



(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 003 611.4**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2006/062140**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/079350**  
(86) PCT-Anmeldetag: **15.12.2006**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **12.07.2007**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **06.11.2008**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **24.12.2013**

(51) Int Cl.: **H04W 72/06 (2009.01)**

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:  
**11/324,097**                      **30.12.2005**    **US**

(72) Erfinder:  
**Alapuranen, Pertti O., Deltona, Fla., US**

(73) Patentinhaber:  
**Mesh-Networks, Inc., Schaumburg, Ill., US**

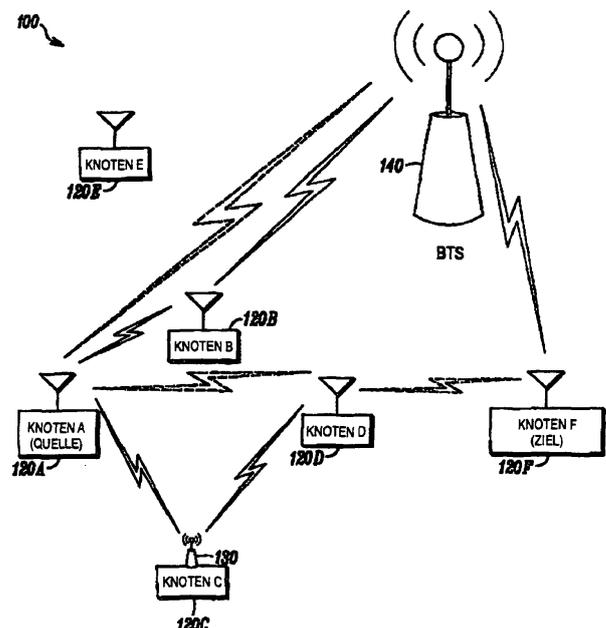
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

(74) Vertreter:  
**Schumacher & Willsau Patentanwaltsgesellschaft  
mbH, 80335, München, DE**

**US 2006 / 0 008 085    A1**  
**US        5 790 587        A**  
**US        5 151 899        A**  
**WO      2004/ 093 362    A1**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und System zum Kommunizieren in einem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung, die umfasst:  
einen Prozessor, der konfiguriert ist, um einen Datenstrom  
in einen ersten Datenteilstrom und einen zweiten Datenteil-  
strom aufzuteilen;  
ein erstes Funkmodul, das über eine erste Datenrate verfügt,  
wobei das erste Funkmodul in einem ersten Frequenzband  
betreibbar ist, das über eine erste Bandbreite verfügt, und  
konfiguriert ist, um den ersten Datenteilstrom unter Verwen-  
dung eines ersten Modulationsverfahrens zu modulieren, um  
einen ersten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen; und  
ein zweites Funkmodul, das über eine zweite Datenrate ver-  
fügt, wobei das zweite Funkmodul in einem zweiten Fre-  
quenzband betreibbar ist, das über eine zweite Bandbreite  
verfügt, und konfiguriert ist, um den zweiten Datenteilstrom  
unter Verwendung eines zweiten Modulationsverfahrens zu  
erzeugen;  
wobei der erste Datenteilstrom über eine erste Größe verfügt  
und der zweite Datenteilstrom über eine zweite Größe ver-  
fügt, wobei ein Verhältnis der ersten Größe zu der zweiten  
Größe auf einem Verhältnis der ersten Bandbreite und der  
zweiten Bandbreite basiert;  
wobei der Prozessor konfiguriert ist, um den Datenstrom in  
den ersten Datenteilstrom, der über die erste Größe verfügt,  
und den zweiten Datenteilstrom, der über die zweite Größe  
verfügt, basierend auf dem Verhältnis der ersten Bandbreite  
und der zweiten Bandbreite aufzuspalten.



**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf drahtlose Kommunikationen und im Besonderen auf das Übertragen von Informationen zwischen zwei oder mehr Kommunikationsvorrichtungen in einem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk.

## Hintergrund

**[0002]** Die WO 2004/093362 A1 beschreibt ein Mobilfunksystem, das ein hohes Maß an Geheimhaltung ermöglichen soll, wofür Datenpakete mit wechselnder Trägerfrequenz und/oder mit wechselndem Modulationsverfahren übertragen werden. Aus dem Dokument US 5 790 587 A ist ein Verfahren zur Mobilfunkkommunikation bekannt, welches mehr als ein Frequenzband benutzt, wobei insbesondere entweder Schmalband- oder Spreizsprektumkommunikationsverfahren eingesetzt werden. Das Dokument US 5 151 899 A beschreibt ein Verfahren zum Überprüfen von Paketdaten in einem paketbasierten Kommunikationssystem. Eine Mehrbandkommunikationsvorrichtung bezeichnet traditionell eine Kommunikationsvorrichtung, die in mindestens zwei verschiedenen Frequenzbändern betreibbar ist. Die Vorrichtung verwendet typischerweise mehrere unabhängig arbeitende Funkmodule, um in jedem dieser verschiedenen Frequenzbänder zu kommunizieren. Jedes Funkmodul arbeitet unabhängig und umfasst seinen eigenen unabhängigen Radiofrequenz (RF)-Prozessor und Basisbandprozessor. Zum Beispiel können Multimode-Handgeräte, wie zum Beispiel CDMA-TDMA-GSM-Handgeräte, über teilweise oder vollständige Implementierungen aller drei Funkmodule und entsprechende Implementierungen von drei RF-Stufen verfügen. In solchen Handgeräten wird zum Kommunizieren von Anwenderinformationen (zum Beispiel eines Paket-Bursts oder einem Strom von Steuer-/Signalisierungsinformationen und/oder Anwenderdaten) immer nur eines der Funkmodule gleichzeitig betrieben.

**[0003]** Ein Handoff-Verfahren (manchmal auch als Handover-Verfahren bezeichnet) kann durchgeführt werden, um von einem Funkmodul zu einem anderen Funkmodul umzuschalten. Während eines Handoffs kann die Übertragung von Anwenderinformationen von einem Funkmodul, das über eine erste Kommunikationsverbindung arbeitet, zu einem anderen Funkmodul, das über eine zweite Kommunikationsverbindung arbeitet, umgeschaltet werden.

**[0004]** Ungeachtet dieser Vorteile wäre es wünschenswert, verbesserte Verfahren zum Verwenden der Kapazität der verschiedenen Funkmodule in

solchen Multimode-Vorrichtungen zur Verfügung zu stellen.

## Kurze Beschreibung der Abbildungen

**[0005]** Die begleitenden Abbildungen, in denen durch die verschiedenen Ansichten hindurch gleiche Bezugszeichen identische oder funktional ähnliche Elemente bezeichnen und die zusammen mit der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung in der Spezifizierung enthalten sind und einen Teil der Spezifizierung bilden, dienen dazu, weiterhin verschiedene Ausführungsformen darzustellen und verschiedene Prinzipien und Vorteile, alle gemäß der vorliegenden Erfindung, zu erklären.

**[0006]** [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Kommunikationsnetzwerkes;

**[0007]** [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Quellenknotens zum Übertragen von Informationen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0008]** [Fig. 3](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Zielknotens zum Empfangen der Informationen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0009]** [Fig. 4](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Quellenknotens zum Übertragen von Informationen gemäß einer beispielhaften Implementierung;

**[0010]** [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Zielknotens zum Empfangen der Informationen gemäß einer beispielhaften Implementierung;

**[0011]** [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Quellenknotens zum Übertragen von Informationen gemäß einer anderen beispielhaften Implementierung;

**[0012]** [Fig. 7](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Zielknotens zum Empfangen der Informationen gemäß einer anderen beispielhaften Implementierung;

**[0013]** [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Quellenknotens zum Übertragen von Informationen gemäß noch einer anderen beispielhaften Implementierung; und

**[0014]** [Fig. 9](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Zielknotens zum Empfangen der Informationen gemäß noch einer anderen beispielhaften Implementierung.

**[0015]** Dem Fachmann auf dem Gebiet ist klar, dass Elemente in den Abbildungen der Einfachheit und Klarheit halber dargestellt werden und nicht notwendigerweise maßstabsgetreu gezeichnet worden sind. Zum Beispiel können die Dimensionen einiger der

Elemente in den Abbildungen relativ zu anderen Elementen übertrieben dargestellt sein, um zu helfen, ein Verständnis der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zu verbessern.

#### Ausführliche Beschreibung

**[0016]** Vor einer ausführlichen Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung, sollte beachtet werden, dass sich die Ausführungsformen in erster Linie in Kombinationen von Verfahrensschritten und Vorrichtungskomponenten, die sich auf ein Verfahren zum Auswählen einer optimalen Effizienz in einem Kommunikationsnetzwerk, das über mehrere Kommunikationsbetriebsarten verfügt, beziehen, darstellen. Dementsprechend sind die Vorrichtungskomponenten und Verfahrensschritte, wo dies angebracht ist, durch konventionelle Symbole in den Zeichnungen graphisch dargestellt worden, wobei nur solche spezifischen Details gezeigt werden, die für ein Verständnis der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dienlich sind, um die Offenbarung nicht mit Details zu vernebeln, die dem Fachmann auf dem Gebiet, der einen Vorteil aus der hierin gegebenen Beschreibung zieht, leicht ersichtlich sind.

**[0017]** In diesem Dokument können relationale Ausdrücke, wie zum Beispiel Erster und Zweiter, Oben und Unten, und dergleichen nur verwendet werden, um eine Entität oder Aktivität von einer anderen Entität oder Aktivität zu unterscheiden, ohne dass notwendigerweise irgendeine solche tatsächliche Beziehung oder Reihenfolge zwischen solchen Entitäten oder Aktivitäten erforderlich oder impliziert ist.

**[0018]** Es ist klar, dass hierin beschriebene Ausführungsformen der Erfindung einen oder mehrere konventionelle Prozessoren und einzigartige gespeicherte Programmanweisungen umfassen können, die den einen oder mehrere Prozessoren steuern können, um in Verbindung mit bestimmten Nichtprozessorschaltungen, einige, die meisten, oder alle der Funktionen zum Kommunizieren von Informationen in einem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk, wie hierin beschrieben, zu implementieren. Die Nichtprozessorschaltungen können, ohne darauf beschränkt zu sein, einen Funkempfänger, einen Funksender, Signaltreiber, Taktschaltungen, Leistungsquellschaltungen und Anwendereingabevorrichtungen umfassen. Von daher können diese Funktionen als Schritte eines Verfahrens zum Kommunizieren von Informationen in einem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk interpretiert werden. Alternativ können einige oder alle Funktionen durch eine Zustandsmaschine implementiert werden, die über keine gespeicherten Programmanweisungen verfügt, oder in einer oder mehreren anwendungsspezifischen integrierten Schaltungen (ASICs), in denen jede Funktion oder einige Kombinationen bestimmter dieser Funktionen als kundenspezifische Logik im-

plementiert sind. Natürlich kann eine Kombination der zwei Ansätze verwendet werden. Somit sind Verfahren und Mittel für diese Funktionen hierin beschrieben worden.

**[0019]** Das Wort "beispielhaft" wird hierin mit der Bedeutung "als ein Beispiel, ein Fall oder eine Beschreibung dienend" verwendet. Keine hierin als "beispielhaft" beschriebene Ausführungsform soll notwendigerweise als gegenüber anderen Ausführungsformen bevorzugt oder vorteilhafter angesehen werden. Alle in dieser ausführlichen Beschreibung beschriebenen Ausführungsformen sind beispielhafte Ausführungsformen, die zur Verfügung gestellt werden, um den Fachmann auf dem Gebiet in die Lage zu versetzen, die Erfindung zu verwenden, und nicht, um den Umfang der Erfindung, der durch die Ansprüche definiert wird, zu beschränken.

**[0020]** Die unten beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen beziehen sich auf eine Vorrichtung und ein System zum Kommunizieren von Informationen (zum Beispiel eines Datenstroms) in einem drahtlosen Kommunikationssystem, das einen ersten Knoten und einen zweiten Knoten umfasst.

**[0021]** Der erste Knoten kann den Datenstrom in einen ersten Datenteilstrom und einen zweiten Datenteilstrom teilen. Der erste Knoten umfasst ein erstes Funkmodul, das über eine erste Datenrate verfügt, und ein zweites Funkmodul, das über eine zweite Datenrate verfügt. Das erste Funkmodul kann in einem ersten Frequenzband arbeiten, das über eine erste Bandbreite verfügt, und das zweite Funkmodul kann in einem zweiten Frequenzband arbeiten, das über eine zweite Bandbreite verfügt. Das erste Funkmodul kann den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Modulationsverfahrens modulieren, um einen ersten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Das zweite Funkmodul kann gleichzeitig den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Modulationsverfahrens modulieren, um einen zweiten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Der erste und der zweite modulierte Datenteilstrom werden dann übertragen. Dabei verfügt der erste Datenteilstrom über eine erste Größe und der zweite Datenteilstrom über eine zweite Größe, wobei ein Verhältnis der ersten Größe zu der zweiten Größe auf einem Verhältnis der ersten Bandbreite und der zweiten Bandbreite basiert. Der Prozessor ist konfiguriert, um den Datenstrom in den ersten Datenteilstrom, der über die erste Größe verfügt, und den zweiten Datenteilstrom, der über die zweite Größe verfügt, basierend auf dem Verhältnis der ersten Bandbreite und der zweiten Bandbreite aufzuspalten.

**[0022]** Der zweite Knoten kann den ersten Datenteilstrom über das erste Frequenzband und den zweiten Datenteilstrom über das zweite Frequenzband empfangen. Der zweite Knoten umfasst außerdem

ein erstes Funkmodul und ein zweites Funkmodul. Das erste Funkmodul des zweiten Knotens kann den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Demodulationsverfahrens demodulieren, um einen ersten demodulierten Datenteilstrom zu erzeugen, und das zweite Funkmodul des zweiten Knotens kann den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Demodulationsverfahrens demodulieren, um einen zweiten demodulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Der zweite Knoten ist konfiguriert, um den ersten Datenteilstrom und den zweiten Datenteilstrom zu kombinieren, um den Datenstrom zu erzeugen, der von dem ersten Knoten übertragen wird.

#### Beispielhaftes Kommunikationsnetzwerk

**[0023]** **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Kommunikationsnetzwerkes **100**, das eine Zahl von Knoten **120A–F** umfasst, die umfassen: einen Quellenknoten **120A** und einen Zielknoten **120F**, einen drahtlosen Zugriffspunkt **130**, der an ein erstes verdrahtetes Netzwerk (nicht gezeigt) gekoppelt ist, und eine drahtlose Basisstation (BTS) **140**, die an ein anderes verdrahtetes Netzwerk (nicht gezeigt) gekoppelt ist. Es ist klar, dass jeder beliebige in **Fig. 1** gezeigte Knoten ein Zielknoten oder ein Quellenknoten sein kann und dass **Fig. 1** ein Beispiel zeigt, in dem der Knoten **120A** der Quellenknoten und der Knoten **120F** der Zielknoten ist.

**[0024]** Arten von drahtlosen Netzwerken umfassen infrastrukturbasierte drahtlose Netzwerke und drahtlose Adhoc-Netzwerke. Ein infrastrukturbasiertes drahtloses Netzwerk umfasst typischerweise ein Kommunikationsnetzwerk mit festen und verdrahteten Gateways. Drahtlose Kommunikationssysteme finden eine breite Anwendung, um verschiedene Arten von Kommunikationen, wie zum Beispiel Sprache und Daten, zur Verfügung zu stellen. Ein typisches drahtloses Netzwerk stellt mehreren Anwendern einen Zugriff auf eine oder mehrere gemeinsam verwendete Ressourcen zur Verfügung. Ein System kann eine Vielfalt von Mehrfachzugriffsverfahren verwenden, wie zum Beispiel Frequenzmultiplexverfahren (FDM), Zeitmultiplexverfahren (TDM), Codemultiplexverfahren (CDM) und andere. Drahtlose Beispielnetzwerke umfassen zellularbasierte Datensysteme. Die folgenden sind einige solche Beispiele: (1) der "TIA/EIA-95-B Mobilstation-Basisstation-Kompatibilitäts-Standard für ein bimodales Breitband-Spreizspektrum-Zellularsystem" (der IS-95-Standard), (2) der durch ein Konsortium mit dem Namen "Partnerschaftsprojekt der dritten Generation" (3GPP) angebotene Standard, der in einem Satz von Dokumenten aufgenommen ist, die die Dokumente mit den Nummern 3G TS 25.211, 3G TB 25.212, 3G TS 25.213 und 3G TS 25.214 umfassen (der W-CDMA-Standard), (3) der durch ein Konsortium mit dem Namen "Partnerschaftsprojekt 2 der dritten Generation" (3GPP2) angebotene Standard, der in dem

"TR-45.5 Physikalische Schicht Standard für cdma 2000-Spreizspektrumssysteme" (dem IS-2000-Standard) aufgenommen ist, und (4) das HDR-System (HDR = hohe Datenrate), das dem TIA/EIA/IS-856-Standard genügt (dem IS-856-Standard).

