



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 28 908 T2** 2006.08.10

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 046 245 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04B 7/005** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 28 908.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP99/06631**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 944 627.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/019634**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.09.1999**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **06.04.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.10.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.08.2006**

(30) Unionspriorität:

**9821089**

**30.09.1998**

**GB**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:

**Koninklijke Philips Electronics N.V., Eindhoven,  
NL**

(72) Erfinder:

**MOULSLEY, J., Timothy, NL-5656 AA Eindhoven,  
NL**

(74) Vertreter:

**Volmer, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 52066 Aachen**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR INFORMATIONÜBERTRAGUNG UND VORRICHTUNG ZUM ANWENDEN DES VERFAHRENS**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Verfahren zur Informationsübertragung und Vorrichtung zum Anwenden des Verfahrens Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf digitale Kommunikationssysteme und im Besonderen den Austausch von Informationen über drahtlose digitale Kommunikationsverbindungen schwankender Qualität. Im Vergleich zu verdrahteten Verbindungen ist bei drahtlosen Verbindungen gewöhnlich eine größere Schwankung der Qualität zu beobachten, beispielsweise bei Funkverbindungen in einem zellularen Mobilfunksystem zwischen Mobiltelefonen und Basisstationen.

**[0002]** In Kommunikationssystemen einschließlich zellulärer Mobiltelefonsysteme und -netzwerke wird immer stärker digitale Technik eingesetzt. Zelluläre Mobiltelefonnetze erfordern die Einrichtung einer drahtlosen Funkverbindung zwischen einem mobilen Endgerät und einer Basisstation. Zelluläre Mobiltelefonsysteme der zweiten Generation tauschen digitale Signale über drahtlose Funkverbindungen aus.

**[0003]** Digitale Systeme können genutzt werden, um eine größere spektrale Effizienz einer Funkverbindung als die von analogen Systemen gebotene zu schaffen, und die digitale Verarbeitung kann oft die Auswirkungen von Interferenzen minimieren.

**[0004]** In Kommunikationssystemen, die drahtlose Verbindungen nutzen, wie beispielsweise Mobilkommunikationssystemen, kann die Qualität dieser Verbindungen beträchtlich schwanken. Eine Anzahl von Faktoren beeinflussen die Qualität der Verbindung, und das System muss jegliche derartige Schwankung vertragen. In Systemen, die eine analoge Verbindung nutzen, kann eine Minderung der Verbindungsqualität lediglich dazu führen, dass eine gestörte jedoch tolerierbare Verbindung hergestellt wird. In Systemen, in denen jedoch eine digitale Verbindung eingesetzt wird, ist es von Bedeutung, dass die über die Verbindung gesendeten Informationen auf der Empfangsseite auch bei schlechter Verbindungsqualität zuverlässig wiederhergestellt werden können. Die Auswirkungen von nicht korrekt empfangenen Informationen hängen von der Anwendung ab. Beispielsweise kann im Fall eines digitalen, zellulären Mobiltelefonsystems, das eine drahtlose Funkverbindung nutzt, ein fehlerhafter Empfang oder Informationsverlust über die Verbindung während eines Telefongesprächs lediglich zu einem zeitweiligen Verstummen des Tons führen. Mit dem Aufkommen mobiler Computer werden mobile zelluläre Telefonnetze jedoch zunehmend für die Übertragung von Daten genutzt, und in dieser Situation ist jeglicher Datenverlust nicht akzeptabel.

**[0005]** Es sind zahlreiche Verfahren bekannt, die eine korrekte Übertragung von digitalen Informationen mit einer Auswahl von Medien unterstützen, und

einige dieser Verfahren fallen in die Kategorie der Fehlererkennung und -korrektur. Ein Verfahren ist die Vorwärtsfehlerkorrektur (engl. forward error correction, FEC), die eine Codierung der Informationen vor der Übertragung beinhaltet, die bewirkt, dass jegliche während der Übertragung auftretenden Fehler beim Empfang identifiziert und korrigiert werden können. Ein weiteres Verfahren besteht darin, ein Fehlerkontrollschema der automatischen Wiederholungsanforderung (engl. automatic repeat request, ARQ einzusetzen, das die erneute Übertragung von Informationen beinhaltet, die fehlerhaft empfangen oder überhaupt nicht empfangen worden zu sein scheinen. Es existieren verschiedene abgeleitete Verfahren des grundlegenden ARQ-Schemas, die in Abhängigkeit davon angewendet werden, ob auf der Sender-/Empfängerseite der Verbindung Pufferspeicherplatz geschaffen werden kann und ob die Verbindung effizient genutzt werden kann. Einige ARQ-Schemata übertragen nämlich nicht nur die gleichen Informationen erneut. Im Fall dieser Schemata beinhaltet die erneute Übertragung die (erneute) Übertragung nur eines Teils der Informationen, die Übertragung der geeigneten FEC-Informationen oder eine Kombination hiervon. Verschiedene ARQ-Schemata sind dem Fachkundigen wohlbekannt, wie auch die Tatsache, dass die erneute Übertragung initiiert werden kann, ohne dass bestätigt wurde, dass Informationen korrekt oder sogar fehlerhaft empfangen wurden. Dies steht im Gegensatz zu der Situation, in der eine explizite Anforderung für die erneute Übertragung an den Sender gesendet wird. Werden die Verfahren FEC und ARQ kombiniert, können sie eine leistungsfähige Fehlererkennung und -korrektur schaffen, und in gewissen Ausführungsformen wird der ARQ-Vorgang nur aktiviert, wenn bei der FEC keine Informationen wiederhergestellt werden können. Beide Verfahren sind jedoch äußerst effektiv, wenn die Qualität der Verbindung vorhersehbarer und gleichmäßiger ist, wie sie beispielsweise von einem Koaxialkabel geboten wird, auch wenn Verbindungen mit verdrehten Leitungspaaren rauschempfindlich sind. Im Gegensatz dazu ändert sich die Verbindungsqualität bei drahtlosen Kommunikationsverbindungen, wie sie zwischen mobilen zellulären Telefonen und Basisstationen eingesetzt werden, ständig aufgrund der Bewegung bei mobilen Endgeräten, Hindernissen wie Gebäuden, der Geografie des Bereichs, der Witterungsbedingungen und der Entfernung der drahtlosen Verbindung. Unter besonders schlechten Bedingungen führen ARQ-Verfahren zu mehreren erneuten Übertragungen, wodurch sich die Datenübertragung verzögern und der Gesamtenergieverbrauch des Systems zunehmen kann. Dies ist insbesondere dann nicht wünschenswert, wenn die Komponenten des Systems, beispielsweise mobile Endgeräte, mit Batterien betrieben werden.

