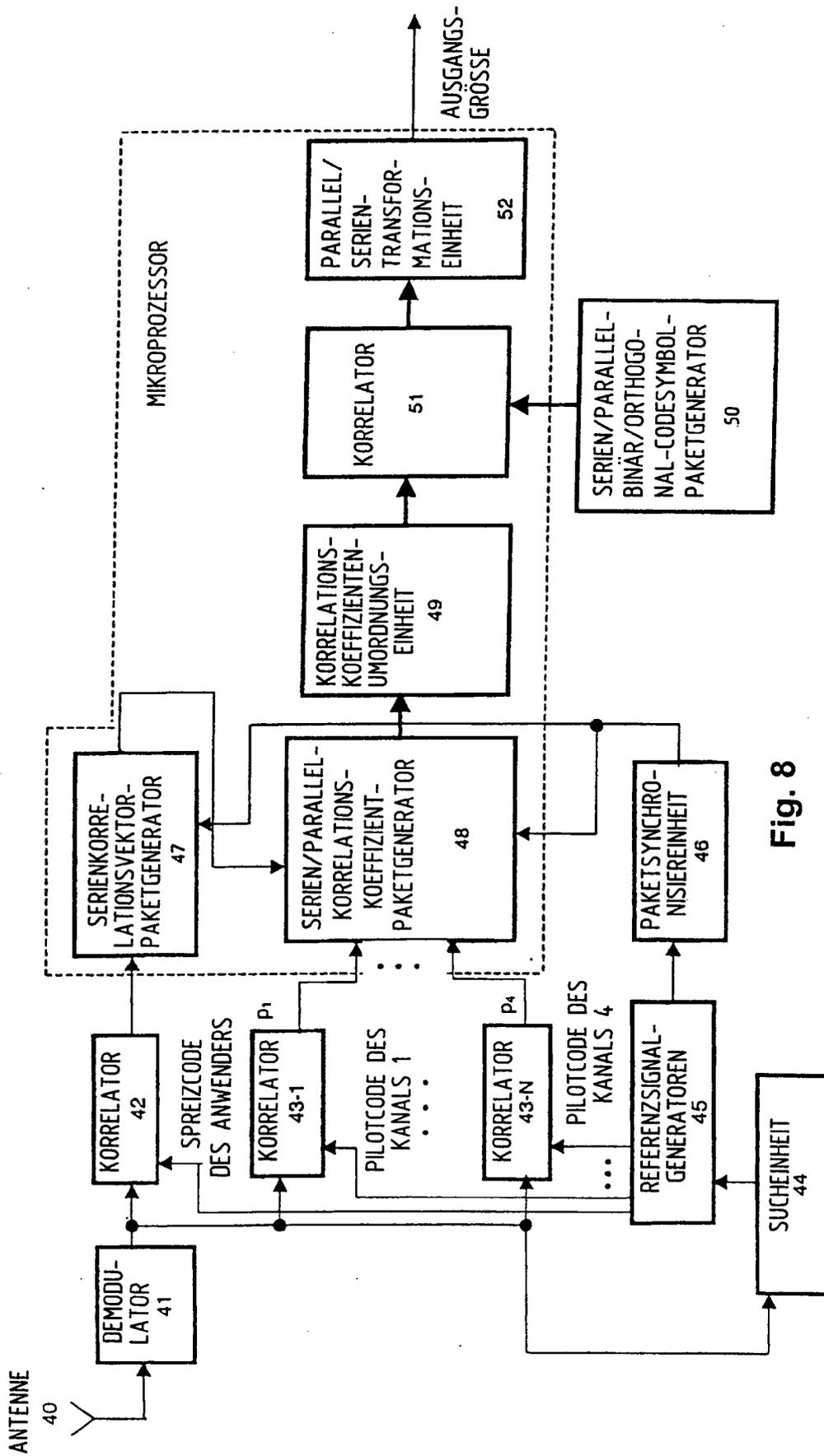


Fig. 8

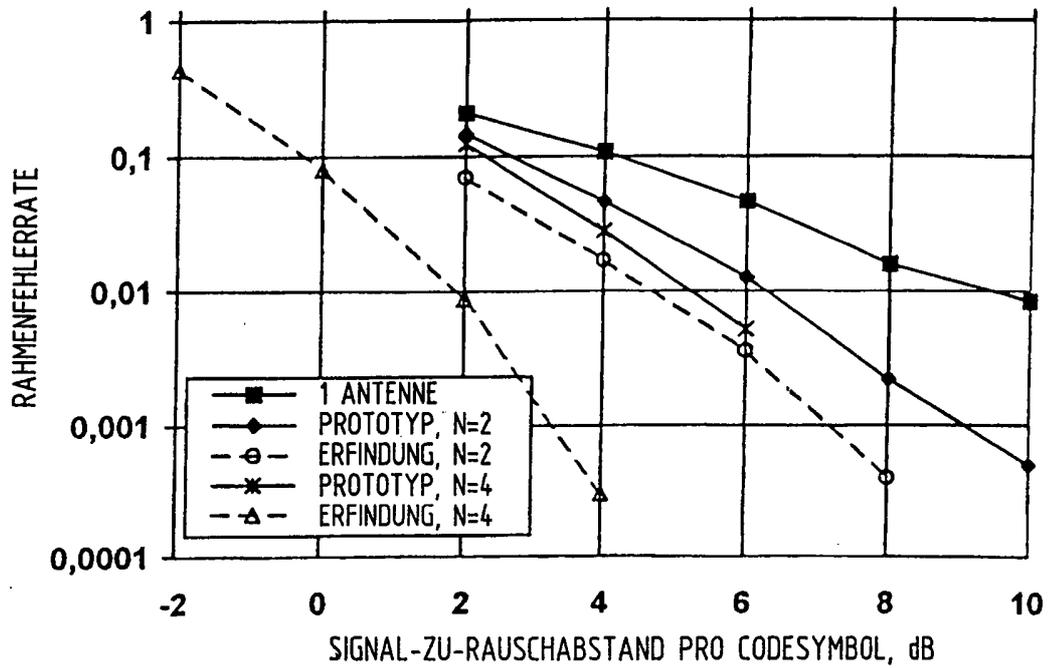