**[0025]** Viele infrastrukturbasierte drahtlose Netzwerke setzen eine Mobileinheit oder einen Knoten ein, der mit einer festen Basisstation kommuniziert, die an ein verdrahtetes Netzwerk gekoppelt ist. Die Mobileinheit kann sich geographisch bewegen, während sie über eine drahtlose Verbindung an die Basisstation kommuniziert. Wenn sich die Mobileinheit aus dem Bereich einer Basisstation herausbewegt, kann sie sich mit einer neuen Basisstation verbinden, oder ein "Handover" zu dieser Basisstation durchführen, und anfangen, mit dem verdrahteten Netzwerk durch die neue Basisstation zu kommunizieren.

**[0026]** Im Vergleich zu infrastrukturbasierten drahtlosen Netzwerken, wie zum Beispiel zellulare Netzwerke oder Satellitennetzwerke, sind Adhoc-Netzwerke selbstbildende Netzwerke, die in der Abwesenheit jeglicher fester Infrastruktur arbeiten können, und in einigen Fällen wird das Adhoc-Netzwerk vollständig von mobilen "Knoten" gebildet. Beispiele von Adhoc-Netzwerken umfassen drahtlose lokale Netze (WLANs), wie in den IEEE 802.11 Standards beschrieben (zum Beispiel 802.11 (a), (b) oder (g)). Verbesserungen gegenüber diesen Netzwerken können durch ein Verwenden eines MIMO-WLANs (MIMO = Mehrfacheingang-Mehrfachausgang) erreicht werden, das OFDM-Modulationsverfahren umfasst (OFDM = orthogonales Frequenzmultiplexverfahren).

**[0027]** Ein Adhoc-Netzwerk umfasst typischerweise eine Zahl geographisch verteilter, möglicherweise mobiler Einheiten, die manchmal als "Knoten" bezeichnet werden, die miteinander durch eine oder mehrere Verbindungen (zum Beispiel Radiofrequenzkommunikationskanäle) verbunden sind. Die Knoten können miteinander über ein drahtloses Medium ohne die Unterstützung eines infrastrukturbasierten oder verdrahteten Netzwerkes kommunizieren.

**[0028]** Die Knoten **120A–120F** unterstützen typischerweise einen gleichzeitigen Betrieb sowohl in einer infrastrukturlosen Betriebsart als auch einer infrastrukturierten Betriebsart und können sich Übergangslos zwischen infrastrukturbasierten Netzwerken (solchen, die zum Beispiel den AP **130** oder die BTS **140** umfassen) und klientbasierten Peer-to-Peer-Netzwerken, die frei von jeglicher Infrastruktur sind, bewegen. Zum Beispiel kann der Quellenknoten **120A** in einer Adhoc-Betriebsart arbeiten, in der ein Adhoc-Kommunikationsnetzwerk zwischen einer Mehrzahl von Knoten **120A–120F**, von denen jeder über einen drahtlosen Verstärker und eine Routing-Fähigkeit verfügt, und optional den verdrahteten Zu-

griffspunkten (APs) **130** erzeugt werden kann. Der Quellenknoten **120A** kann direkt mit den anderen Knoten **120B–F** kommunizieren, die einen "Sprung" von dem Quellenknoten **120** entfernt angeordnet sind (zum Beispiel können Kommunikationen zu oder von den Knoten **120A–120F** durch einander "springen", um die anderen Knoten **120A–120F** in dem Adhoc-Netzwerk zu erreichen).

**[0029]** Die Knoten **120A–120F** können im Allgemeinen drahtlose Vorrichtungen sein, die in der Lage sind, paketierte Audio-, Video- und/oder Daten-Informationen zu empfangen. Einige der Komponenten in einem beispielhaften Knoten, wie zum Beispiel ein geeigneter Prozessor, Sender, Empfänger und eine Antenne, werden unten unter Bezugnahme auf [Fig. 2–Fig. 9](#) beschrieben. Die Knoten **120A–120F** können Informationspakete über drahtlose Trägerfrequenzen kommunizieren, von denen jede einen oder mehrere drahtlose Kommunikationskanäle umfasst.

**[0030]** Der Quellenknoten **120A** kann in einer infrastrukturierten Betriebsart arbeiten (zum Beispiel einer zellularen oder WLAN-Betriebsart), in der er, entweder durch den AP **130** oder die BTS **140**, mit einem verdrahteten Netzwerk kommuniziert. In einer infrastrukturierten Betriebsart sind der AP **130** und die BTS **140** typischerweise an ein verdrahtetes Netzwerk (nicht gezeigt) gekoppelt, das eine oder mehrere Quellen von Audio-, Video- und/oder Daten-Informationen zur Verfügung stellen kann. Die APs **130** können zum Beispiel ein drahtloser Zugriffspunkt, der dem IEEE 802.11-Standard oder anderen WLAN-Standards (WLAN = drahtloses lokales Netz) genügt, ein Bluetooth-Zugriffspunkt oder dergleichen sein. Die Knoten (zum Beispiel der Knoten **120C**) in enger Nachbarschaft zu dem AP **130** können Übertragungen von anderen Knoten unter Verwendung einer Adhoc-Schnittstelle empfangen und diese Übertragungen an eine Infrastrukturausrüstung über ein Uplink-Kommunikationssignal unter Verwendung zum Beispiel einer Bluetooth- oder WLAN-Luftschnittstelle weiterleiten. Genauso können Knoten in enger Nachbarschaft zu dem AP **130** Downlink-Kommunikationen über die Bluetooth- oder WLAN-Luftschnittstelle empfangen und Uplink-Kommunikationen an andere Knoten über die Adhoc-Luftschnittstelle übertragen.

**[0031]** Die BTS **140** kann eine zellulare Basisstation oder dergleichen sein. Die Knoten **120A–120F** können Informationspakete mit einem zellularen Netzwerk (nicht gezeigt) über drahtlose Trägerfrequenzen kommunizieren, von denen jede, in Abhängigkeit von dem Mehrfachzugriffsschema, das in dem zellularen Netzwerk verwendet wird, einen oder mehrere drahtlose Kommunikationskanäle umfasst. Beispiele von Mehrfachzugriffsschemata, die in dem Netzwerk verwendet werden können, können umfassen: Mehrfachzugriff im Zeitmultiplex (TDMA),

Direktsequenz- oder Frequenz-Hopping-CDMA, Frequenzvielfach-Zugriffsverfahren (FDMA), orthogonales Frequenzmultiplexverfahren (OFDM), Chancenvielfach-Zugriffsverfahren (ODMA), eine Kombination beliebiger der vorangehenden Mehrfachzugriffstechnologien, eine Mehrfachzugriffstechnologie, in der Teile des zu verwendenden Frequenzspektrums durch lokale Signalqualitätsmessungen bestimmt werden und in der mehrere Teile des Frequenzspektrums gleichzeitig verwendet werden können und/oder jedes beliebige andere Mehrfachzugriffs- oder Multiplexverfahren oder deren Kombination.

**[0032]** Die Knoten in Kommunikationsnachbarschaft zu der BTS **140** können Übertragungen von anderen Knoten unter Verwendung der Adhoc-Luftschnittstelle empfangen und diese Übertragungen an die BTS **140** über Uplink-Kommunikationssignale unter Verwendung, zum Beispiel, einer zellularen Luftschnittstelle weiterleiten. Genauso können Knoten in Kommunikationsnachbarschaft zu der BTS **140** Downlink-Kommunikationen über die zellulare Luftschnittstelle empfangen und Uplink-Kommunikationen zu anderen Knoten über die Adhoc-Luftschnittstelle übertragen.

**[0033]** Jeder Knoten **120A–120F** kann seine Anwesenheit anderen Knoten durch ein periodisches Senden einer Anzeigennachricht anzeigen. In Reaktion auf die Anzeigennachricht können andere Knoten innerhalb eines Bereiches ihre Anwesenheit dadurch bestätigen, dass sie sich selbst identifizieren. Jeder Knoten kann wiederum seine Nachbarknoten identifizieren und eine Nachbarliste von Knoten in Nachbarschaft zu diesem Knoten unterhalten. Wie hierin verwendet, ist ein "Nachbarknoten" ein Knoten, der einen Sprung von dem Knoten entfernt ist, so dass die Knoten miteinander kommunizieren können. Die Nachbarliste eines bestimmten Knotens ändert sich dynamisch, wenn sich die Topologie des Netzwerkes ändert. Zu dem in [Fig. 1](#) gezeigten besonderen Zeitpunkt hat der Knoten **120A** drei Nachbarknoten – den Knoten **120B**, den Knoten **120C** und den Knoten **120D**.

**[0034]** In einer in [Fig. 1](#) gezeigten beispielhaften Netzwerktopologie kann der Quellenknoten **120A** über eine Zahl von verschiedenen Kommunikationspfaden unter Verwendung verschiedener Betriebsarten möglicherweise Informationen zu dem Zielknoten **120F** übertragen. Zum Beispiel kann der Quellenknoten **120A** in einer Adhoc-Betriebsart arbeiten, um Informationen über einen Kommunikationspfad zu übertragen, der durch den Knoten **120C** oder den AP **130** und dann zu dem Knoten **120D** und dann zu dem Zielknoten **120F** zur Verfügung gestellt wird. Alternativ kann der Quellenknoten **120A** in einer Adhoc-Betriebsart arbeiten, um Informationen über einen Kommunikationspfad zu übertragen, der durch

den Knoten **120B** zu dem Knoten **120D** zu dem Zielknoten **120F** zur Verfügung gestellt wird. Zusätzlich kann, wenn sich der Quellenknoten **120A** innerhalb eines Kommunikationsbereiches der BTS **140** befindet, der Quellenknoten **120A** außerdem in einer zellularen Betriebsart arbeiten, um Informationen direkt zu der BTS **140** und dann von der BTS **140** zu dem Zielknoten **120F** zu übertragen. Zusätzlich kann der Quellenknoten **120A** außerdem in einer Adhoc/Zellular-Hybridbetriebsart arbeiten, um Informationen über einen Kommunikationspfad zu übertragen, der durch den Knoten **120B** (oder den Knoten **120D**) zu der BTS **140** und dann von der BTS **140** zu dem Zielknoten **120F** zur Verfügung gestellt wird.

**[0035]** Es werden nun unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) Verfahren zum Kommunizieren von Informationen (zum Beispiel eines Datenstroms) in einem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk, wie zum Beispiel dem Netzwerk **100**, beschrieben. Gemäß diesen Verfahren teilt eine Quellenvorrichtung den Datenstrom in einen ersten Datenteilstrom und einen zweiten Datenteilstrom auf. Der erste Datenteilstrom kann unter Verwendung eines ersten Modulationsverfahrens moduliert werden, um einen ersten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen, und der zweite Datenteilstrom kann unter Verwendung eines zweiten Modulationsverfahrens moduliert werden, um einen zweiten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Eine Zielvorrichtung empfängt den ersten Datenteilstrom über ein erstes Frequenzband und empfängt den zweiten Datenteilstrom über ein zweites Frequenzband. Die Zielvorrichtung demoduliert den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Demodulationsverfahrens, um einen ersten demodulierten Datenteilstrom zu erzeugen, und demoduliert den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Demodulationsverfahrens, um einen zweiten demodulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Die Zielvorrichtung kombiniert dann den ersten demodulierten Datenteilstrom und den zweiten demodulierten Datenteilstrom, um den Datenstrom (oder Informationen) zu erzeugen, den die Quellenvorrichtung übertragen wollte.

Beispielhafter Quellen- oder Übertragungsknoten

**[0036]** [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Quellen- oder Übertragungsknotens **200** gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Der Knoten **200** umfasst einen Prozessor **201**, einen Transceiver **202**, der eine Senderschaltung **203** und eine Empfängerschaltung **205** umfasst, eine Antenne **206**, ein Display **207**, eine Ausgangsvorrichtung **208**, einen Programmspeicher **209** zum Speichern von Betriebsanweisungen, die durch den Prozessor **201** ausgeführt werden, eine entfernbare Speichereinheit **210**, einen Pufferspeicher **211**, ein erstes Funkmodul **212**, ein zweites Funkmodul **222**, ein drittes Funkmodul **232** und ein viertes Funkmodul **242**.

**[0037]** Obwohl nicht gezeigt, umfasst der Knoten **200** außerdem vorzugsweise einen Antennenschalter, einen Duplexer, einen Zirkulator oder andere stark trennende Mittel (nicht gezeigt) zum periodischen Bereitstellen von Informationspaketen von der Senderschaltung **203** zu der Antenne **206** und von der Antenne **206** zu der Empfängerschaltung **205**. Der Knoten **200** ist vorzugsweise eine integrierte Schaltung, die mindestens alle die Elemente enthält, die in [Fig. 2](#) dargestellt werden, sowie jegliche andere Elemente, die erforderlich sind, damit der Knoten **200** seine besonderen Funktionen durchführen kann. Alternativ kann der Knoten **200** eine Sammlung von in geeigneter Weise miteinander verbundenen Einheiten oder Vorrichtungen umfassen, wobei solche Einheiten oder Vorrichtungen Funktionen durchführen, die zu den durch die Elemente des Knotens **200** durchgeführten Funktionen äquivalent sind. Zum Beispiel kann der Knoten **200** als ein Computer mit einer WLAN-Karte implementiert sein.

**[0038]** Der Prozessor **201** kann einen oder mehrere Mikroprozessoren, Mikrocontroller, DSPs (digitale Signalprozessoren), Zustandsmaschinen, Logikschaltungen oder irgendeine andere Vorrichtung oder Vorrichtungen umfassen, die Informationen basierend auf Betriebs- oder Programmieranweisungen verarbeiten. Solche Betriebs- oder Programmieranweisungen werden vorzugsweise in dem Programmspeicher **209** gespeichert. Der Programmspeicher **209** kann ein IC-Speicherchip (IC = integrierte Schaltung), der eine beliebige Art von RAM (Schreib-/Lesespeicher) oder ROM (Nur-Lese-Speicher) umfasst, eine Diskette, eine CD-ROM (Compact-Disk ohne Schreibmöglichkeit), ein Festplattenlaufwerk, eine DVD (digitale Video-Disk), eine Flash-Speicherkarte oder irgend ein anderes Medium zum Speichern von digitalen Informationen sein. Dem Fachmann auf dem Gebiet ist klar, dass, wenn eine oder mehrere Funktionen des Prozessors **201** durch eine Zustandsmaschine oder eine Logikschaltung durchgeführt werden, der Speicher **209**, der die entsprechenden Betriebsanweisungen enthält, in der Zustandsmaschine oder Logikschaltung eingebettet sein kann. Die durch den Prozessor **201** und den Rest des Knotens **200** durchgeführten Operationen werden unten ausführlich beschrieben.