**[0006]** Für den Fall, dass sich die Qualität der Funkverbindung aufgrund großer Signalschwankungen

verschlechtert, beispielsweise am Anfang eines tiefen Schwundes, wurden verschiedene Abhilfen nach dem Stand der Technik vorgeschlagen.

**[0007]** In dem Dokument US-A-5 105 423 wird ein Verfahren des Umschaltens auf eine niedrigere Datenübertragungsgeschwindigkeit in Reaktion auf eine Aufforderung von einem Empfänger zu einer erneuten Übertragung von Daten-Frames, die Fehler enthielten, beschrieben. Die Datenübertragungsgeschwindigkeit wird von einem ersten Wert auf einen zweiten Wert reduziert, der für die erneute Übertragung verwendet wird. Die reduzierte Geschwindigkeit wird auf der Grundlage der Möglichkeit berechnet, dass Fehler während der erneuten Übertragung wieder auftreten, die wiederum auf der Grundlage des Prozentsatzes der Frames berechnet wird, die erneut übertragen werden müssen. Bei gewissen Anwendungen, insbesondere bei denjenigen, bei denen eine schnelle Datenübertragung Priorität hat, ist die Reduzierung der Übertragungsgeschwindigkeit nicht wünschenswert.

**[0008]** In dem Dokument US-A-5 128 965 wird ein Funkverbindingssystem beschrieben, bei dem die Gesamtübertragungsleistung erhöht wird, wenn der Empfänger angibt, dass die Anzahl von Fehlern in den empfangenen Informationen einen bestimmten Schwellenwert übersteigt. Ein in dem Dokument US-A-5 713 074 beschriebenes System nutzt eine Leistungssteuervorrichtung zur Erhöhung der Übertragungsleistung, wenn ein Fehler in einem gesendeten Signal erkannt wird, und zur Reduzierung der Übertragungsleistung in einem geringeren Maße, wenn kein Fehler erkannt wird, wodurch eine konstante Bitfehlerrate aufrecht erhalten wird. Die Fehlererkennung wird dadurch erleichtert, dass das empfangene Signal zum Sender zurückgesendet und das empfangene Signal mit dem gesendeten Signal verglichen wird.

**[0009]** Die von der Telecommunications Industry Association am 3. Februar 1999 veröffentlichte Norm TIA/EIA-95-B wurde aus der Übergangsnorm TIA/EIA/IS-95 entwickelt, die den Prozess beschreibt, bei dem ein mobiles Endgerät über die Luftschnittstelle Signale an ein ortsfestes System sendet, um Zugriff zu finden. Erhält das mobile Endgerät keine Antwort von dem ortsfesten System, wiederholt das mobile Endgerät die Signalisierung, jedoch mit einer höheren Übertragungsleistung. Dieser Signalisierungsprozess betrifft lediglich die Aufgabe, Zugriff zu erhalten und nicht die Datenübertragung.

**[0010]** In dem Dokument WO 97/24820 wird ein Übertragungssystem dargelegt, in dem Übertragungen durch einen in der Ausgangsleistung begrenzten Sender, beispielsweise einen Satellitensender oder einen tragbaren Sender, auf einem TDMA-Kanal stattfinden. Liegt eine ideale Bedingung mit Sichtver-

bindung vor, wird die Übertragung empfangen. Unter nicht idealen Bedingungen verhindert jedoch der Rayleigh-Schwund eine zufrieden stellende Übertragung. Der Satellitensender sendet dann eine kurze alphanumerische Nachricht (SMS), um einen mobilen Teilnehmer über einen eingehenden Anruf zu informieren. Die SMS-Nachricht wird mit einer höheren Signalmarge als die leistungsbegrenzte TDMA-Übertragung gesendet. Die höhere Signalmarge wird erzielt, indem Bits mindestens mehrere Male wiederholt werden. Auf diese Weise wird die SMS-Nachricht zuverlässig ohne nennenswerte Verzögerung, Leistungserhöhung oder Gleichkanalinterferenz gesendet.

**[0011]** In dem Dokument EP A2 0 790 713 wird ein Signalübertragungssystem dargelegt, das eine erste Station umfasst, die ein erstes Signal mit einem vorher festgelegten Leistungspegel an eine zweite Station sendet. Die zweite Station ermittelt auf der Grundlage empfangener Parameterdaten in dem ersten Signal den Leistungspegel eines Signals, das an die erste Station gesendet werden soll.

**[0012]** Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Übertragung von Datenverkehrsinformationen über eine drahtlose digitale Kommunikationsverbindung zwischen einer Sendestation und einer Empfangsstation geschaffen, das Folgendes umfasst: das Unterteilen des Informationsgehaltes in erste Informationseinheiten, das Senden der ersten Informationseinheiten mit einem ersten Leistungspegel, das Überwachen, ob der Empfang der gesendeten Informationseinheiten korrekt erfolgte, dadurch gekennzeichnet, dass für diejenigen der ersten Informationseinheiten, bei denen die Überwachung nicht anzeigte, dass der Empfang korrekt erfolgte, zweite Informationseinheiten erzeugt werden, die den ersten Informationseinheiten zugeordnet sind, wobei es die zweiten Informationseinheiten ermöglichen, dass der Inhalt der ersten Informationseinheiten wiederhergestellt wird, und durch Senden der zweiten Informationseinheiten mit einem zweiten Leistungspegel, der höher als der erste Leistungspegel ist.