Fig. 9

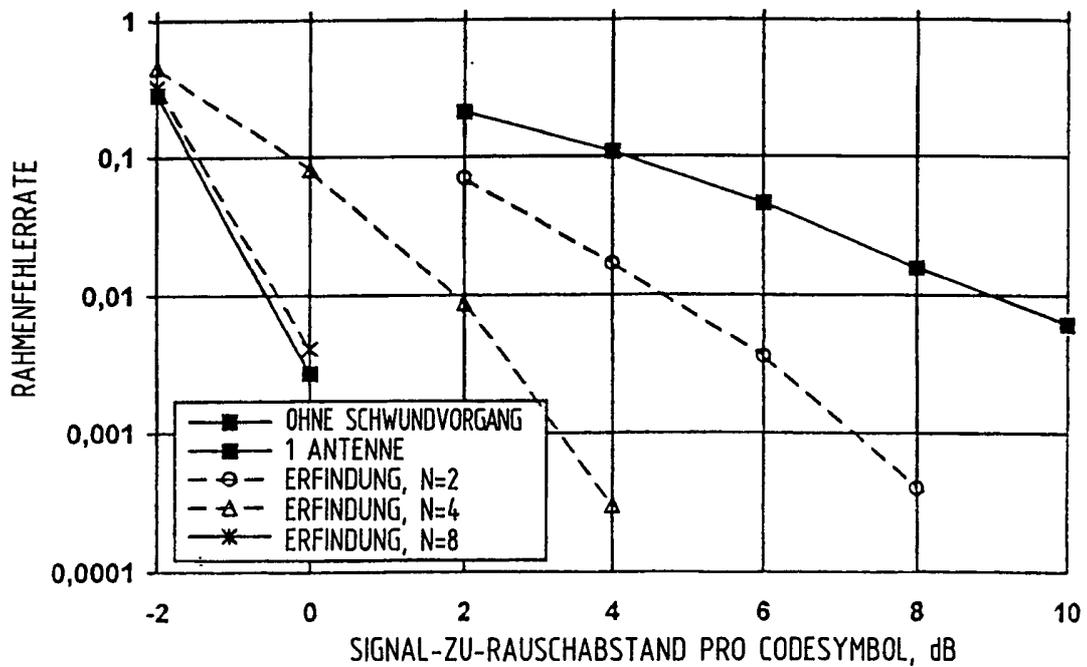


Fig. 10