**[0039]** Die Senderschaltung **203** und die Empfängerschaltung **205** befähigen den Knoten **200**, Informationspakete an die anderen Knoten in dem Kommunikationsnetzwerk zu kommunizieren und Informationspakete von den anderen Knoten in dem Kommunikationsnetzwerk zu erlangen. Die Senderschaltung **203** und die Empfängerschaltung **205** umfassen diesbezüglich Schaltungen, um digitale oder analoge Übertragungen über einen drahtlosen Kommunikationskanal zu ermöglichen. Die Senderschaltung **203** und die Empfängerschaltung **205** sind konstruiert, um über eine zelluläre Luftschnittstelle

(zum Beispiel, globales System für mobile Kommunikationen (GSM), CDMA, Breitband-CDMA (WCDMA), universales mobiles Telekommunikationssystem (UMTS) und dergleichen), eine Adhoc-Netzwerkbetriebsluftschnittstelle (zum Beispiel Bluetooth, 802.21 WLAN, 802.16 WiMax, und dergleichen) und andere Funkluftschnittstellen, wie zum Beispiel solche, die in MEA-artigen Funkvorrichtungen von Motorola Inc. verwendet werden (MEA = Mesh Enabled Architecture), zu arbeiten.

**[0040]** Die Implementierungen der Senderschaltung **203** und der Empfängerschaltung **205** hängen von der Implementierung des Knotens **200** ab. Zum Beispiel kann die Senderschaltung **203** und die Empfängerschaltung **205** als ein geeignetes drahtloses Modem oder als herkömmliche übertragende oder empfangende Komponenten von drahtlosen Zweiwegkommunikationsvorrichtungen implementiert sein. In dem Falle, dass die Senderschaltung **203** und die Empfängerschaltung **205** als ein drahtloses Modem implementiert sind, kann das Modem in dem Knoten **200** anlagenintern oder in den Knoten **200** einfügbar sein (zum Beispiel verkörpert in einem drahtlosen Radiofrequenz(RF)-Modem, das auf einer PCMCIA-Karte implementiert ist (PCMCIA = Personal Computer Memory Card International Association)). Für eine drahtlose Kommunikationsvorrichtung werden die Senderschaltung **203** und die Empfängerschaltung **205** vorzugsweise gemäß bekannten Verfahren als Teil der drahtlosen Vorrichtungshardware- und -softwarearchitektur implementiert. Die meisten, wenn nicht alle, der Funktionen der Senderschaltung **203** und/oder der Empfängerschaltung **205**, sowie das erste Funkmodul **212**, das zweite Funkmodul **222**, das dritte Funkmodul **232** und das vierte Funkmodul **242** können in einem Prozessor implementiert sein, wie zum Beispiel dem Prozessor **201**. Allerdings sind der Prozessor **201**, die Senderschaltung **203**, die Empfängerschaltung **205**, das erste Funkmodul **212**, das zweite Funkmodul **222**, das dritte Funkmodul **232** und das vierte Funkmodul **242** hierin gekünstelt partitioniert worden, um ein besseres Verständnis zu ermöglichen.

**[0041]** Die Empfängerschaltung **205** ist in der Lage, RF-Signale von mindestens einer Frequenzbandbreite und optional mehr als einer Frequenzbandbreite zu empfangen, wenn sich die Kommunikationen mit der benachbarten Vorrichtung in einem anderen Frequenzband befinden als dem der Netzwerkkommunikationen. Die Empfängerschaltung **205** kann optional einen ersten Empfänger zum Empfangen von Signalen über eine erste Frequenzbandbreite, einen zweiten Empfänger zum Empfangen von Signalen über eine zweite Frequenzbandbreite, einen dritten Empfänger zum Empfangen von Signalen über eine dritte Frequenzbandbreite, einen vierten Empfänger zum Empfangen von Signalen über eine vierte Frequenzbandbreite und so weiter, oder einen Empfänger, der

in der Lage ist, Signale über mehrere verschiedene Frequenzbandbreiten zu empfangen, umfassen. Der Empfänger **205** kann, in Abhängigkeit von der Betriebsart, eingestellt werden, um zum Beispiel PLMRS (Public Land Mobile Radio System), AMPS (Advanced Mobile Phone Service), GSM, CDMA, UMTS, WCDMA, Bluetooth, oder WLAN (zum Beispiel IEEE 802.11) oder andere Arten von Kommunikationssignalen zu empfangen. Der Transceiver **202** umfasst mindestens einen Satz der Senderschaltung **203**. Der mindestens eine Sender **203** kann in der Lage sein, an mehrere Vorrichtungen über mehrere Frequenzbänder zu übertragen. Wie bei dem Empfänger **205**, können mehrere Sender **203** eingesetzt werden. In einer Implementierung kann ein Sender für die Übertragung an einen benachbarten Knoten verwendet werden, oder eine Direktverbindungseinrichtung zu WLAN's und andere Sender können für eine Übertragung zu einer oder mehreren zellularen Basisstationen verwendet werden.

**[0042]** Die Antenne **206** umfasst jede beliebige bekannte oder entwickelte Struktur zum Abstrahlen und Empfangen von elektromagnetischer Energie in dem Frequenzbereich, der die Drahtloskommunikationsfrequenzen umfasst.

**[0043]** Der Pufferspeicher **211** kann jede beliebige Art eines flüchtigen Speichers, wie zum Beispiel RAM, sein und wird zum vorübergehenden Speichern empfangener Informationspakete verwendet.

**[0044]** Wenn der Knoten **200** konstruiert ist, um Video-Informationen von einer Video-Quelle zu empfangen, umfasst der Knoten **200** vorzugsweise weiterhin einen Video-Decodierer, der in der Lage ist, den aktuellen MPEG-Standard oder einen anderen Video-Decodierstandard zu decodieren (MPEG = Moving Picture Experts Group). Wenn der Knoten **200** weiterhin in der Lage ist, Video-Informationen zu übertragen, umfasst der Knoten **200** weiterhin vorzugsweise einen Video-Codierer, der in der Lage ist, die Video-Daten in mindestens einen der vorangehenden Video-Standards zu codieren. Ein solcher Video-Codierer und -Decodierer wird vorzugsweise als Teil des Prozessors **201** implementiert.

**[0045]** Die Funkmodule **212**, **222**, **232**, **242** können jeweils über ein unterschiedliches Funkprotokoll in einer unterschiedlichen Frequenzbandbreite arbeiten. In dem beispielhaften Knoten **200** wird das erste Funkmodul **212** als ein GSM-Funkmodul, das zweite Funkmodul **222** als ein TDMA-Funkmodul, das dritte Funkmodul **232** als ein CDMA (oder Breitband-CDMA(WCDMA))-Funkmodul und das vierte Funkmodul **242** als ein WLAN-Funkmodul, wie zum Beispiel eines, das den IEEE 802.11-Standards genügt, gezeigt. Allerdings sollte klar sein, dass diese Funkmodule **212**, **222**, **232**, **242** andere Arten von Funkmodulen sein können, wie zum Beispiel

Ultrabreitband(UWB)-Funkmodule, IEEE 802.15.3-Funkmodule oder MEA-Funkmodule. Im Allgemeinen können die Funkmodule **212**, **222**, **232**, **242** eine Kommunikation in Übereinstimmung mit mindestens den folgenden Kommunikationsstandards unterstützen: (1) dem "TIA/EIA-95-B Mobilstation-Basisstation-Kompatibilitäts-Standard für ein bimodales Breitband-Spreizspektrum-Zellularsystem" (hierin als der IS-95-Standard bezeichnet), (2) dem "TIA/EIA-98-D Empfohlener minimaler Standard für eine biomodale Breitband-Spreizspektrum-Zellularmobilstation" (der IS-98-Standard), (3) dem durch ein Konsortium mit dem Namen "Partnerschaftsprojekt der dritten Generation" (3GPP) angebotenen Standard, der in einem Satz von Dokumenten verkörpert wird, der die Dokumente mit den folgenden Nummern umfasst: 3G TS 25.211, 3G TS 25.212, 3G TS 25.213 und 3G TS 25.214 (hierin als der W-CDMA-Standard bezeichnet), (4) dem durch ein Konsortium mit dem Namen "Partnerschaftsprojekt 2 der dritten Generation" (3GPP2) angebotenen Standard, der in einem Satz von Dokumenten verkörpert wird, der die Dokumente mit den folgenden Nummern umfasst: C.S0002-A, C.S0005-A, C.S0010-A, C.S0011-A, C.S0024 und C.S0026 (hierin als der cdma2000-Standard bezeichnet) und (5) anderen Standards. Diese Standards sind hierin durch Bezugnahme enthalten.

**[0046]** Von daher bezieht sich die folgende Beschreibung auf ein generisches "erstes Funkmodul", ein generisches "zweites Funkmodul" und ein generisches "drittes Funkmodul". Sofern nicht anders spezifiziert, können das erste bis dritte Funkmodul gemäß jedem beliebigen Funkkommunikationsstandard implementiert werden.

**[0047]** Obwohl die beispielhaften Knoten **200**, **300** in **Fig. 2** und **Fig. 3** jeweils vier Funkmodule **212/312**, **222/322**, **232/332**, **242/342** zeigen, ist klar, dass in anderen praktischen Implementierungen Knoten nur einige dieser Funkmodule, oder zusätzlichen Funkmodule, enthalten können, die nicht bekannt sind. Zum Beispiel kann ein Knoten andere Funkmodule, wie zum Beispiel Ultrabreitband(UWB)-Funkmodule, enthalten, die ein Spreizspektrum, OFDM oder andere Modulationsverfahren implementieren. Zusätzlich entscheidet in dem folgenden Beispiel der Prozessor **201**, nur die Funkmodule **212**, **222**, **232** zu verwenden, um zu übertragende Informationen zu modulieren, und verwendet nicht die Kapazität des vierten Funkmoduls **242**, um die zu übertragenden Informationen zu modulieren. Dennoch kann der Prozessor **201** in anderen Situationen zum Beispiel weniger Funkmodule verwenden (zum Beispiel die Funkmodule **212**, **222**), um zu übertragende Informationen zu modulieren, mehr Funkmodule verwenden (zum Beispiel die Funkmodule **212**, **222**, **232**, **242**) um zu übertragende Informationen zu modulieren, oder zusätz-

liche Funkmodule verwenden, die nicht in **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt werden.

**[0048]** Der Prozessor **201** des sendenden Knotens **200** kann einen zu übertragenden Datenstrom in mehrere Teilströme aufteilen oder aufspalten. Zum Beispiel kann der Prozessor **201** in dem Beispiel von **Fig. 2** den Datenstrom in einen ersten Datenteilstrom, der über eine erste Größe verfügt, einen zweiten Datenteilstrom, der über eine zweite Größe verfügt und einen dritten Datenteilstrom, der über eine dritte Größe verfügt, aufteilen. Der Prozessor **201** fügt einem jeden Paket eine eindeutige Paketidentifizierung (ID) oder Nummer hinzu, bevor er den Datenstrom aufspaltet, sodass die Paketströme bei einem Zielknoten kombiniert und effizient verarbeitet werden können.

**[0049]** In einer Ausführungsform können Daten zwischen den verschiedenen Funkmodulen **212**, **222**, **232** in einem Verhältnis ihrer Kommunikationskapazitäten aufgeteilt werden. Somit kann die Vorrichtung **200**, wenn die Vorrichtung **200** übertragen möchte, die kombinierten Bandbreiten von mehreren Bändern effektiv zusammen verwenden, um das Äquivalent einer größeren Bandbreitenkommunikationsverbindung für eine Datenübertragung zu erzeugen. Zum Beispiel kann der Prozessor **201** in einer Implementierung die erste Größe des ersten Datenteilstroms, die zweite Größe des zweiten Datenteilstroms und die dritte Größe des dritten Datenteilstroms basierend auf einem Verhältnis der ersten Bandbreite, der zweiten Bandbreite und der dritten Bandbreite bestimmen. Zum Beispiel ist, wenn die drei Funkmodule **212**, **222**, **232** die relativen Bandbreiten 1, 2 beziehungsweise 3 unterstützen, die gesamte Bandbreite 6, und die erste Größe wäre 1/6 des gesamten Datenstroms, die zweite Größe wäre 1/3 des gesamten Datenstroms und die dritte Größe wäre 1/2 des gesamten Datenstroms. Zum Beispiel überträgt, wenn der gesamte zu kommunizierende Datenstrom ein "6 Megabit pro Sekunde"-Strom ist, die erste Funkvorrichtung 1 Megabits pro Sekunde, die zweite Funkvorrichtung 2 Megabits pro Sekunde und die dritte Funkvorrichtung 3 Megabits pro Sekunde.

**[0050]** Im Gegensatz dazu kann, wenn nur zwei Funkmodule verwendet werden, um den Datenstrom zu übertragen, das Verhältnis der ersten Größe zu der zweiten Größe das selbe sein wie das Verhältnis der ersten Bandbreite und der zweiten Bandbreite. Mit anderen Worten, der Prozessor **201** kann den Datenstrom in den ersten Datenteilstrom, der über die erste Größe verfügt (1/3 des gesamten Datenstroms) und den zweiten Datenteilstrom, der über die zweite Größe verfügt (2/3 des gesamten Datenstroms) basierend auf dem Verhältnis der ersten Bandbreite (1) zu der gesamten Bandbreite (3) und der zweiten Bandbreite (2) zu der gesamten Bandbreite aufspalten.

**[0051]** In [Fig. 2](#) arbeitet das erste Funkmodul **212** bei einer ersten Datenrate (oder einer von einem ersten Satz von Datenraten) und ist in einem ersten Frequenzband (oder einem von einem Satz von ersten Frequenzbändern), das über eine erste Bandbreite verfügt, betreibbar. Das erste Funkmodul **212** kann den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Modulationsverfahrens modulieren, das geeignet ist, damit das erste Frequenzband den ersten modulierten Datenteilstrom erzeugt. In diesem Beispiel ist das erste Funkmodul **212** ein GSM-Funkmodul und kann den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines geeigneten GSM-Modulationsverfahrens für die zu übertragenden Daten modulieren, um einen GSM-modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Es ist klar, dass GSM-Technologien eine Vielfalt von verschiedenen Modulationsverfahren zur Verfügung stellen.

**[0052]** Das zweite Funkmodul **222** arbeitet bei einer zweiten Datenrate (oder einer von einem zweiten Satz von Datenraten) und ist in einem zweiten Frequenzband (oder einem von einem Satz von zweiten Frequenzbändern), das über eine zweite Bandbreite verfügt, betreibbar. Das zweite Funkmodul **222** kann den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Modulationsverfahrens modulieren, das geeignet ist, damit das zweite Frequenzband den ersten modulierten Datenteilstrom erzeugt. In diesem Beispiel ist das zweite Funkmodul **222** ein TDMA-Funkmodul und kann den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines geeigneten TDMA-Modulationsverfahrens für die zu übertragenden Daten modulieren, um einen TDMA-modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Es ist klar, dass TDMA-Technologien eine Vielfalt von verschiedenen Modulationsverfahren zur Verfügung stellen.

**[0053]** Das dritte Funkmodul **232** arbeitet bei einer dritten Datenrate (oder einer von einem dritten Satz von Datenraten) und ist in einem dritten Frequenzband (oder einem von einem Satz von dritten Frequenzbändern), das über eine dritte Bandbreite verfügt, betreibbar. Das dritte Funkmodul **232** kann den dritten Datenteilstrom unter Verwendung eines dritten Modulationsverfahrens modulieren, das geeignet ist, damit das dritte Frequenzband den ersten modulierten Datenteilstrom erzeugt. In diesem Beispiel ist das dritte Funkmodul **232** ein CDMA-Funkmodul und kann den dritten Datenteilstrom unter Verwendung eines geeigneten CDMA-Modulationsverfahrens für die zu übertragenden Daten modulieren, um einen CDMA-modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Es ist klar, dass CDMA-Technologien eine Vielfalt von verschiedenen Modulationsverfahren zur Verfügung stellen.

**[0054]** Im Gegensatz zu herkömmlichen multimodalen Vorrichtungen, sind das erste Funkmodul **212**, das zweite Funkmodul **222** und das dritte Funkmo-

dul **232** konfiguriert, um gleichzeitig zu arbeiten, um den ersten, zweiten beziehungsweise dritten Datenteilstrom zu modulieren und gleichzeitig dem Sender **203** den ersten, zweiten und dritten Datenteilstrom zur gleichzeitigen Übertragung zu einer bestimmten Zielvorrichtung zur Verfügung zu stellen.