**[0013]** In einem bevorzugten Schema gemäß dem oben genannten Aspekt ist der Inhalt der zweiten Informationseinheiten der gleiche wie der Inhalt der ersten Informationseinheiten. In diesem Fall stellt die Übertragung der zweiten Informationseinheiten eine erneute Übertragung der ersten Informationseinheiten dar. In einem zweiten bevorzugten Schema gemäß dem oben genannten Aspekt umfasst der Inhalt der zweiten Informationseinheiten einen Teil des Inhalts der ersten Sendeeinheiten. In diesem Fall stellt die Übertragung der zweiten Informationseinheiten eine teilweise erneute Übertragung der ersten Informationseinheiten dar. In einem dritten Schema gemäß dem oben genannten Aspekt enthalten die zwei-

ten Informationseinheiten Fehlerkorrekturinformationen und im Besonderen Vorwärtsfehlerkorrekturinformationen, die den ersten Informationseinheiten zugeordnet sind. In einem vierten Schema gemäß dem oben genannten Aspekt enthalten die zweiten Informationseinheiten leistungsfähigere Fehlerkorrekturinformationen und im Besonderen leistungsfähigere Vorwärtsfehlerkorrekturinformationen, die den ersten Informationseinheiten zugeordnet sind. Ein oder mehrere der oben genannten Schemata können kombiniert werden, wie es dem Fachkundigen ersichtlich und bekannt ist.

**[0014]** Durch die Übertragung der zweiten Informationseinheiten mit einem höheren Leistungspegel wird die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Übertragung der Informationen in Situationen erheblich vergrößert, in denen bei der ursprünglichen Übertragung der ersten Informationseinheiten ein Fehler auftrat, insbesondere wenn dies auf einen niedrigen Empfangssignalpegel zurückzuführen ist. Während dies ein stabiles Übertragungsverfahren ist, besteht ein weiterer Vorteil durch die größere Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Übertragung der zweiten Informationseinheiten darin, dass die Wahrscheinlichkeit langer Übertragungsverzögerungen verringert wird, welche sich aus dem Auftreten mehrerer Übertragungen der zweiten Informationseinheiten ergeben können. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn eine maximal zulässige Übertragungsverzögerung, beispielsweise in Echtzeit- oder Quasi-Echtzeitsystemen, existiert.

**[0015]** Typischerweise wird die Überwachung durch die Sendestation auf der Grundlage von Informationen durchgeführt, die von der Empfangsstation zur Verfügung gestellt werden. Die von der Empfangsstation zur Verfügung gestellten Informationen variieren in Abhängigkeit von der Implementierung des Verfahrens, dennoch beinhalten Beispiele der zur Verfügung gestellten Informationen die Identifizierung der korrekten Übertragung von Einheiten oder der fehlerhaften Übertragung von beschädigten Einheiten oder beides. Die von der Sendestation durchgeführte Überwachung kann auch die Fälle berücksichtigen, bei denen keine Überwachungsinformationen von der Empfangsstation für die gegebenen ersten Informationseinheiten empfangen werden, was als Anzeichen dafür interpretiert wird, dass kein korrekter Empfang der ersten Informationseinheiten erfolgte.

**[0016]** Das Verfahren kann, wie oben erwähnt, zusammen mit Vorwärtsfehlerkorrekturverfahren (FEC) eingesetzt werden. In diesem Fall kann die Übertragung von zugehörigen zweiten Informationseinheiten bei fehlerhaft empfangenen (beschädigten) ersten Informationseinheiten nicht erforderlich sein, wenn der Inhalt der gesendeten ersten Informationseinheiten durch FEC-Verfahren in der Empfangsstation wieder-

hergestellt werden kann. Der Schritt der Überwachung sieht vorzugsweise diese Möglichkeit in geeigneter Weise vor, beispielsweise dadurch, dass die Empfangsstation keine Informationen zur Verfügung stellt, die eine Übertragung von zweiten Informationseinheiten initiiert.

**[0017]** Falls gewünscht kann der erste Leistungspegel so gewählt werden, dass er der niedrigste Pegel ist, der einer maximal zulässigen Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Übertragung und der nachfolgenden Übertragung von zugehörigen zweiten Informationseinheiten entspricht.

**[0018]** Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein digitales, drahtloses Kommunikationssystem geschaffen mit mindestens einem Sender, der Folgendes umfasst: Mittel zum Erzeugen von Informationseinheiten, um einen Datenverkehrsinformationseinheit in erste Informationseinheiten zu unterteilen, Steuermittel zum Steuern der Sendeausgangsleistung, Sendemittel, die auf die Steuermittel so reagieren, dass sie erste Informationseinheiten mit einem ersten Leistungspegel übertragen, und Überwachungsmittel zum Überwachen, ob beim Empfänger ein korrekter Empfang der übertragenen Einheiten erfolgte, und mindestens einen Empfänger mit Mitteln zum Empfangen der übertragenen Informationseinheiten, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Erzeugen von Informationseinheiten zweite Informationseinheiten bilden, die denjenigen der ersten Informationseinheiten zugeordnet sind, bei denen die Überwachungsmittel nicht anzeigen, dass ein korrekter Empfang erfolgte, wobei die zweiten Informationseinheiten auf eine Art erzeugt werden, die es ermöglicht, den Inhalt der ersten Informationseinheiten wiederherzustellen, und dass die Steuermittel veranlassen, dass die zweiten Informationseinheiten von den Sendemitteln mit einem zweiten Leistungspegel übertragen werden, der höher als der erste Leistungspegel ist.

**[0019]** Falls gewünscht, können die Steuermittel so ausgelegt werden, dass sie auf die Überwachungsmittel reagieren.

**[0020]** Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Sendestation für die digitale, drahtlose Übertragung von Informationen zu einem Empfänger geschaffen, wobei die genannte Sendestation über Folgendes verfügt: Mittel zum Erzeugen von Informationseinheiten, um einen Datenverkehrsinformationseinheit in erste Informationseinheiten zu unterteilen, Steuermittel zum Steuern der Sendeausgangsleistung, Sendemittel, die auf die Steuermittel so reagieren, dass sie erste Informationseinheiten mit einem ersten Leistungspegel übertragen, und Überwachungsmittel zum Überwachen, ob beim Empfänger ein korrekter Empfang der übertragenen Einheiten erfolgte, dadurch gekennzeichnet, dass die

Mittel zum Erzeugen von Informationseinheiten zweite Informationseinheiten bilden, die denjenigen der ersten Informationseinheiten zugeordnet sind, bei denen die Überwachungsmittel nicht anzeigen, dass ein korrekter Empfang erfolgte, wobei die zweiten Informationseinheiten auf eine Art erzeugt werden, die es ermöglicht, den Inhalt der ersten Informationseinheiten wiederherzustellen, und dass die Steuermittel veranlassen, dass die zweiten Informationseinheiten von den Sendemitteln mit einem zweiten Leistungspegel übertragen werden, der höher als der erste Leistungspegel ist.

**[0021]** Falls gewünscht, können die Steuermittel so ausgelegt werden, dass sie auf die Überwachungsmittel reagieren.

**[0022]** Falls gewünscht, wählen die Steuermittel des Systems oder der Sendestation den ersten Leistungspegel aus, um den durchschnittlichen Energieverbrauch des Senders zu steuern, damit ein minimaler durchschnittlicher Energieverbrauch aufrechterhalten wird, wobei der erste und der zweite Leistungspegel für die Wahrscheinlichkeit der nachfolgenden Übertragung von zweiten Informationseinheiten berücksichtigt werden. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn die Energie von einer sich erschöpfenden Energiequelle wie einer Batterie geliefert wird. Als Alternative kann der erste Leistungspegel so eingestellt werden, dass ein minimaler durchschnittlicher Energieverbrauch für eine zulässige maximale Wahrscheinlichkeit der Übertragung von zweiten Informationseinheiten aufrechterhalten wird.

**[0023]** Beispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

**[0024]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines typischen zellularen Mobilfunksystems, das mindestens eine drahtlose Funkverbindung einsetzt;

**[0025]** [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung von Bauteilen in einer Senderstufe des Systems aus [Fig. 1](#);

**[0026]** [Fig. 3](#) die Funktionsweise eines typischen, bekannten Fehlerkontrollschemas mit automatischer Wiederholungsanforderung (ARQ);

**[0027]** [Fig. 4](#) die Funktionsweise eines Ausführungsbeispiels eines Fehlerkontrollschemas gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0028]** Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) umfasst ein Kommunikationssystem **1** in Form eines zellularen Mobilfunksystems eine Vermittlungsstelle **10**, die mit einem Festnetz (engl. public switched telephone network, PSTN) und, wenn erforderlich, mit anderen Datennetzwerken verbunden ist. Die Vermittlungsstelle

ist typischerweise eine von einer Anzahl von Vermittlungsstellen, und eine Anzahl von Basisstationen **20** ist mit jeder Vermittlungsstelle verbunden. Die Hauptfunktion der Basisstationen **20** besteht darin, eine Funkverbindung **30** mit einem Endgerät **40**, beispielsweise einem Mobiltelefon, herzustellen und ermöglicht daher die Kommunikation zwischen dem mobilen Endgerät **40** und dem Rest des Systems. Das System verwendet zwar eine Funkverbindung, die vorliegende Erfindung betrifft jedoch ebenso die Übertragung von Informationen über andere Arten von Verbindungen, die nicht notwendigerweise im Hochfrequenzbereich des elektromagnetischen Spektrums funktionieren, und derartige Verweise auf „Funk“-Verbindungen stellen lediglich Beispiele dar. Jede Basisstation **20** kann normalerweise eine Vielzahl derartiger Verbindungen **30** und daher eine Vielzahl von mobilen Endgeräten **40** unterstützen. Die Basisstation **20** und die Endgeräte **40** sind jeweils mit Funksende- und Empfangsmitteln zur Herstellung der Verbindungen **30** versehen. Es sei angenommen, dass die Funkverbindung **30** digital ist und ferner Verfahren wie TDMA (engl. Time Division Multiple Access) oder CDMA (engl. Code Division Multiple Access) einsetzt.

**[0029]** Im Betrieb wird die Qualität einer zwischen der Basisstation **20** und dem Endgerät **40** hergestellten Verbindung **30** erheblich schwanken, und das System muss eine schwankende Verbindungsqualität zulassen. Werden wie in dem vorliegenden Beispiel digitale Informationen ausgetauscht, kann dies zu dem fehlerhaften Empfang von digitalen Informationen führen. Fehlerkorrekturverfahren wie die Vorwärtsfehlerkorrektur (engl. forward error correction, FEC) können eingesetzt werden und die Wiederherstellung der korrekten Informationen aus den fehlerhaft empfangenen Informationen ermöglichen. Wenn die Qualität der Verbindung **30** weiter abnimmt, können FEC-Verfahren nicht geeignet sein, um die korrekten Informationen wiederherzustellen, und in diesem Fall existiert keine Alternative außer der Initiierung einer weiteren Übertragung für jegliche fehlerhaft empfangenen Informationen. Diese zusätzlichen Übertragungen können in verschiedener Form erfolgen, dennoch besteht ein Verfahren darin, ARQ-Schemata zu verwenden, wie es weiter oben erwähnt wurde. In jedem Fall können die zusätzlichen Übertragungen unabhängig von dem ausgewählten Schema als die Übertragung zweiter Informationseinheiten angesehen werden, die auf irgendeine Art den vorher (fehlgeschlagen) übertragenen ersten Informationseinheiten zugeordnet sind. Wie auch oben erwähnt wurde, können die zusätzlichen Übertragungen (von zweiten Informationseinheiten) eine direkte erneute Übertragung von Informationen, die (erneute) Übertragung lediglich eines Teils der Informationen, die Übertragung geeigneter FEC-Informationen, die Übertragung leistungsfähigerer FEC-Informationen oder jegliche angemessene

Kombination hiervon beinhalten. Zur Darlegung der vorliegenden Erfindung und lediglich als Beispiel bezieht sich die folgende spezielle Beschreibung jedoch auf ein typisches ARQ-Schema, bei dem die Übertragung von zweiten Informationseinheiten in der Tat eine Übertragungswiederholung der (fehlgeschlagenen) ersten Übertragungseinheiten darstellt.