**[0055]** Der Sender **203** kann die erste Bandbreite, die zweite Bandbreite und die dritte Bandbreite verwenden, um gleichzeitig den ersten modulierten Datenteilstrom in dem ersten Frequenzband, den zweiten modulierten Datenteilstrom in dem zweiten Frequenzband und den dritten modulierten Datenteilstrom in dem dritten Frequenzband zu übertragen. Der Sender **203** kann den Datenstrom bei einer kombinierten Datenrate übertragen, die im Wesentlichen gleich der Summe von der ersten Datenrate, der zweiten Datenrate und der dritten Datenrate ist. Zum Beispiel kann, wenn die erste Datenrate des GSM-Funkmoduls 64 Kilobits pro Sekunde (Kbps) ist, die zweite Datenrate des TDMA-Funkmoduls 30 Kbps ist und die dritte Datenrate des CDMA-Funkmoduls 150 Kbps ist, der Sender **203** den Datenstrom bei einer kombinierten Datenrate von 244 Kbps übertragen.

#### Beispielhafter Ziel- oder Empfangsknoten

**[0056]** [Fig. 3](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Zielknotens **300** zum Empfangen von Informationen von dem Quellenknoten **200** gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Es ist klar, dass jeder in [Fig. 1](#) gezeigte Knoten ein Zielknoten oder ein Quellenknoten sein kann, und weiterhin, dass der beispielhafte Quellenknoten **200** von [Fig. 2](#) und der beispielhafte Zielknoten **300** von [Fig. 3](#) in einer Zahl anderer Netzwerkkonfigurationen verwendet werden können, die sich von der in [Fig. 1](#) gezeigten besonderen Netzwerkkonfiguration unterscheiden.

**[0057]** Obwohl sich die in [Fig. 3](#) verwendeten Bezugszeichen von solchen unterscheiden, die in [Fig. 2](#) verwendet werden, umfasst der Zielknoten **300** im Wesentlichen ähnliche Komponenten wie der Quellenknoten **200**. Um der Kürze willen werden solche Komponenten hier nicht noch einmal beschrieben.

**[0058]** Wie oben erwähnt, hat der Prozessor **201** des Quellenknotens **200** in diesem besonderen Beispiel entschieden, nur die Funkmodule **212**, **222**, **232** zu verwenden, um zu dem Zielknoten **300** zu übertragende Informationen zu modulieren. Von daher wird in diesem Beispiel das vierte Funkmodul **342** in dem Zielknoten **300** nicht verwendet, um die von dem Quellenknoten **200** zu empfangenden Informationen zu demodulieren. Dennoch können in anderen Situationen weniger Funkmodule (zum Beispiel die Funkmodule **312**, **322**) oder mehr Funkmodule (zum Beispiel die Funkmodule **312**, **322**, **332**, **342**) verwendet werden, um Informationen von einem Quellenknoten zu empfangen und die Informationen zu de-

modulieren. Es ist klar, dass die oben unter Bezug auf den Zielknoten **300** beschriebene Funktionalität außerdem in dem Quellenknoten **200** implementiert werden kann (und umgekehrt), jedoch wird die Funktionalität bezüglich der getrennten Knoten **200**, **300** beschrieben, um die Funktionen klar darzustellen, die durch einen Quellenknoten und seinen entsprechenden Zielknoten durchgeführt werden würden.

**[0059]** Die Antenne **306** empfängt gleichzeitig Paketströme, die umfassen: den ersten modulierten Datenteilstrom, der von dem Quellenknoten **200** über das erste Frequenzband übertragen wird, den zweiten modulierten Datenteilstrom, der von dem Quellenknoten **200** über das zweite Frequenzband übertragen wird, und den dritten modulierten Datenteilstrom, der von dem Quellenknoten **200** über das dritte Frequenzband übertragen wird, und stellt dem Empfänger **305** den ersten modulierten Datenteilstrom, den zweiten modulierten Datenteilstrom und den dritten modulierten Datenteilstrom zur Verfügung. Der Empfänger **305** verbreitet den ersten modulierten Datenteilstrom zu dem ersten Funkmodul **312**, den zweiten modulierten Datenteilstrom zu dem zweiten Funkmodul **322** und den dritten modulierten Datenteilstrom zu dem dritten Funkmodul **332**.

**[0060]** Das erste Funkmodul **312** demoduliert den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Demodulationsverfahrens, das geeignet ist, damit das erste Band einen ersten demodulierten Datenteilstrom erzeugt. Dieses erste Demodulationsverfahren kann mit einem bestimmten Netzwerkzugriffsprotokoll (zum Beispiel 802.11, OFDM, CDMA, TDMA, FDMA) verknüpft sein und ist in diesem Beispiel ein GSM-Demodulationsverfahren.

**[0061]** Das zweite Funkmodul **322** demoduliert gleichzeitig den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Demodulationsverfahrens, das geeignet ist, damit das zweite Band einen zweiten demodulierten Datenteilstrom erzeugt. Dieses zweite Demodulationsverfahren kann außerdem mit einem bestimmten Netzwerkzugriffsprotokoll (zum Beispiel 802.11, OFDM, CDMA, TDMA, FDMA) verknüpft sein und ist in diesem Beispiel ein TDMA-Demodulationsverfahren.

**[0062]** Das dritte Funkmodul **332** demoduliert gleichzeitig den dritten Datenteilstrom unter Verwendung eines dritten Demodulationsverfahrens, das geeignet ist, damit das dritte Band einen dritten demodulierten Datenteilstrom erzeugt.

**[0063]** Dieses dritte Demodulationsverfahren kann mit einem bestimmten Netzwerkzugriffsprotokoll (zum Beispiel 802.11, OFDM, CDMA, TDMA, FDMA) verknüpft sein und ist in diesem Beispiel ein CDMA-Demodulationsverfahren.

**[0064]** Der Prozessor **301** empfängt dann den ersten, zweiten und dritten Datenteilstrom von dem ersten, zweiten, beziehungsweise dritten Funkmodul **312**, **322**, **332**. Jedes Paket verfügt über eine eindeutige Paket-ID oder Nummer, sodass die Paketströme bei dem Prozessor **301** kombiniert werden können. Der Prozessor **301** kombiniert den ersten, zweiten und dritten demodulierten Datenteilstrom durch Prüfen von Paketsequenznummern (oder Ankunftsreihenfolgennummern), Verwerfen irgendwelcher doppelter Pakete und Neuordnen der Pakete in den Datenstrom, der ursprünglich durch den Quellenknoten **200** gesendet wurde.

**[0065]** Ein Paketnummerieren ist, aufgrund einer variablen Verzögerung, zum Beispiel, in Situationen, in denen ein Handoff von einem Funkband zu einem anderen durchgeführt wird, nützlich, da in dieser Situation der selbe Paketstrom durch mehrere Funkvorrichtungen übertragen werden kann und die angetroffene Übertragungsverzögerung unter Verwendung verschiedener Pfade variieren kann. Zum Beispiel wird, wenn Informationen (zum Beispiel ein Paket) unter Verwendung des Funkmoduls **212** übertragen werden und das Funkmodul **212** nicht länger kommunizieren kann (zum Beispiel wegen Fading oder eines anderen Grundes), das Funkmodul **212** keine Bestätigungs(ACK)-Nachricht empfangen, die anzeigt, dass die Informationen erfolgreich an den Zielknoten **300** übertragen wurden. Obgleich der Quellenknoten **200** die ACK-Nachricht nicht empfängt, kann es sein, dass der Zielknoten **300** die Informationen tatsächlich empfangen hat. In dieser Situation können die Informationen unter Verwendung eines anderen Funkmoduls, wie zum Beispiel dem Funkmodul **222**, der die selben Informationen neu überträgt, neu übertragen werden. Als ein Ergebnis, empfängt der Zielknoten **300** das selbe Paket zweimal. Wenn das Funkmodul **222** über eine geringere Verzögerung verfügt als das Funkmodul **212**, dann kann der Zielknoten **300** wahrnehmen, dass die durch das Funkmodul **222** gesendeten späteren Pakete früher ankommen als durch das Funkmodul **212** gesendete Pakete. Diese Verfahren können übergangslose Handoffs von einem Band zu einem anderen Band gewährleisten und können außerdem einen "Diversitäts"-Betrieb erlauben, wobei die selben Daten unter Verwendung mehrerer Funkvorrichtungen, die in verschiedenen Frequenzbändern arbeiten, gesendet werden.

Beispiel 1

**[0066]** **Fig. 4** ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Quellenknotens **400** zum Übertragen von Informationen und **Fig. 5** ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Zielknotens **500** zum Empfangen der Informationen von dem Quellenknoten **400** gemäß einer beispielhaften Implementierung der Erfindung. Obwohl die in **Fig. 4** verwendeten Bezugszeichen von solchen verschieden sind, die in **Fig. 2** verwen-

det werden, umfasst der Quellenknoten **400**, wie in [Fig. 4](#) gezeigt, viele der selben Komponenten wie der Quellenknoten **200**. Darüber hinaus umfasst, obwohl die in [Fig. 5](#) verwendeten Bezugszeichen von solchen abweichen, die in [Fig. 3](#) verwendet werden, der Zielknoten **500** viele der selben Komponenten wie der Zielknoten **300**. Um der Kürze willen werden solche Komponenten hier nicht noch einmal beschrieben. Wie oben, ist klar, dass der Quellenknoten **400** und der Zielknoten **500** andere zusätzliche Funkmodule umfassen können, die nicht gezeigt werden.

**[0067]** In dieser Implementierung werden zwei Schmalbandfunkmodule **412**, **422** zur Verfügung gestellt. Die Schmalbandfunkmodule **412**, **422** können zusätzlich zu den in [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigten Funkmodule verwendet werden. Die Schmalbandfunkmodule **412**, **422** können unter Verwendung zum Beispiel eines iDEN-Funkmoduls (iDEN = Integrated Dispatch Enhanced Network), eines GSM-Funkmoduls oder eines PCS-Funkmoduls (PCS = Personal Communication Services) implementiert werden.

**[0068]** Obwohl die beispielhaften Knoten **400**, **500** in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) jeweils zwei Schmalbandfunkmodule **412/512**, **422/522** zeigen, ist klar, dass in anderen praktischen Implementierungen Knoten nur einige dieser Funkmodule oder zusätzliche Funkmodule enthalten können, die nicht gezeigt werden. Zum Beispiel kann ein Knoten andere Funkmodule, wie zum Beispiel ein IS95(CDMA)-Funkmodul, ein Breitband-CDMA(WCDMA)-Funkmodul, ein cdma2000-Funkmodul, ein iDEN-Funkmodul oder andere Funkmodule enthalten. Zusätzlich entscheidet der Prozessor **401** in dem folgenden Beispiel, nur die Funkmodule **412**, **422** zu verwenden, um zu übertragende Informationen zu modulieren; in anderen Situationen jedoch kann der Prozessor **401** zum Beispiel zusätzliche Funkmodule (in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) nicht gezeigt) verwenden, um zu übertragende Informationen zu modulieren.

**[0069]** Schmalbänder eines Spektrums, das mit jedem der Schmalbandfunkmodule **412**, **422** verknüpft ist, können durch ein Aufteilen eines zu übertragenden Paketstroms in mehrere Datenteilströme, die in diesen Schmalbändern übertragen werden, wirkungsvoll zusammen kombiniert werden.

**[0070]** Der Prozessor **401** des sendenden Knotens **400** kann einen zu übertragenden Datenstrom in mehrere Teilströme aufteilen oder aufspalten. Zum Beispiel kann der Prozessor **401** in dem Beispiel von [Fig. 4](#) den Datenstrom in einen ersten Datenteilstrom, der über eine erste Größe verfügt, und einen zweiten Datenteilstrom, der über eine zweite Größe verfügt, aufteilen. Somit können die Datenteilströme von jedem der Schmalbandfunkmodule **412**, **422** unter Verwendung verschiedener Bänder, die mit jedem der Schmalbandfunkmodule **412**, **422** verknüpft sind,

übertragen werden. Zum Beispiel können, in einer Implementierung, zwei 5 Megahertz(MHz)lizenzierte Bänder in das Äquivalent eines einzelnen 10 MHz-Bandes kombiniert werden.

**[0071]** Der Prozessor **401** fügt jedem Paket eine eindeutige Paket-ID oder Nummer hinzu, bevor er die Datenströme aufspaltet, sodass die Paketströme bei einem Zielknoten kombiniert und effizient verarbeitet werden können.

**[0072]** In einer Ausführungsform können Daten zwischen den verschiedenen Funkmodulen **412**, **422** in einem Verhältnis ihrer Kommunikationskapazitäten, wie oben unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) beschrieben, aufgeteilt werden. Somit kann die Vorrichtung **400**, wenn die Vorrichtung **400** übertragen will, die kombinierten Bandbreiten von mehreren Bändern wirkungsvoll zusammen verwenden, um das Äquivalent einer größeren Bandbreitenkommunikationsverbindung zur Datenübertragung zu erzeugen.

**[0073]** In [Fig. 4](#) arbeitet das erste Schmalbandfunkmodul **412** bei einer ersten Datenrate (oder einer von einem ersten Satz von Datenraten) und ist in einem ersten Frequenzband (oder einem von einem Satz von ersten Frequenzbändern), das über eine erste Bandbreite verfügt, betreibbar. Das erste Schmalbandfunkmodul **412** kann den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Modulationsverfahrens, das für das erste Frequenzband geeignet ist, modulieren, um den ersten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. In diesem Beispiel ist das erste Schmalbandfunkmodul **412** ein iDEN-Funkmodul und kann den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines geeigneten Modulationsverfahrens (zum Beispiel, Quadratur-Amplitudenmodulation) für zu übertragende Daten modulieren, um einen ersten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Es ist klar, dass iDEN-Funkmodul-Technologien eine Vielfalt verschiedener Modulationsverfahren zur Verfügung stellen.

**[0074]** Das zweite Schmalbandfunkmodul **422** arbeitet bei einer zweiten Datenrate (oder einer von einem zweiten Satz von Datenraten) und ist in einem zweiten Frequenzband (oder einem von einem Satz von zweiten Frequenzbändern), das über eine zweite Bandbreite verfügt, betreibbar. Das zweite Schmalbandfunkmodul **422** kann den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Modulationsverfahrens, das für das zweite Frequenzband geeignet ist, modulieren, um den zweiten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. In diesem Beispiel ist das zweite Schmalbandfunkmodul **422** ein GSM-Funkmodul und kann den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines geeigneten Modulationsverfahrens (zum Beispiel, GSM oder 8-PSK) für zu übertragende Daten modulieren, um einen zweiten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Es ist klar, dass GSM-Tech-

nologien eine Vielfalt verschiedener Modulationsverfahren zur Verfügung stellen.

**[0075]** Im Gegensatz zu herkömmlichen multimodalen Vorrichtungen sind das erste Schmalbandfunkmodul **412** und das zweite Schmalbandfunkmodul **422** konfiguriert, um gleichzeitig zu erarbeiten, um den ersten beziehungsweise den zweiten Datenteilstrom gleichzeitig zu modulieren und dem Sender **403** den ersten und zweiten Datenteilstrom zur gleichzeitigen Übertragung zu einer bestimmten Zielvorrichtung gleichzeitig zur Verfügung zu stellen.

**[0076]** Der Sender **403** kann die erste Bandbreite und die zweite Bandbreite verwenden, um den ersten modulierten Datenteilstrom in dem ersten Frequenzband und den zweiten modulierten Datenteilstrom in dem zweiten Frequenzband gleichzeitig zu übertragen. Der Sender **403** kann den Datenstrom bei kombinierten Datenraten übertragen, die im Wesentlichen gleich der Summe von der ersten Datenrate und der zweiten Datenrate ist. Zum Beispiel kann, wenn die erste Datenrate des iDEN-Funkmoduls 96 Kbps ist und die zweite Datenrate des GSM-Funkmoduls 170 Kbps ist, der Sender **403** den Datenstrom bei einer kombinierten Datenrate von 266 Kbps übertragen.