**[0030]** Die erneute Übertragung von Informationen erfolgt ohne Eingreifen eines Benutzers und wird daher automatische Wiederholungsanforderung (engl. automatic repeat request, ARQ genannt. Lediglich als Beispiel kann ein typisches ARQ-Schema mit Bezug auf [Fig. 3](#) verstanden werden, die die Frame-Sequenz einer Ausführungsform eines so genannten ARQ mit selektivem RQ-Schema darstellt (wobei ein Frame eine Informationseinheit ist, die über die Datenverbindung **30** dieses Beispiels übertragen wird). Dieses bekannte Schema wird ausführlicher in dem Dokument von Fred Halsall mit dem Titel „Data Communications, Computer Networks and OSI“, zweite Ausgabe, veröffentlicht von Addison-Wesley Publishing Company, auf den Seiten 126–127 beschrieben. Informationen fließen zwar oft über eine Verbindung in beiden Richtungen, [Fig. 3](#) zeigt jedoch eine Situation, in der Informationen in Form einer Anzahl  $N$  von Informations-Frames  $I$  von einem Sender ( $S$ ) zu einem Empfänger ( $R$ ) gesendet werden. Jeder übertragene Frame enthält einen eindeutigen Identifikator, der es dem Sender  $S$  und dem Empfänger  $R$  ermöglicht, die einzelnen Frames zu verfolgen. Sowohl der Sender als auch der Empfänger verfügen über Pufferspeicherplatz  $C_S$  bzw.  $C_R$ , um die gesendeten oder empfangenen Frames aufzuzeichnen. Wenn beispielsweise der mit **101** bezeichnete Frame  $I(N)$  vom Sender  $S$  übertragen wird, wird dies im Pufferspeicher  $C_S$  aufgezeichnet. Die Frames werden kontinuierlich gesendet und der Inhalt von  $C_S$  bildet eine (provisorische) Liste für die erneute Übertragung. Der Empfänger  $R$  schickt für jeden korrekt empfangenen Frame eine Bestätigung ACK an  $S$  zurück und zeichnet ebenfalls eine Liste von korrekt empfangenen Frames im Pufferspeicher  $C_R$  auf. Wenn der Sender  $S$  die Bestätigung ACK vom Empfänger  $R$  empfängt, dass ein bestimmter Frame korrekt empfangen wurde, entfernt der Sender  $S$  den Eintrag, der dem bestätigten Frame entspricht, aus dem Pufferspeicher  $C_S$ . Jeder Frame  $I$  ist codiert, damit der Empfänger  $R$  feststellen kann, dass der Frame  $I$  nicht beschädigt ist. Verschiedene Vorgehensweisen hierfür beinhalten den Einsatz der Fehlerprüfung mittels des Prüfsummenverfahrens (engl. cyclic redundancy check, CRC). Weiter Bezug nehmend nun auf [Fig. 3](#) wird angenommen, dass der mit **102** bezeichnete Frame  $I(N + 1)$  während der Übertragung beschädigt wird, was durch eine durchgestrichene Linie dargestellt ist. Dies führt dazu, dass keine Bestätigung für den Frame  $I(N + 1)$  gesendet wird, während die Bestätigung ACK der anderen dargestellten Frames  $N$ ,  $N + 1$ ,  $N + 3$  ... normal erfolgt. Der

Sender  $S$  erkennt, dass Frame  $N + 1$  nicht bestätigt wurde und überträgt den Frame mit der Bezeichnung **103** erneut. In Abhängigkeit von der speziellen Ausführungsform des ARQ-Schemas kann nachfolgend eine erneute Übertragung stattfinden, bis ein korrekter Empfang eines Frames bestätigt wird.

**[0031]** Wenn mehrere erneute Übertragungen erfolgen, kann dies in gewissen Systemen Probleme ergeben. Erstens können mehrere erneute Übertragungen eine wesentliche Verzögerung bewirken. Ein zweites Problem tritt in Systemen auf, in denen umfangreiche Nachrichten übertragen werden, die in eine Anzahl von Frames aufgeteilt werden müssen. Da die Frames in der richtigen Reihenfolge wieder zusammengesetzt werden müssen, bevor die Nachricht wiederhergestellt werden kann, kann dies den Einsatz eines großen Pufferspeicherplatzes für die Zwischenspeicherung von Frames erfordern, die außerhalb der Sequenz empfangen wurden. Dies wird in dem obigen Beispiel dargestellt, bei dem Frame  $(N + 1)$  nach der Übertragung von Frame  $(N + 4)$  erneut übertragen wird. Zur Wiederherstellung der ursprünglichen Nachricht muss der Empfänger  $R$  die Frames  $N + 2$ ,  $N + 3$  und  $N + 4$  zwischenspeichern, die außerhalb der Sequenz empfangen wurden. Als Alternative oder zusätzlich zu dieser Zwischenspeicherung kann der Sender Frames zwischenspeichern, die bereit für eine erneute Übertragung sind.

**[0032]** In Datenkommunikationssystemen, die eine physische Verbindung, beispielsweise ein Koaxialkabel, verwenden, wird eine fehlerhafte Übertragung von Informationen oft durch störendes Rauschen oder Datenkollision verursacht, wobei eine einfache erneute Übertragung der Daten wahrscheinlich beim ersten Versuch erfolgreich ist. Im Fall einer drahtlosen Kommunikationsverbindung, wie sie zwischen einem mobilen Endgerät **40** und einer Basisstation **20** eingesetzt wird, wird eine fehlerhafte Übertragung von Informationen jedoch oft dadurch verursacht, dass ein schwaches Signal die Empfangsseite der Verbindung erreicht. Außerdem kann diese Signalarstärke aufgrund einer wechselnden Betriebsumgebung ständig schwanken, und in diesen Situationen kann eine einfache erneute Übertragung fehlerhaft empfangener Informationen nicht zufrieden stellend sein. In diesem Fall und gemäß der vorliegenden Erfindung werden Informationen, die erneut übertragen werden müssen, über die Verbindung **30** mit einer Übertragungsleistung gesendet, die höher als die Übertragungsleistung ist, die für die ursprüngliche Übertragung dieser Informationen verwendet wurde. Dies ist in [Fig. 4](#) dargestellt, die auf der X-Achse die gleiche Frame-Übertragungssequenz aus [Fig. 3](#) und auf der Y-Achse die Übertragungsleistung zeigt. Frames werden normalerweise mit einer Leistung  $P_1$  übertragen, während erneut übertragene Frames mit einer Leistung  $P_R$  übertragen werden. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass wiederholte In-



formationen bei der erneuten Übertragung erfolgreich empfangen werden, insbesondere unter Bedingungen, bei denen die Signalstärke gering ist oder Fading auftritt. Außerdem ermöglicht die erhöhte Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Kommunikation nach der ersten erneuten Übertragung die Verwendung eines kleineren Pufferspeicherplatzes im Sender bzw. Empfänger zum Speichern von Frames oder einer Liste mit Frames. Die erhöhte Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Kommunikation nach der ersten erneuten Übertragung kann auch eine reduzierte Verzögerung beim Senden der Informationen bewirken, was vorteilhaft ist, wenn Echtzeiteinheiten, wie beispielsweise Video- oder Audiodaten, übertragen werden. Vorteile können ebenfalls entstehen, wenn andere Arten von Informationen übertragen werden, für die eine Übertragungsverzögerung oberhalb einer vorher festgelegten Zeitspanne nicht akzeptabel ist. Die Leistungsamplitude der erneut übertragenen Frames (zweiten Informationseinheiten) kann beispielsweise in der Größenordnung von 3 dB über der für die ursprüngliche Übertragung der Frames (ersten Informationseinheiten) verwendeten Leistungsamplitude liegen, es können jedoch auch andere Amplituden gewählt werden, die verschiedene relative Leistungen ergeben, und der oben genannte Wert soll den Umfang der vorliegenden Erfindung nicht einschränken.

**[0033]** [Fig. 2](#) zeigt die Bauteile der Sendestufe in einer Basisstation **20** des Telekommunikationssystems **1**. Ein Sender **50** überträgt Informationseinheiten als Frames mit einer Leistung, die von den Steuermitteln **60** gesteuert wird. In diesem Beispiel reagieren die Steuermittel **60** auf die Überwachungsmittel **70**. Wie oben erwähnt gibt der Sender **50** erneut übertragene Informationen mit einer höheren Übertragungsleistung als die Übertragungsleistung aus, die für die ursprüngliche Übertragung dieser Informationen eingesetzt wurde. Der Sender **50**, die Steuermittel **60** und die Überwachungsmittel **70** sind zwar zusammen als Bauteile der Sendestufe in der Basisstation **20** dargestellt, dies bedeutet jedoch keine Einschränkung der vorliegenden Erfindung. Die Überwachungsmittel können beispielsweise getrennt von der Sendestufe angeordnet sein. In einigen Fällen können sich die Übertragungsmittel auf der Empfangsseite der drahtlosen Verbindung befinden.

**[0034]** Das obige Schema ermöglicht es, erneut übertragene Daten erfolgreich mit einem erhöhten Vertrauensgrad zu übertragen, und dies kann in den Anwendungen genutzt werden, bei denen es von Bedeutung ist, dass Informationen beim ersten Versuch der erneuten Übertragung erfolgreich gesendet werden. Die Übertragungsleistung für den ersten Übertragungsversuch können in einem erfindungsgemäßen Verfahren und System variieren. Beispielsweise kann es wünschenswert sein, diesen ursprünglichen Übertragungsleistungspegel  $P_1$  so zu

wählen, dass ein bestimmter Teil der ursprünglichen Übertragung wahrscheinlich eine erneute Übertragung (mit einem höheren Leistungspegel) erfordert. Die Auswahl der Übertragungsleistungspegel für den ersten Übertragungsversuch beeinflusst den Anteil an erneuten Übertragungen und dadurch den durchschnittlichen Übertragungsleistungspegel. Durch die Verringerung der ursprünglichen Übertragungsleistung sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass Informationen erfolgreich empfangen werden. Der Einsatz einer niedrigen Übertragungsleistung bewirkt jedoch eine Reduzierung des Energieverbrauchs des Senders. Die Übertragungsleistung für den ersten Versuch kann auf diese Weise genutzt werden, um den durchschnittlichen Energieverbrauch (wobei natürlich die Übertragungen mit der höheren Leistung berücksichtigen werden müssen) der Sendeschaltungsanordnung zu steuern und vorzugsweise einen minimalen durchschnittlichen Energieverbrauch aufrecht zu erhalten. Es ist offensichtlich, dass gewisse Anwendungen toleranter in Bezug auf das Auftreten von erneuten Übertragungen als andere sind, und es muss auf der Grundlage der relativen Bedeutung des Energiesparens gegenüber dem Auftreten erneuter Übertragungen ein Gleichgewicht hergestellt werden. Zu zahlreiche erneute Übertragungen können in der Tat zu einem höheren durchschnittlichen Energieverbrauch führen als er entstehen würde, wenn ausgewählt wird, dass die ursprüngliche Übertragung mit einem höheren Leistungspegel erfolgt und somit die Anzahl der erneuten Übertragungen reduziert wird. Die vorliegende Erfindung ist in erster Linie für den Einsatz in der Übertragung von Datenverkehr vorgesehen, der beispielsweise Benutzervideodaten, Sprachdaten oder Dateien umfassen kann, und die Anforderungen an die Übertragung der verschiedenen Arten von Datenverkehr sind dem Fachkundigen bekannt. Eine Gesamtreduzierung der Übertragungsleistung reduziert den Energieverbrauch. Dies ist besonders dann von Vorteil, wenn eine sich erschöpfende Energiequelle, wie eine Batterie, eingesetzt wird. Bei gewissen Ausführungsformen kann es wünschenswert sein, die zulässige Anzahl der erneuten Übertragungen im Interesse des Energiesparens bzw. der Begrenzung von Übertragungsverzögerungen einzuschränken.