**[0077]** Die Antenne **506** des Zielknotens **500** empfängt gleichzeitig Paketströme, die umfassen: den ersten modulierten Datenteilstrom, der von dem Quellenknoten **400** über das erste Frequenzband übertragen wird, und den zweiten modulierten Datenteilstrom, der von den Quellenknoten **400** über das zweite Frequenzband übertragen wird, und stellt dem Empfänger **505** den ersten modulierten Datenteilstrom und den zweiten modulierten Datenteilstrom zur Verfügung. Der Empfänger **505** verteilt den ersten modulierten Datenteilstrom zu dem ersten Schmalbandfunkmodul **512** und den zweiten modulierten Datenteilstrom zu dem zweiten Schmalbandfunkmodul **522**.

**[0078]** Das erste Schmalbandfunkmodul **512** demoduliert den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Demodulationsverfahrens, das geeignet ist, damit das erste Band einen ersten demodulierten Datenteilstrom erzeugt. Das erste Demodulationsverfahren kann ein iDEN-Demodulationsverfahren sein.

**[0079]** Das zweite Schmalbandfunkmodul **522** demoduliert gleichzeitig den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Demodulationsverfahrens, das geeignet ist, damit das zweite Band einen zweiten demodulierten Datenteilstrom erzeugt. Das zweite Demodulationsverfahren kann außerdem mit einem bestimmten Netzwerkzugriffsprotokoll (zum Beispiel 802.11, OFDM, CDMA, TDMA, FDMA) verknüpft sein und ist in diesem Beispiel ein GSM-De-

modulationsverfahren, wie zum Beispiel ein GSMK-Demodulationsverfahren.

**[0080]** Der Prozessor **501** des Zielknotens **500** empfängt dann den ersten und zweiten demodulierten Datenteilstrom von dem ersten beziehungsweise dem zweiten Schmalbandfunkmodul **512**, **522**. Jedes Paket verfügt über eine eindeutige ID oder Nummer, so dass die Paketströme bei dem Prozessor **501** kombiniert werden können. Der Prozessor **501** kombiniert den ersten und den zweiten demodulierten Datenteilstrom durch ein Prüfen von Paketsequenznummern (oder Ankunftsreihenfolgennummern), ein Verwerfen jeglicher doppelter Pakete und ein Neuordnen der Pakete in den Datenstrom, der ursprünglich durch den Quellenknoten **400** gesendet wurde.

**[0081]** In einer Implementierung können die verschiedenen Bänder voneinander getrennt angeordnet sein, so dass es zwischen den Bändern eine Frequenzlücke gibt. In einigen Fällen kann diese Frequenzlücke größer sein als die Breite eines jeden Bandes. In einer Implementierung kann ein erstes Frequenzband (das über eine erste Bandbreite verfügt), das mit dem Schmalbandfunkmodul **412** verknüpft ist, von dem zweiten Frequenzband (das über eine zweite Bandbreite verfügt), das mit dem Schmalbandfunkmodul **422** verknüpft ist, getrennt angeordnet sein, so dass es eine Frequenzlücke zwischen dem ersten Frequenzband und dem zweiten Frequenzband gibt. Diese Frequenzlücke ist größer als die erste Bandbreite und/oder die zweite Bandbreite. In einigen Fällen können die verschiedenen Frequenzbänder über ungefähr gleiche Bandbreiten verfügen. Zum Beispiel kann, in einer Implementierung, eine Zahl von 5 MHz-Bändern verwendet werden, die durch mehr als 5 MHz getrennt sind. Dies stellt dem Quellenknoten wirkungsvoll eine 10 MHz-Übertragungsbandbreite zur Verfügung.

**[0082]** In anderen Implementierungen, die zusätzliche Schmalbandfunkmodule (nicht gezeigt) umfassen, kann das erste Frequenzband von dem zweiten Frequenzband und von einem dritten Frequenzband (das über eine dritte Bandbreite verfügt) getrennt angeordnet sein, so dass es eine erste Frequenzlücke zwischen dem ersten Frequenzband und dem zweiten Frequenzband und eine zweite Frequenzlücke zwischen dem zweiten Frequenzband und dem dritten Frequenzband gibt. In einer Ausführungsform sind die erste und die zweite Frequenzlücke größer als die erste Bandbreite und/oder die zweite Bandbreite und/oder die dritte Bandbreite.

#### Beispiel 2

**[0083]** In einer anderen Ausführungsform kann der Quellenknoten ein lizenziertes Band mit einem unlizenzierten Band kombinieren, um die Kapazitäten verschiedener Binder gemeinsam zu verwenden. In

einer Ausführungsform erlaubt dieses Verfahren die Verwendung eines Spektrums, das zum Beispiel um mehrere schmalere Bänder verstreut angeordnet ist (zum Beispiel ein MMDS-Band zusammen mit einem ISM-Band (MMDS = Multichannel Multipoint Distribution Service; ISM = Industrial Scientific and Medical)).

[0084] Fig. 6 ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Quellenknotens 600 zum Übertragen von Informationen und Fig. 7 ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Zielknotens 700 zum Empfangen der Informationen von dem Quellenknoten 600 gemäß einer beispielhaften Implementierung der Erfindung. Obwohl die in Fig. 6 verwendeten Bezugszeichen von solchen abweichen, die in Fig. 2 und Fig. 4 verwendet werden, wie in Fig. 6 gezeigt, umfasst der Quellenknoten 600 viele der selben Komponenten wie die Quellenknoten 200, 400. Darüber hinaus umfasst der Zielknoten 700, obwohl die in Fig. 7 verwendeten Bezugszeichen von solchen abweichen, die in Fig. 3 und Fig. 5 verwendet werden, wie in Fig. 7 gezeigt, viele von den selben Komponenten wie die Zielknoten 300 und 500. Um der Kürze willen werden solche Komponenten hier nicht wieder beschrieben. Wie oben, ist klar, dass der Quellenknoten 600 und der Zielknoten 700 andere zusätzliche Funkmodule umfassen können, die nicht gezeigt werden.

[0085] In dieser Implementierung umfasst die Vorrichtung 600 ein erstes Funkmodul 612, das in einem lizenzierten Frequenzband betreibbar ist, und ein zweites Funkmodul 622, das in einem nicht lizenzierten Frequenzband betreibbar ist. Es ist klar, dass in dem Knoten 600 mehr als eines der ersten Funkmodule 612 und mehr als eines der zweiten Funkmodule 622 verwendet werden können. Die Module 612, 622 können außerdem zusätzlich zu den in Fig. 2–Fig. 5 gezeigten Funkmodulen verwendet werden.

[0086] Das erste Funkmodul 612 kann über ein iDEN-Funkmodul, ein GSM-Funkmodul, ein IS-95 (CDMA)-Funkmodul oder andere äquivalente Funkmodule implementiert werden. In dieser beispielhaften Implementierung umfasst das erste Frequenzband ein Band eines lizenzierten zellularen Spektrums, das für eine garantierte Bandbreitenzuordnung verwendet werden kann.

[0087] Das zweite Funkmodul 622 kann über ein IEEE 802.11-Funkmodul, ein WiMax-Funkmodul, ein IEEE 802.15-Funkmodul oder andere äquivalente Funkmodule implementiert werden. Das zweite Frequenzband umfasst ein Band eines nicht lizenzierten Spektrums (zum Beispiel ein ISM-Band in einem Multi-Hopping-Netzwerk).

[0088] In Situationen eines Datenüberschusses (zum Beispiel, wenn der Quellenknoten 600 versucht, mehr Informationen zu übertragen, als unter Verwen-

dung des lizenzierten Bandes eines Spektrums übertragen werden können), kann das Band eines nicht lizenzierten Spektrums zum Übertragen von Bursts von Daten verwendet werden. Zum Beispiel kann der Knoten 600 das 802.11-Funkmodul 622 verwenden, um die Bandbreite durch Senden eines Teils des Sendestroms in einem ISM-Band erhöhen. In einigen Implementierungen kann der Prozessor 601 mindestens einige der Überschussdaten automatisch so planen, dass sie über das nicht lizenzierte Frequenzband übertragen werden.

### Beispiel 3

[0089] Fig. 8 ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Quellenknotens 800 zum Übertragen von Informationen und Fig. 9 ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Zielknotens 900 zum Empfangen der Informationen von dem Quellenknoten 800 gemäß einer beispielhaften Implementierung der Erfindung. Obwohl die in Fig. 8 verwendeten Bezugszeichen von solchen abweichen, die in Fig. 2, Fig. 4 und Fig. 6 verwendet werden, wie in Fig. 8 gezeigt, umfasst der Quellenknoten 800 viele der selben Komponenten wie die Quellenknoten 200, 400, 600. Darüber hinaus umfasst der Zielknoten 900, obwohl die in Fig. 9 verwendeten Bezugszeichen von solchen abweichen, die in Fig. 3, Fig. 5 und Fig. 7 verwendet werden, wie in Fig. 9 gezeigt, viele von den selben Komponenten wie die Zielknoten 300, 500 und 700. Um der Kürze willen werden solche Komponenten hier nicht wieder beschrieben. Wie oben, ist klar, dass der Quellenknoten 800 und der Zielknoten 900 andere zusätzliche Funkmodule umfassen können, die nicht gezeigt werden. Somit ist klar, dass, obwohl die beispielhaften Knoten 800, 900 in Fig. 8 und Fig. 9 jeweils zwei Funkmodule 812/912, 822/922 zeigen, in anderen praktischen Implementierungen Knoten zusätzliche Funkmodule umfassen können, die nicht gezeigt werden. Zum Beispiel kann ein Knoten andere Funkmodule, wie zum Beispiel iDEN-, WiMax oder IEEE 802.16 RMs umfassen. Zusätzlich werden in dem folgenden Beispiel nur die Funkmodule 812, 822 verwendet, um zu übertragende Informationen zu modulieren; allerdings kann der Prozessor 801 in anderen Situationen zum Beispiel zusätzliche Funkmodule verwenden (in Fig. 8 und Fig. 9 nicht gezeigt), um zu übertragende Informationen zu modulieren.

[0090] In dieser Implementierung werden ein Funkmodul mit niedriger Leistung 812 und ein Funkmodul mit hoher Leistung 822 zur Verfügung gestellt. Das Funkmodul mit niedriger Leistung 812 und das Funkmodul mit hoher Leistung 822 können zusätzlich zu den in Fig. 2–Fig. 7 gezeigten Funkmodulen verwendet werden.

[0091] Das Funkmodul mit niedriger Leistung 812 kann über ein iDEN-Funkmodul, ein GSM-Funkmo-

dul, ein CDMA- oder WCDMA-Funkmodul oder andere äquivalente Funkmodule implementiert werden. Das Funkmodul mit niedriger Leistung **812** ist in einem ersten Band, das über eine erste Bandbreite verfügt, betreibbar. Das Funkmodul mit niedriger Leistung **812** kann während eines Leistungseinsparungsbetriebs aktiv sein, sodass eine Kommunikation mit dem Zielknoten **900** unter Verwendung des Funkmoduls mit niedriger Leistung **812** und mit niedriger Kapazität beginnen kann.

**[0092]** Das Funkmodul mit hoher Leistung **822** kann über ein WiMax-Funkmodul, ein IEEE 802.16-Funkmodul oder andere äquivalente Funkmodule implementiert werden. Das Funkmodul mit hoher Leistung **822** ist in dem zweiten Frequenzband, das über die zweite Bandbreite verfügt, betreibbar. Das Funkmodul mit hoher Leistung **822** ist eine Funkvorrichtung höherer Kapazität, die wegen einer höheren Anwenderdatenrate zusammen mit einem großem Verbindungsbudget mehr Leistung verwendet als das Funkmodul mit niedriger Leistung. Das Funkmodul mit hoher Leistung **822** ist konfiguriert, um sich auszuschalten, wenn seine Kommunikationskapazität für eine gegebene Zeitperiode nicht erforderlich ist.

**[0093]** Der Datenstrom kann anfänglich von dem Knoten **800** unter Verwendung nur des Funkmoduls mit niedriger Leistung **812** und seiner Verbindung mit niedriger Kapazität übertragen werden. Wenn eine zusätzliche Kommunikationskapazität benötigt wird, kann das Funkmodul mit niedriger Leistung und niedriger Kapazität **812** ein Aufwecksignal zu dem Funkmodul mit hoher Leistung **822** senden. Nach einer Aufweckzeit kann dann das Funkmodul mit hoher Leistung und hoher Kapazität **822** verwendet werden, um den Datenstrom zu übertragen.

**[0094]** Alternativ kann die Übertragung des Datenstroms unter dem Funkmodul mit niedriger Leistung **812** und dem Funkmodul mit hoher Leistung **822** aufgespalten werden. Der Prozessor **801** des sendenden Knotens **800** kann einen zu übertragenden Datenstrom in mehrere Teilströme aufteilen oder aufspalten. Zum Beispiel kann der Prozessor **801** in dem Beispiel von [Fig. 8](#) den Datenstrom in einen ersten Datenteilstrom, der über eine erste Größe verfügt, und einen zweiten Datenteilstrom, der über eine zweite Größe verfügt, aufteilen. Der Prozessor **801** fügt jedem Paket eine eindeutige Paket-ID oder Nummer hinzu, bevor er die Datenströme aufspaltet, so dass die Datenströme kombiniert und bei einem Zielknoten effizient verarbeitet werden können.

**[0095]** In einer Ausführungsform können Daten zwischen verschiedenen Funkmodulen **812**, **822** in einem Verhältnis ihrer Kommunikationskapazitäten aufgeteilt werden. Somit kann die Vorrichtung **800**, wenn die Vorrichtung **800** übertragen möchte, die kombinierten Bandbreiten von mehreren Bändern

effektiv zusammen verwenden, um das Äquivalent einer größeren Bandbreitenkommunikationsverbindung für eine Datenübertragung zu erzeugen. Zum Beispiel kann der Prozessor **801** in einer Implementierung die erste Größe des ersten Datenteilstroms und die zweite Größe des zweiten Datenteilstroms und die dritte Größe des dritten Datenteilstroms basierend auf einem Verhältnis der ersten Bandbreite und der zweiten Bandbreite bestimmen. Zum Beispiel ist, wenn die Funkmodule **812**, **822** die relativen Bandbreiten 1, 10 unterstützen, die gesamte Bandbreite 11, und die erste Größe wäre 1/11 des gesamten Datenstroms und die zweite Größe wäre 10/11 des gesamten Datenstroms. Mit anderen Worten, das Verhältnis der ersten Größe zu der zweiten Größe kann das selbe sein wie das Verhältnis der ersten Bandbreite und der zweiten Bandbreite und der Prozessor **801** kann den Datenstrom in den ersten Datenteilstrom, der über die erste Größe verfügt (1/11 des gesamten Datenstroms) und den zweiten Datenteilstrom, der über die zweite Größe verfügt (10/11 des gesamten Datenstroms) basierend auf dem Verhältnis der ersten Bandbreite (1) zu der gesamten Bandbreite (11) und der zweiten Bandbreite (10) zu der gesamten Bandbreite (11) aufspalten.

**[0096]** In [Fig. 8](#) arbeitet das Funkmodul mit niedriger Leistung und niedriger Kapazität **812** bei einer ersten Datenrate (oder einer von einem ersten Satz von Datenraten) und ist in einem ersten Frequenzband (oder einem von einem Satz von ersten Frequenzbändern), das über eine erste Bandbreite verfügt, betreibbar. Das Funkmodul mit niedriger Leistung und niedriger Kapazität **812** kann den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Modulationsverfahrens modulieren, das für das erste Frequenzband geeignet ist, um den ersten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. In diesem Beispiel ist das Funkmodul mit niedriger Leistung und niedriger Kapazität **812** ein GSM-Funkmodul und kann den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines geeigneten Modulationsverfahrens (zum Beispiel GMSK oder 8-PSK) für die zu übertragenden Daten modulieren, um einen ersten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Es ist klar, dass GSM-Technologien eine Vielfalt von verschiedenen Modulationsverfahren zur Verfügung stellen.

**[0097]** Der Funkmodul mit hoher Leistung und hoher Kapazität **822** arbeitet bei einer zweiten Datenrate (oder einer von einem zweiten Satz von Datenraten) und ist in einem zweiten Frequenzband (oder einem von einem Satz von zweiten Frequenzbändern), das über eine zweite Bandbreite verfügt. Das Funkmodul mit hoher Leistung und hoher Kapazität **822** kann den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Modulationsverfahrens modulieren, das für das zweite Frequenzband geeignet ist, um den zweiten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. In diesem Beispiel ist das Funkmodul mit hoher

Leistung und hoher Kapazität **822** ein IEEE 802.16-Funkmodul und kann den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines geeigneten Modulationsverfahrens (zum Beispiel OFDM) für die zu übertragenden Daten modulieren, um einen zweiten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Es ist klar, dass der IEEE 802.16-Standard eine Vielfalt von verschiedenen Modulationsverfahren zur Verfügung stellen.

**[0098]** Im Gegensatz zu herkömmlichen multimodalen Vorrichtungen können das Funkmodul mit niedriger Leistung und niedriger Kapazität **812** und das Funkmodul mit hoher Leistung und hoher Kapazität **822** konfiguriert sein, um gleichzeitig zu arbeiten, um den ersten beziehungsweise den zweiten Datenteilstrom zu modulieren und den ersten und den zweiten Datenteilstrom dem Sender **803** zur gleichzeitigen Übertragung zu einer bestimmten Zielvorrichtung gleichzeitig zur Verfügung zu stellen.

**[0099]** Der Sender **803** kann die erste Bandbreite und die zweite Bandbreite verwenden, um den ersten modulierten Datenteilstrom in dem ersten Frequenzband und den zweiten modulierten Datenteilstrom in dem zweiten Frequenzband gleichzeitig zu übertragen. Der Sender **803** kann den Datenstrom bei einer kombinierten Datenrate übertragen, die im Wesentlichen gleich der Summe der ersten Datenrate und der dritten Datenrate ist. Wenn zum Beispiel die erste Datenrate des Funkmoduls mit niedriger Leistung und niedriger Kapazität 170 Kbps ist und die zweite Datenrate des Funkmoduls mit hoher Leistung und hoher Kapazität 25 Mbps ist, dann kann der Sender **803** den Datenstrom bei einer kombinierten Datenrate von 25.175 Mbps übertragen.

**[0100]** Die Antenne **906** empfängt gleichzeitig Paketströme, die umfassen: den ersten modulierten Datenteilstrom, der von dem Quellenknoten **800** über das erste Frequenzband übertragen wird, und den zweiten modulierten Datenteilstrom, der von dem Quellenknoten **800** über das zweite Frequenzband übertragen wird, und stellt dem Empfänger **905** den ersten und den zweiten modulierten Datenteilstrom zur Verfügung. Der Empfänger **905** verteilt den ersten modulierten Datenteilstrom zu dem Funkmodul mit niedriger Leistung und niedriger Kapazität **912** und den zweiten modulierten Datenteilstrom zu dem Funkmodul mit hoher Leistung und hoher Kapazität **922**.

**[0101]** Das Funkmodul mit niedriger Leistung und niedriger Kapazität **912** demoduliert den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Demodulationsverfahrens, das für das erste Band geeignet ist, um einen ersten demodulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Das erste Demodulationsverfahren kann mit einem bestimmten Netzwerkzugriffsprotokoll (zum Beispiel GSM) verknüpft sein und ist in diesem Beispiel ein GMSK-Demodulationsverfahren.

**[0102]** Das Funkmodul mit hoher Leistung und hoher Kapazität **922** demoduliert gleichzeitig den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Demodulationsverfahrens, das für das zweite Band geeignet ist, um einen zweiten demodulierten Datenteilstrom zu erzeugen. Das zweite Demodulationsverfahren kann außerdem mit einem bestimmten Netzwerkzugriffsprotokoll (zum Beispiel IEEE 802.16) verknüpft sein und ist in diesem Beispiel ein OFDM-Demodulationsverfahren.

**[0103]** Der Prozessor **901** empfängt dann den ersten und den zweiten demodulierten Datenteilstrom von dem ersten beziehungsweise dem zweiten Funkmodul **912**, **922**. Jedes Paket verfügt über eine eindeutige Paket-ID oder Nummer, sodass die Paketströme bei dem Prozessor **901** kombiniert werden können. Der Prozessor **901** kombiniert den ersten und den zweiten demodulierten Datenteilstrom durch ein Prüfen von Paketsequenznummern (oder Ankunftsreihenfolgennummern), ein Verwerfen jeglicher doppelter Pakete und ein Neuordnen der Pakete in den Datenstrom, der ursprünglich durch den Quellenknoten **800** gesendet wurde.

**[0104]** Dieses Verfahren kann einen Leistungsverbrauch verringern (zum Beispiel, kann es Batterieresourcen einsparen) und außerdem die Verzögerung verringern, die mit einem periodischen Hochfahren eines Funkmoduls mit hoher Kapazität **822** verknüpft ist.

**[0105]** Somit spaltet, gemäß diesem Verfahren, eine Quellenvorrichtung einen Packungsstrom in mehrere Paketströme, moduliert die Paketströme unter Verwendung geeigneter Modulationsverfahren, die mit mehreren Funkvorrichtungen verknüpft sind, und überträgt die Paketströme über mehrere Bänder zu einer Zielvorrichtung. Die Zielvorrichtung empfängt diese Paketströme über die mehreren Bänder, demoduliert die Paketströme unter Verwendung geeigneter Demodulationsverfahren, die mit mehreren Funkvorrichtungen verknüpft sind, und kombiniert die demodulierten Paketströme, um den einzelnen ursprünglichen Paketstrom, die durch die Quellenvorrichtung gesendet wird, zu erzeugen. Diese Verfahren können verwendet werden, um ein Mehrfachband-Multi-Hopping-System zu implementieren, in dem Knoten gleichzeitig die Kapazität von mehreren Bandbreiten vereinen können, um eine Kommunikationsverbindung mit einer größeren Bandbreite zu erzeugen.

**[0106]** In der vorangehenden Spezifizierung sind spezifische Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben worden. Dem Fachmann auf dem Gebiet ist jedoch klar, dass verschiedene Modifizierungen und Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Umfang der vorliegenden Erfindung, wie in den Ansprüchen unten darge-

legt, abzuweichen. Zum Beispiel können die Quellenknoten und die Zielknoten als feste Zugriffspunkte (APs) oder Basisstationen (BTSs) implementiert werden, während die oben beschriebenen Quellenknoten und Zielknoten als mobile Einheiten gezeigt werden.

### Patentansprüche

#### 1. Vorrichtung, die umfasst:

einen Prozessor, der konfiguriert ist, um einen Datenstrom in einen ersten Datenteilstrom und einen zweiten Datenteilstrom aufzuteilen;

ein erstes Funkmodul, das über eine erste Datenrate verfügt, wobei das erste Funkmodul in einem ersten Frequenzband betreibbar ist, das über eine erste Bandbreite verfügt, und konfiguriert ist, um den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Modulationsverfahrens zu modulieren, um einen ersten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen; und

ein zweites Funkmodul, das über eine zweite Datenrate verfügt, wobei das zweite Funkmodul in einem zweiten Frequenzband betreibbar ist, das über eine zweite Bandbreite verfügt, und konfiguriert ist, um den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Modulationsverfahrens zu modulieren, um einen zweiten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen;

wobei der erste Datenteilstrom über eine erste Größe verfügt und der zweite Datenteilstrom über eine zweite Größe verfügt, wobei ein Verhältnis der ersten Größe zu der zweiten Größe auf einem Verhältnis der ersten Bandbreite und der zweiten Bandbreite basiert;

wobei der Prozessor konfiguriert ist, um den Datenstrom in den ersten Datenteilstrom, der über die erste Größe verfügt, und den zweiten Datenteilstrom, der über die zweite Größe verfügt, basierend auf dem Verhältnis der ersten Bandbreite und der zweiten Bandbreite aufzuspalten.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei das erste Funkmodul und das zweite Funkmodul konfiguriert sind, um gleichzeitig zu arbeiten, um den ersten Datenteilstrom beziehungsweise den zweiten Datenteilstrom zu modulieren.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei der Prozessor konfiguriert ist, um den Datenstrom in den ersten Datenteilstrom, der über die erste Größe verfügt, den zweiten Datenteilstrom, der über die zweite Größe verfügt, und einen dritten Datenteilstrom, der über eine dritte Größe verfügt, aufzuteilen, und weiterhin umfasst:

ein drittes Funkmodul, das über eine dritte Datenrate verfügt, wobei das dritte Funkmodul in einem dritten Frequenzband betreibbar ist, das über eine dritte Bandbreite verfügt, und konfiguriert ist, um den dritten Datenteilstrom unter Verwendung eines dritten Mo-

dulationsverfahrens zu modulieren, um einen dritten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen; und wobei der Prozessor konfiguriert ist, um den Datenstrom in den ersten Datenteilstrom, der über die erste Größe verfügt, den zweiten Datenteilstrom, der über die zweite Größe verfügt, und den dritten Datenteilstrom, der über die dritte Größe verfügt, basierend auf einem Verhältnis der ersten Bandbreite, der zweiten Bandbreite und der dritten Bandbreite aufzuspalten.

4. Vorrichtung gemäß Anspruch 3, die weiterhin umfasst:

einen Sender, der konfiguriert ist, um die erste Bandbreite, die zweite Bandbreite und die dritte Bandbreite zu verwenden, um gleichzeitig den ersten modulierten Datenteilstrom in dem ersten Frequenzband zu übertragen, den zweiten modulierten Datenteilstrom in dem zweiten Frequenzband zu übertragen und den dritten modulierten Datenteilstrom in dem dritten Frequenzband zu übertragen, wobei der Sender konfiguriert ist, um den Datenstrom bei einer vierten Datenrate zu übertragen, die im Wesentlichen gleich der Summe der ersten Datenrate, der zweiten Datenrate und der dritten Datenrate ist.

5. Vorrichtung, die umfasst:

einen Empfänger, der konfiguriert ist, um mindestens einen ersten Datenteilstrom über ein erstes Frequenzband und einen zweiten Datenteilstrom über ein zweites Frequenzband zu empfangen;

ein erstes Funkmodul, das konfiguriert ist, um den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Demodulationsverfahrens zu demodulieren, um einen ersten demodulierten Datenteilstrom zu erzeugen;

ein zweites Funkmodul, das konfiguriert ist, um den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Demodulationsverfahrens zu demodulieren, um einen zweiten demodulierten Datenteilstrom zu erzeugen; und

einen Prozessor, der konfiguriert ist, um den ersten demodulierten Datenteilstrom und den zweiten demodulierten Datenteilstrom zu kombinieren, um einen Datenstrom zu erzeugen;

wobei der erste Datenteilstrom über eine erste Größe verfügt und der zweite Datenteilstrom über eine zweite Größe verfügt, wobei ein Verhältnis der ersten Größe zu der zweiten Größe auf einem Verhältnis der ersten Bandbreite und der zweiten Bandbreite basiert.

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei das erste Funkmodul und das zweite Funkmodul konfiguriert sind, um den ersten Datenteilstrom beziehungsweise den zweiten Datenteilstrom gleichzeitig zu demodulieren.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei der Empfänger weiterhin konfiguriert ist, um einen dritten Datenteilstrom zu empfangen, und weiterhin umfasst: ein drittes Funkmodul, das konfiguriert ist, um den dritten Datenteilstrom unter Verwendung eines dritten Demodulationsverfahrens zu demodulieren, wobei der Prozessor konfiguriert ist, um den ersten demodulierten Datenteilstrom, der von dem ersten Funkmodul empfangen wird, den zweiten demodulierten Datenteilstrom, der von dem zweiten Funkmodul empfangen wird, und den dritten demodulierten Datenteilstrom, der von dem dritten Funkmodul empfangen wird, zu kombinieren, um den Datenstrom zu erzeugen.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, wobei der Prozessor konfiguriert ist, um durch ein Prüfen von Paketsequenzzahlen bei jedem Funkmodul, wobei alle doppelten Pakete verworfen werden, und durch ein Neuordnen der Pakete in den Datenstrom, den Datenstrom zu erzeugen.

9. System zum Kommunizieren eines Datenstroms, das umfasst:  
 einen ersten Knoten, der konfiguriert ist, um den Datenstrom in einen ersten Datenteilstrom und einen zweiten Datenteilstrom aufzuteilen, wobei der erste Knoten ein erstes Funkmodul umfasst, das über eine erste Datenrate verfügt, wobei das erste Funkmodul in einem ersten Frequenzband betreibbar ist, das über eine erste Bandbreite verfügt, und konfiguriert ist, um den ersten Datenteilstrom unter Verwendung eines ersten Modulationsverfahrens zu modulieren, um einen ersten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen, und ein zweites Funkmodul umfasst, das über eine zweite Datenrate verfügt, wobei das zweite Funkmodul in einem zweiten Frequenzband betreibbar ist, das über eine zweite Bandbreite verfügt, und konfiguriert ist, um den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Modulationsverfahrens zu modulieren, um einen zweiten modulierten Datenteilstrom zu erzeugen;  
 wobei der erste Datenteilstrom über eine erste Größe verfügt und der zweite Datenteilstrom über eine zweite Größe verfügt, wobei ein Verhältnis der ersten Größe zu der zweiten Größe auf einem Verhältnis der ersten Bandbreite und der zweiten Bandbreite basiert;  
 wobei der erste Knoten konfiguriert ist, um den Datenstrom in den ersten Datenteilstrom, der über die erste Größe verfügt, und den zweiten Datenteilstrom, der über die zweite Größe verfügt, basierend auf dem Verhältnis der ersten Bandbreite und der zweiten Bandbreite aufzuspalten; und  
 einen zweiten Knoten, der konfiguriert ist, um mindestens den ersten Datenteilstrom über das erste Frequenzband und den zweiten Datenteilstrom über das zweite Frequenzband zu empfangen, wobei der zweite Knoten ein erstes Funkmodul umfasst, das konfiguriert ist, um den ersten Datenteilstrom unter Ver-

wendung eines ersten Demodulationsverfahrens zu demodulieren, um einen ersten demodulierten Datenteilstrom zu erzeugen, und ein zweites Funkmodul umfasst, das konfiguriert ist, um den zweiten Datenteilstrom unter Verwendung eines zweiten Demodulationsverfahrens zu demodulieren, um einen zweiten demodulierten Datenteilstrom zu erzeugen, wobei der zweite Knoten konfiguriert ist, um den ersten demodulierten Datenteilstrom und den zweiten demodulierten Datenteilstrom zu kombinieren, um einen Datenstrom zu erzeugen.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