**[0035]** Dieses Merkmal des Energiesparens ist auch in [Fig. 4](#) dargestellt. Die Informationen werden ursprünglich mit einer Leistung  $P_1$  übertragen, die niedriger als die Leistung  $P_k$  ist, die für die Übertragung und erneute Übertragung in einem System eingesetzt würde, das nicht von der Erfindung profitiert. Wie angemerkt wird, werden die erneut übertragenen Informationen, in diesem Fall der Frame  $I$  ( $N + 1$ ) mit einer Leistung  $P_R$  erneut übertragen, die höher als  $P_1$  ist. In diesem Fall ist  $P_R$  auch höher als  $P_k$ , auch wenn dies nicht zwingend ist. Die Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs kann genutzt werden, um eine Anzahl von Vorteilen zu schaffen, beispielsweise eine

verlängerte Betriebsdauer im Fall einer batteriebetriebenen Ausrüstung, der Einsatz von kleineren, leichteren Batterien oder der Einsatz einer wirtschaftlicheren Batterietechnik.

**[0036]** Die vorliegende Erfindung kann mit Hinblick auf die Anforderungen der speziellen Anwendung ausgeführt werden. Bei Anwendungen, bei denen gelegentliche Übertragungsfehler tolerierbar sind, kann es möglich sein, die ursprüngliche Übertragungsleistung erheblich zu reduzieren und somit eine hohe Reduzierung des Energieverbrauchs zu bewirken, wobei man sich darauf verlässt, dass wahrscheinlich die Übertragung bei einer Wiederholung erfolgreich ist. Bei Anwendungen, bei denen die Energieeinsparung gegen die Vermeidung unnötiger erneuter Übertragungen abzuwägen ist, wird der ursprüngliche Leistungspegel nicht in gleichem Maße reduziert.

**[0037]** Die vorliegende Erfindung wird zwar mit Bezug auf ein mobiles zelluläres Funktelefonsystem beschrieben, jedoch schließen andere Anwendungen drahtlose Telefonsysteme, drahtlose LANs, beispielsweise Hyperlan, und zukünftige Generationen mobiler Kommunikation, wie UMTS, ein.

**[0038]** Abwandlungen des grundlegenden Schemas können die Erhöhung der Leistung bei einer erneuten Übertragung lediglich in dem Fall beinhalten, dass der erste oder eine Vielzahl von ursprünglichen Versuchen der erneuten Übertragung fehlschlugen, wodurch ein größerer Rahmen für eine Reduzierung des Energieverbrauchs geschaffen wird.

**[0039]** Eine weitere Abwandlung des grundlegenden Schemas besteht darin, eine progressive Leistungserhöhung für Informationen zu schaffen, die mehr als einmal erneut übertragen werden. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit, dass nicht erfolgreich übertragene Informationen infolge mehrerer erneuter Übertragungen weiter verzögert werden, reduziert. In einigen Fällen kann es wünschenswert sein, die maximal zulässige Anzahl von Versuchen der erneuten Übertragung für eine gegebene ursprüngliche Übertragung einzuschränken.

**[0040]** Während die vorliegende Erfindung direkte Vorteile bezüglich einer zuverlässigen Übertragung von Informationen und eine Reduzierung des Energieverbrauchs bietet, kann von anderen indirekten Vorteilen durch die korrekte Implementierung der vorliegenden Erfindung profitiert werden. Eine niedrigere (also durchschnittliche) Übertragungsleistung kann eine reduzierte Interferenz mit anderen Übertragungen bewirken. Ein Beispiel hierfür in einem zellularen System macht sich als eine Reduzierung der gesamten Gleichkanalinterferenz (und eine möglich Reduzierung bei anderen Interferenzarten) bemerkbar, da die Dauer der Hochleistungsübertragungen relativ kurz ist. Dies kann eine geringere Interferenz

mit anderen Benutzern bewirken.

**[0041]** Die vorliegende Erfindung wurde zwar mit Bezug auf ein bekanntes ARQ-Schema beschrieben, jedoch ist dies nicht als Einschränkung zu betrachten. Wie beschrieben kann die vorliegende Erfindung primär als ein spezielles ARQ-Schema betrachtet werden, in welchem Fall die Informationen im Allgemeinen digitale Daten sind, die in Frames oder Paketen organisiert sind. In diesem Fall kann die Erfindung als ein Fehlerkontrollschema mit automatischer Wiederholungsanforderung betrachtet werden, bei dem übertragene Daten-Frames oder -pakete, die nicht erfolgreich übertragen worden zu sein scheinen, durch weitere Übertragungen mit einem Leistungspegel komplementiert werden, der höher als der Leistungspegel ist, mit dem die Daten-Frames oder -pakete ursprünglich übertragen wurden. Die vorliegende Erfindung hält außerdem Schritt mit Verfahren, bei denen erste und nachfolgende Übertragungen oder erneute Übertragungen kombiniert werden können, um Informationen wiederherzustellen. Bei derartigen Verfahren kann es vorgezogen werden, eine Art der Mittelwertbildung einzusetzen, und in diesem Fall kann es auch vorgezogen werden, mehr „Gewicht“ auf Informationen zu legen, die mit einer höheren Leistung übertragen wurden. Die vorliegende Erfindung bringt zwar den größten Nutzen bei einer drahtlosen Funkverbindung, kann jedoch im Prinzip auch in Systemen implementiert werden, bei denen Verbindungen von anderen Medien, beispielsweise Koaxialkabel, verdrehte Paare usw., eingesetzt werden, auch wenn das Problem des Energieverbrauchs normalerweise in verdrahteten Kommunikationsverbindungen eine geringere Bedeutung hat. Ferner wurde die vorliegende Erfindung zwar mit Bezug auf ein Beispiel beschrieben, bei dem die Übertragung von einem ortsfesten Endgerät zu einem tragbaren Endgerät erfolgt, es ist jedoch für den Fachkundigen offensichtlich, dass die vorliegende Erfindung in der Anwendung nicht derart eingeschränkt ist. Das heißt, dass die vorliegende Erfindung bei der Übertragung von Informationen in einer der beiden Richtungen einer Kommunikationsverbindung oder in beide Richtungen eingesetzt werden kann, ungeachtet der Tatsache, dass die Sendestation bzw. die Empfangsstation ortsfest oder mobil ist. Dem Fachkundigen wird ebenfalls ersichtlich sein, dass in einem Zwei-Wege-Kommunikationssystem eine Sendestation mit einer Empfangsstation kombiniert werden kann.