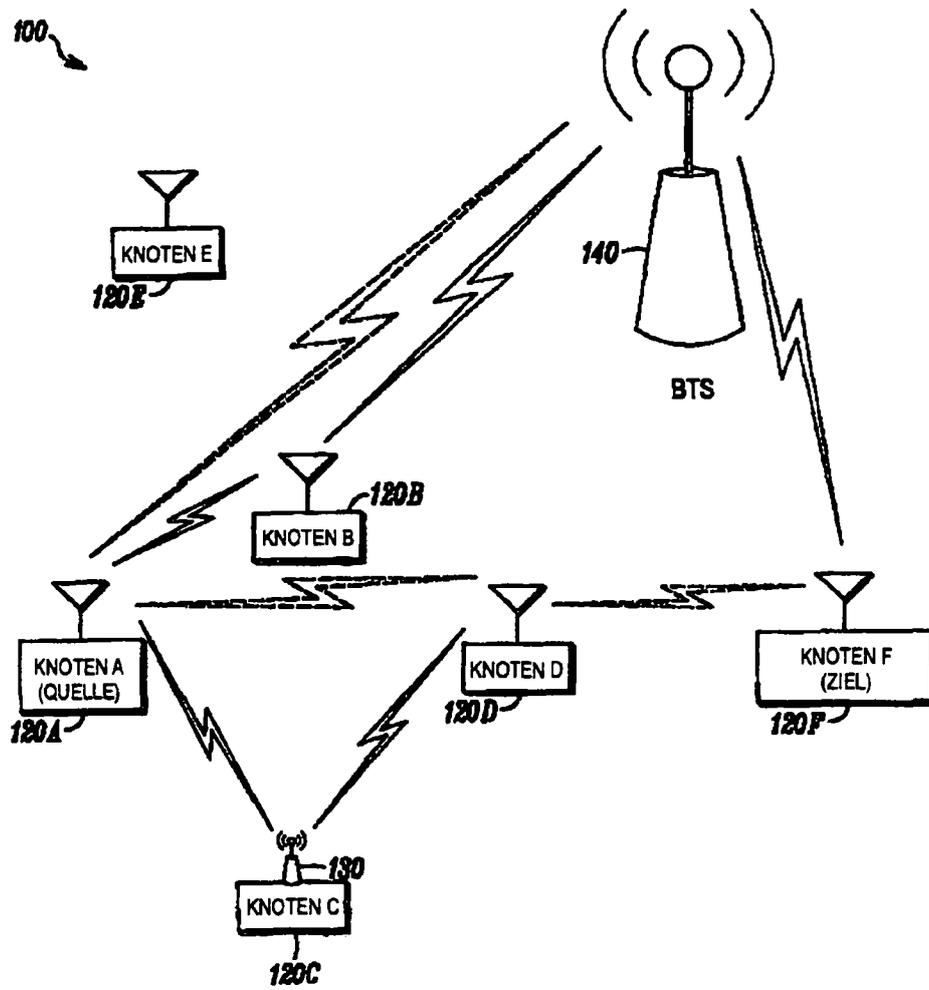


FIG. 1

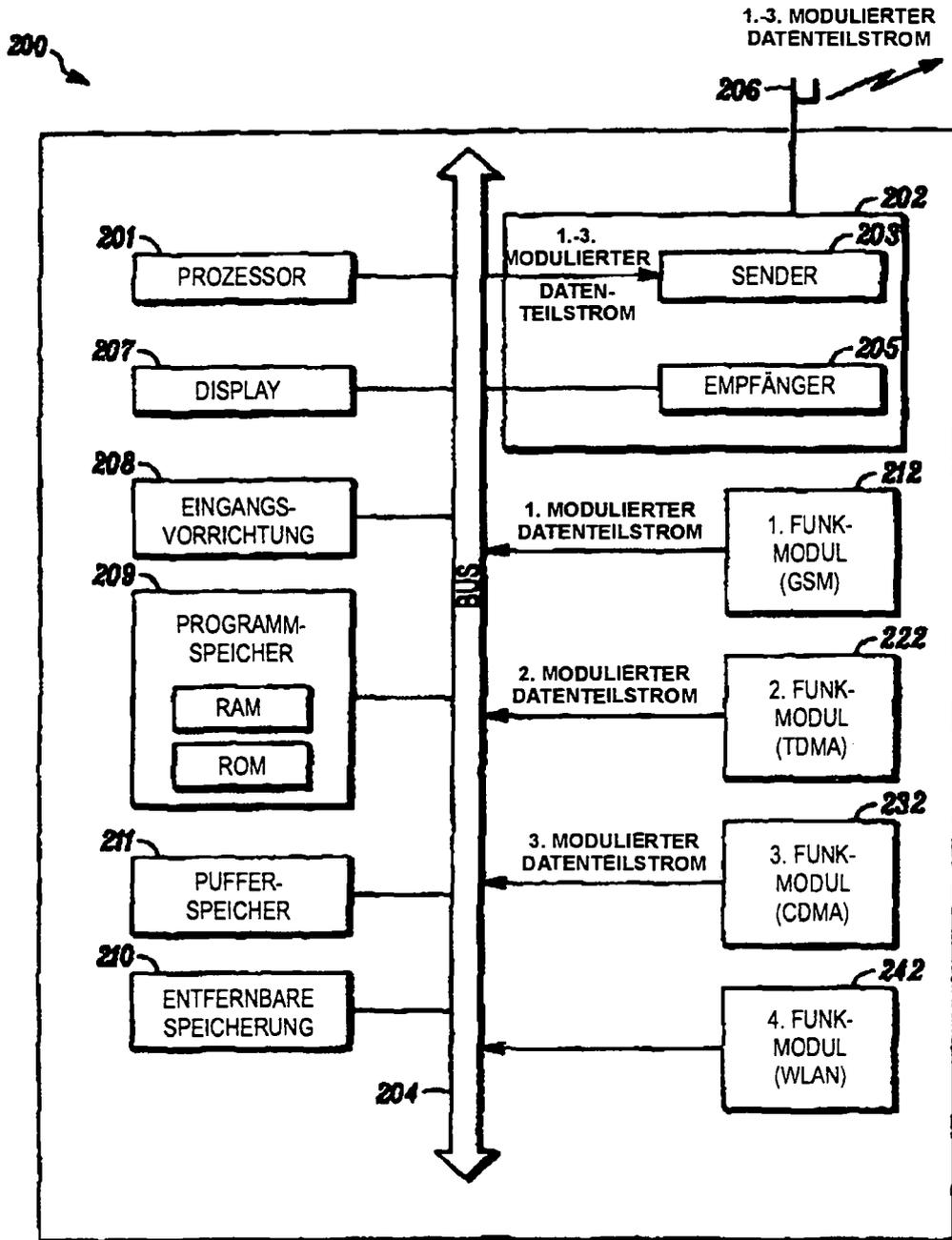


FIG. 2

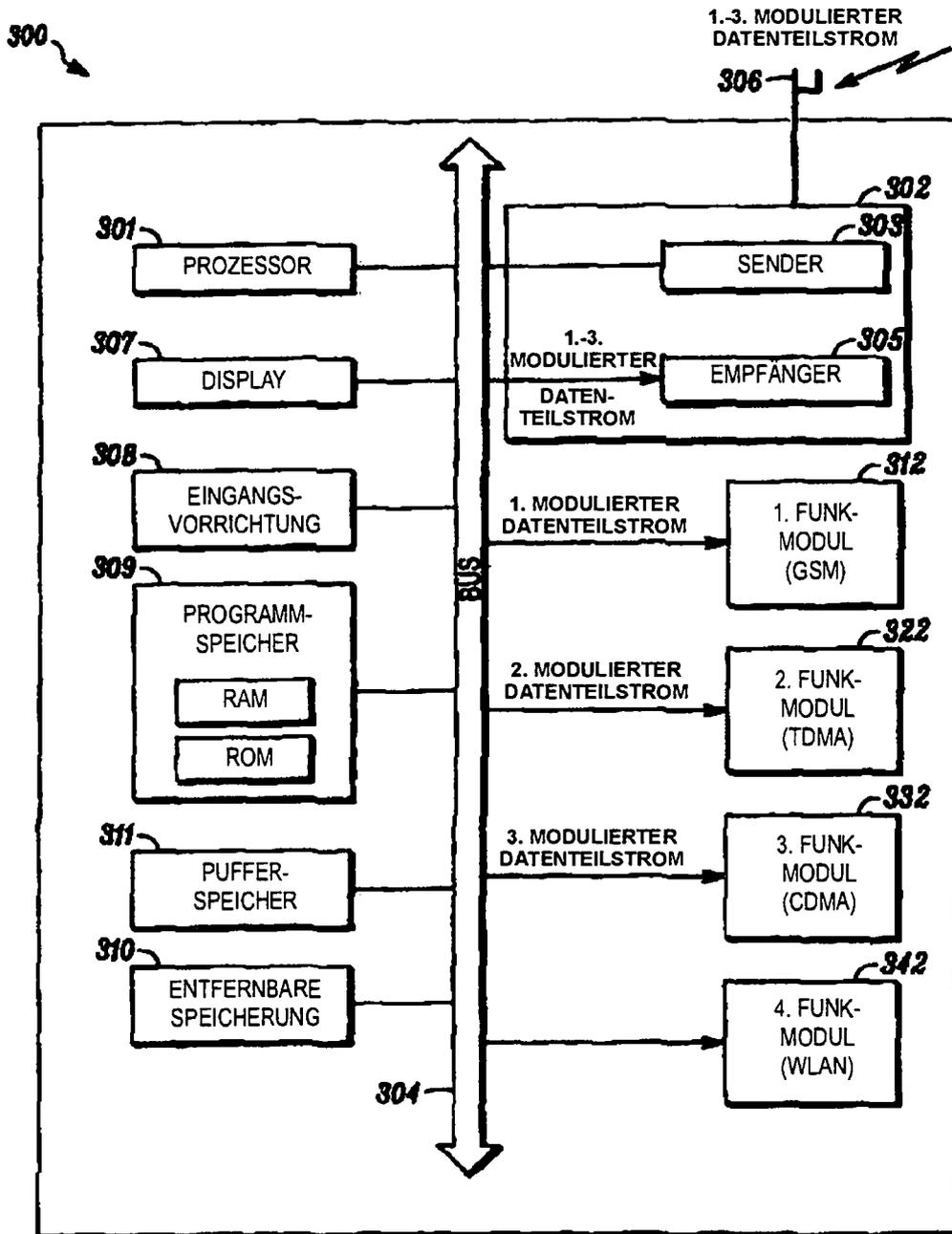


FIG. 3

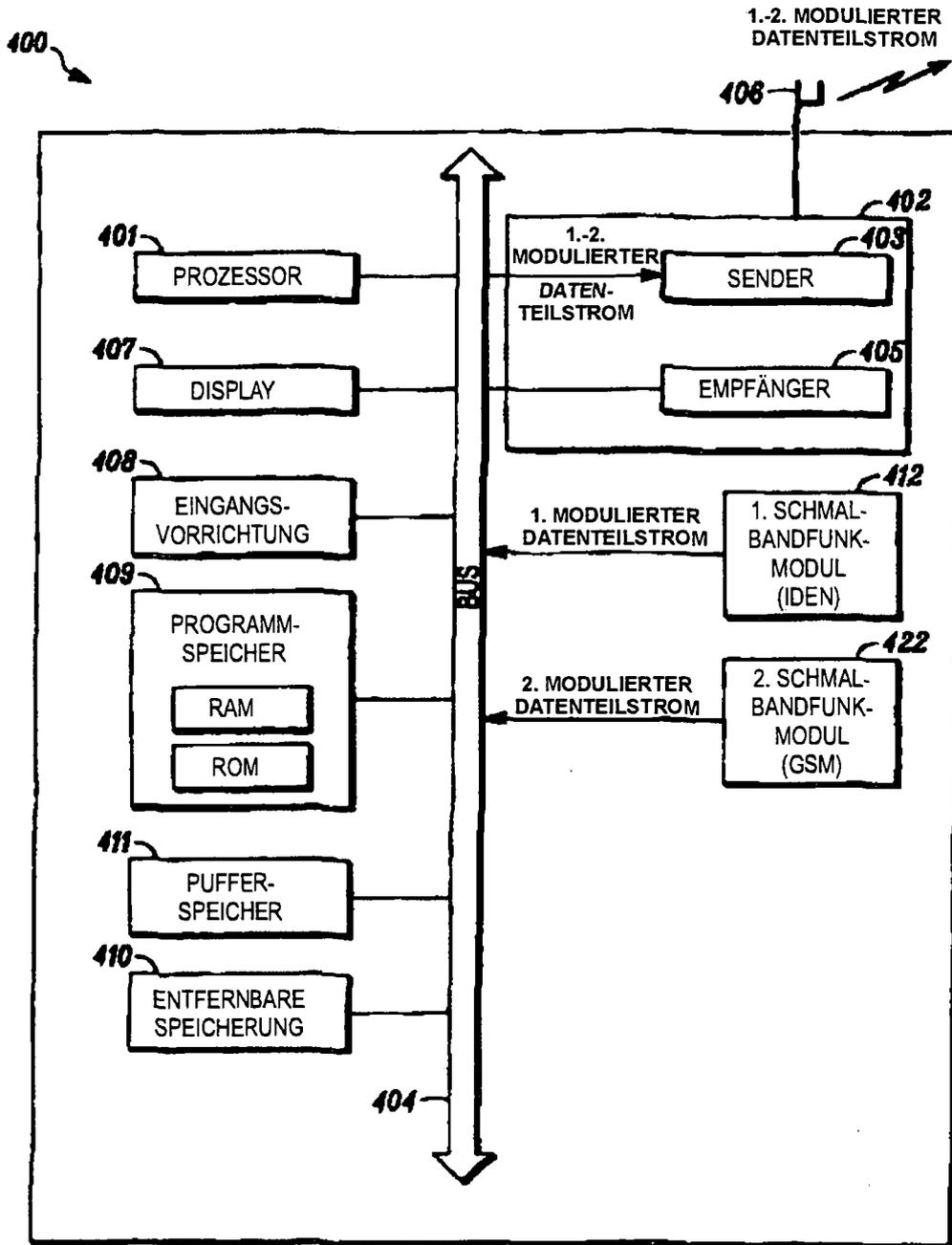


FIG. 4

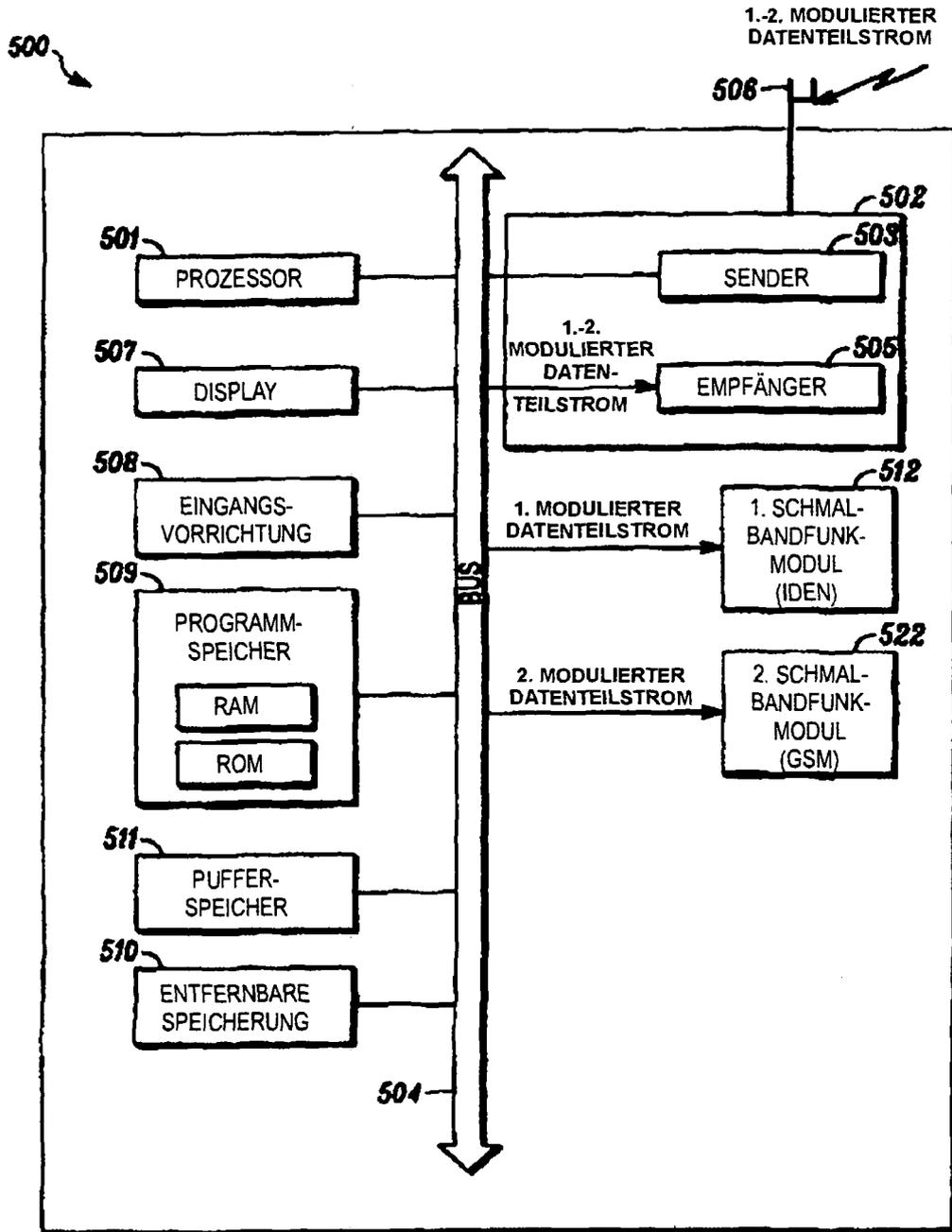


FIG. 5

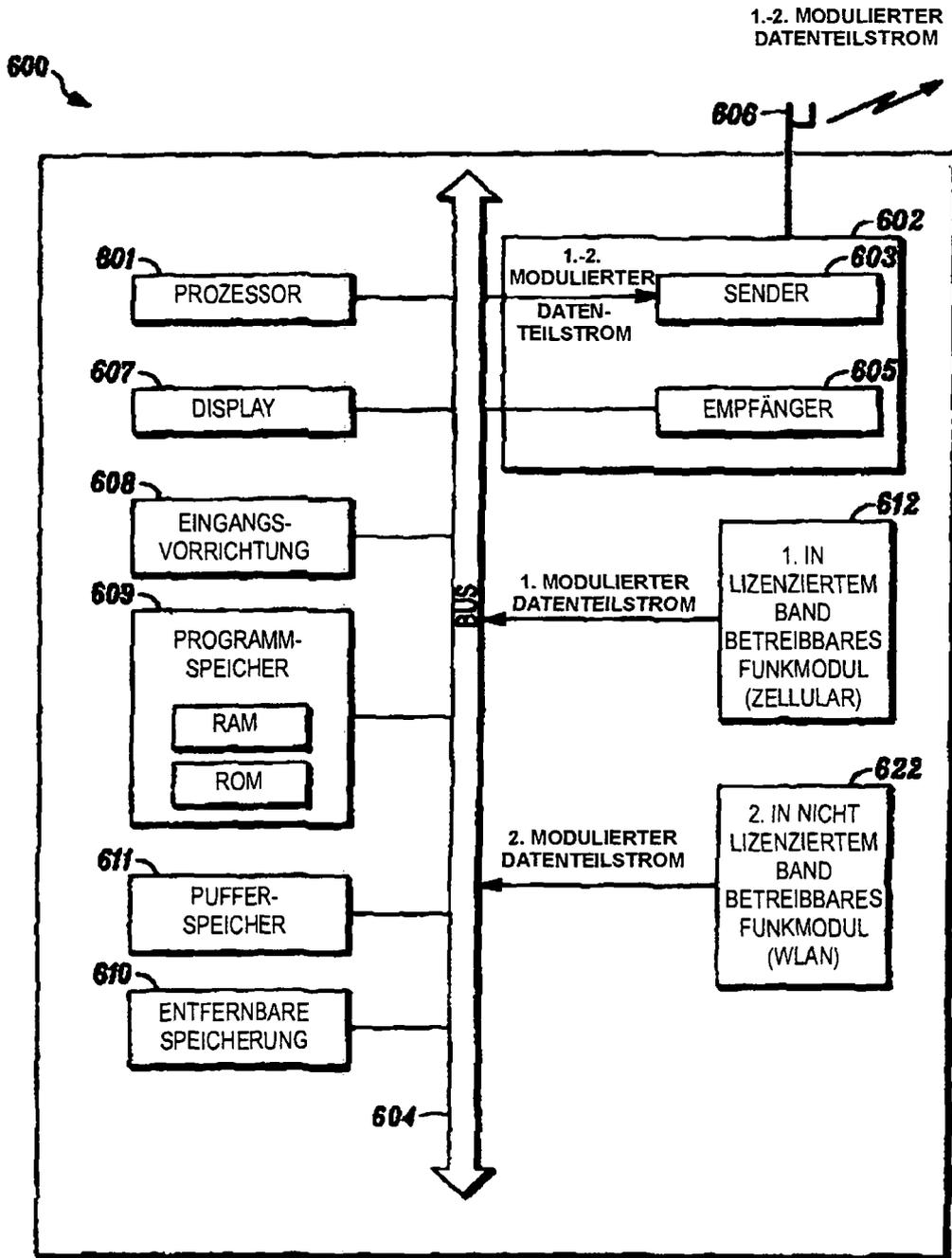


FIG. 6

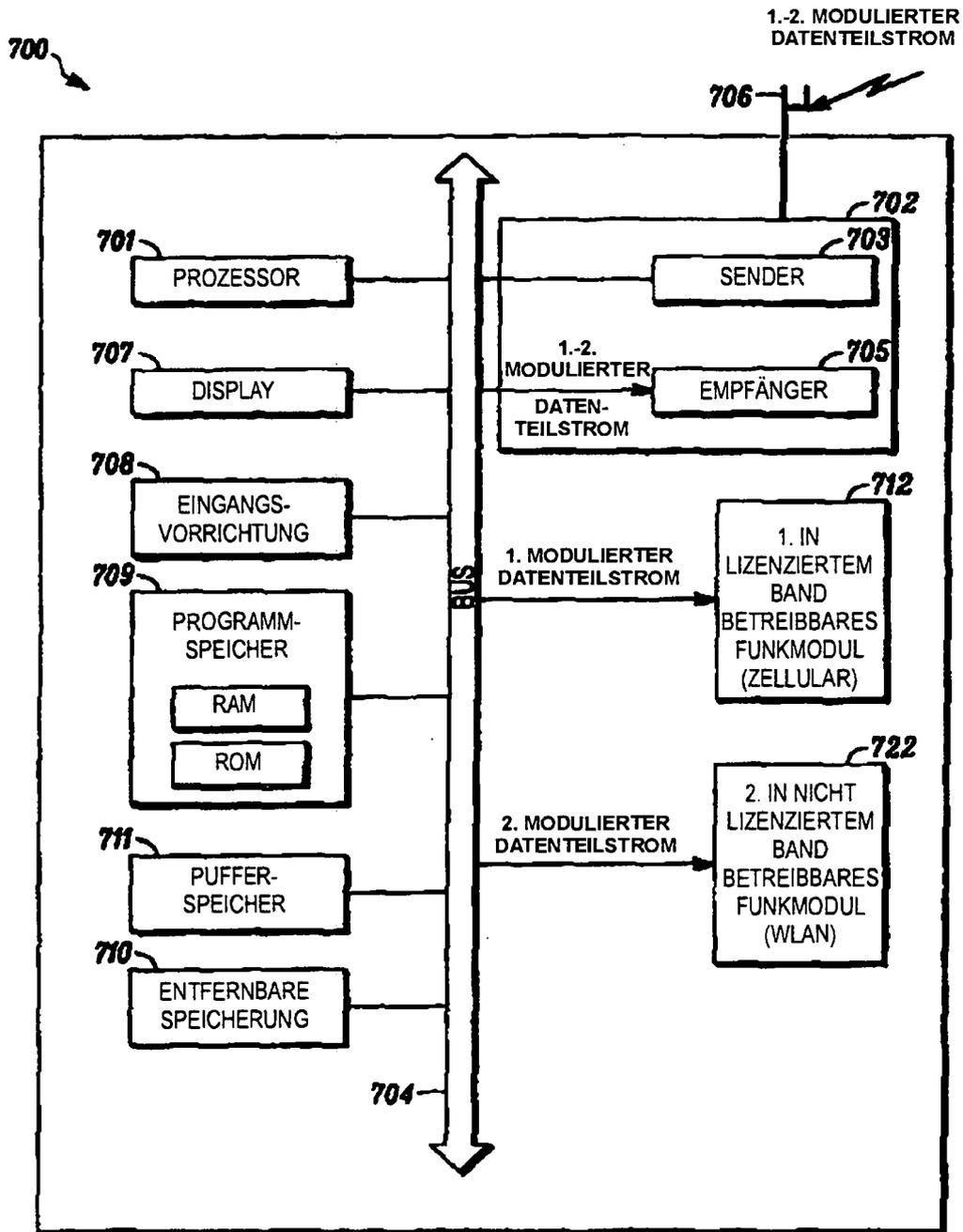


FIG. 7

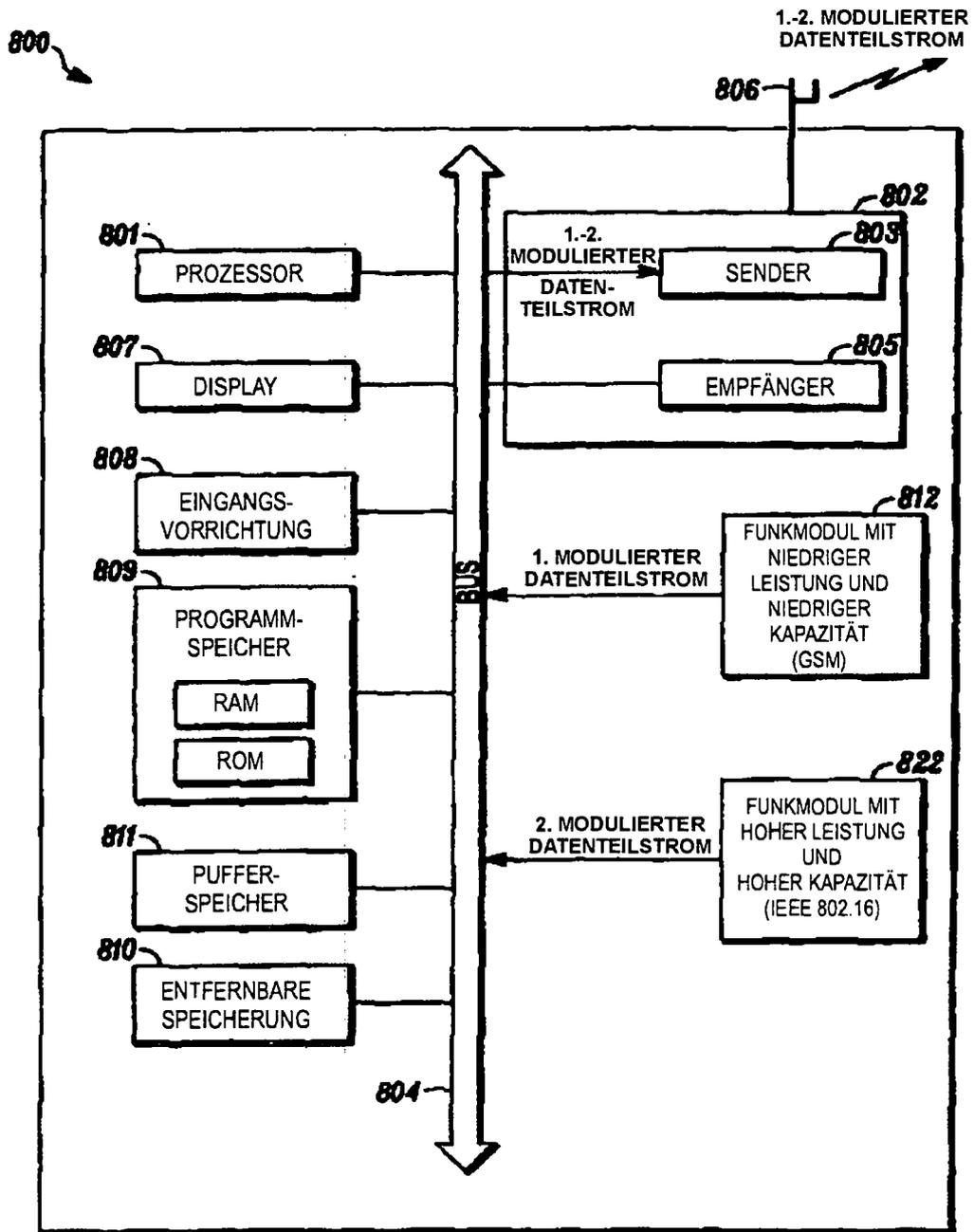


FIG. 8

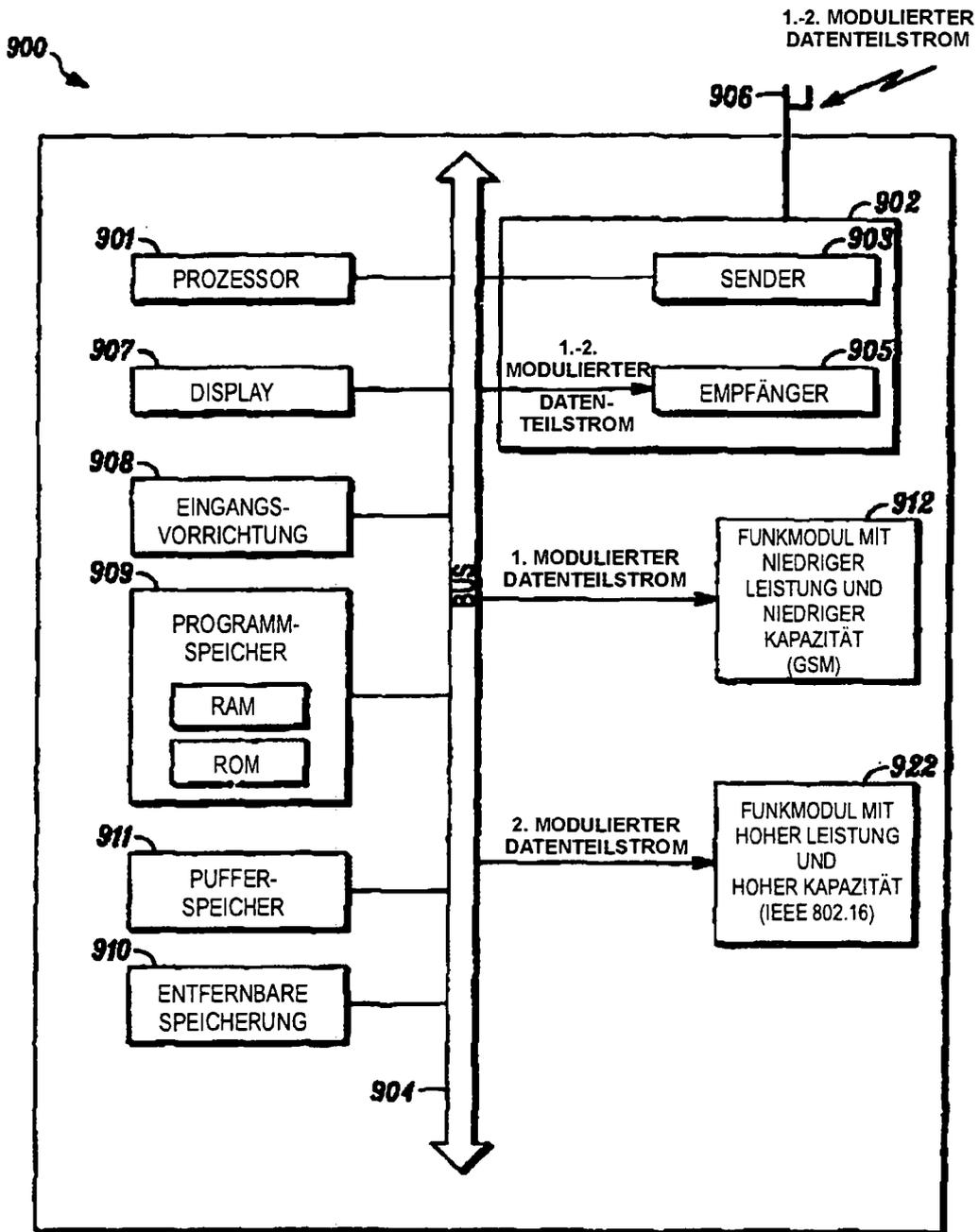


FIG. 9