**[0042]** Aus der Lektüre der vorliegenden Beschreibung werden dem Fachkundigen leicht weitere Abwandlungen ersichtlich sein. Bei derartigen Abwandlungen können andere Mittel eingesetzt werden, die von der Konstruktion, der Herstellung und der Verwendung von Systemen und Vorrichtungen und deren Bestandteilen her bekannt sind, und die anstatt oder zusätzlich zu hier bereits beschriebenen Mitteln



eingesetzt werden können.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von Informationen über eine drahtlose digitale Kommunikationsverbindung (**30**) zwischen einer Sendestation (**20**) und einer Empfangsstation (**40**), das Folgendes umfasst: das Unterteilen des Informationsgehaltes in erste Informationseinheiten, das Senden der ersten Informationseinheiten mit einem ersten Leistungspegel, das Überwachen, ob der Empfang der gesendeten Informationseinheiten korrekt erfolgte, **dadurch gekennzeichnet**, dass für diejenigen der ersten Informationseinheiten, bei den die Überwachung nicht anzeigte, dass der Empfang korrekt erfolgte, zweite Informationseinheiten erzeugt werden, die den ersten Informationseinheiten zugeordnet sind, wobei es die zweiten Informationseinheiten ermöglichen, dass der Inhalt der ersten Informationseinheiten wiederhergestellt wird, und durch Senden der zweiten Informationseinheiten mit einem zweiten Leistungspegel, der höher als der erste Leistungspegel ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Inhalt der zweiten Informationseinheiten der gleiche wie der Inhalt der ersten Informationseinheiten ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Informationseinheiten Daten-Frames oder Datenpakete (**101**, **102**, **103**) sind.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachung von der Sendestation (**20**) auf der Grundlage von durch die Empfangsstation (**40**) zur Verfügung gestellten Informationen durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Informationseinheiten Vorwärtsfehlerkorrekturinformationen enthalten, die den ersten Informationseinheiten zugeordnet sind.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorwärtsfehlerkorrekturinformationen leistungsfähiger sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Leistungspegel so ausgewählt wird, dass eine Wahrscheinlichkeit der fehlgeschlagenen Übertragung von ersten Informationseinheiten erhöht wird und eine Wahrscheinlichkeit der nachfolgenden Übertragung von zweiten Informationseinheiten erhöht wird und der durchschnittliche Energieverbrauch unter Berücksichtigung des ersten Leistungspegels und des zweiten Leistungspegels minimiert wird, wobei der erste Leistungspegel der niedrigste Pegel ist, der einer ma-

ximal zulässigen Wahrscheinlichkeit der fehlgeschlagenen Übertragung von ersten Informationseinheiten und der nachfolgenden Übertragung der zweiten Informationseinheiten entspricht.

8. Digitales drahtloses Kommunikationssystem (**1**) mit mindestens einem Sender (**20**), der Folgendes umfasst: Mittel zum Erzeugen von Informationseinheiten, um einen Informationsinhalt in erste Informationseinheiten (**101**, **102**) zu unterteilen, Steuermittel (**60**) zum Steuern der Sendeausgangsleistung, Sendemittel (**50**), die auf die Steuermittel so reagieren, dass sie erste Informationseinheiten (**101**, **102**) mit einem ersten Leistungspegel übertragen, und Überwachungsmittel (**70**) zum Überwachen, ob beim Empfänger ein korrekter Empfang der übertragenen Einheiten erfolgte, und mindestens einen Empfänger (**40**) mit Mitteln zum Empfangen der übertragenen Informationseinheiten, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Erzeugen von Informationseinheiten zweite Informationseinheiten (**103**) bilden, die denjenigen (**102**) der ersten Informationseinheiten (**102**) zugeordnet sind, bei denen die Überwachungsmittel (**70**) nicht anzeigen, dass ein korrekter Empfang erfolgte, wobei die zweiten Informationseinheiten auf eine Art erzeugt werden, die es ermöglicht, den Inhalt der ersten Informationseinheiten wiederherzustellen, und dass die Steuermittel (**60**) veranlassen, dass die zweiten Informationseinheiten von den Sendemitteln mit einem zweiten Leistungspegel übertragen werden, der höher als der erste Leistungspegel ist.

9. Kommunikationssystem (**1**) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Inhalt der zweiten Informationseinheiten der gleiche wie der Inhalt der ersten Informationseinheiten ist.

10. Kommunikationssystem (**1**) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das System (**1**) ein zellulares Mobilfunksystem ist.

11. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuermittel (**60**) den ersten Leistungspegel so auswählen, dass eine Wahrscheinlichkeit der fehlgeschlagenen Übertragung von ersten Informationseinheiten erhöht wird und eine Wahrscheinlichkeit der nachfolgenden Übertragung von zweiten Informationseinheiten erhöht wird und der durchschnittliche Energieverbrauch unter Berücksichtigung des ersten Leistungspegels und des zweiten Leistungspegels minimiert wird, wobei der erste Leistungspegel der niedrigste Pegel ist, der einer maximal zulässigen Wahrscheinlichkeit der fehlgeschlagenen Übertragung von ersten Informationseinheiten und der nachfolgenden Übertragung der zweiten Informationseinheiten entspricht.

12. Sendestation (**20**) für die digitale, drahtlose Übertragung von Informationen zu einem Empfänger

(40), wobei die genannte Sendestation über Folgendes verfügt: Mittel zum Erzeugen von Informationseinheiten, um einen Informationsinhalt in erste Informationseinheiten (101, 102) zu unterteilen, Steuermittel (60) zum Steuern der Sendeausgangsleistung, Sendemittel (50), die auf die Steuermittel so reagieren, dass sie erste Informationseinheiten (101, 102) mit einem ersten Leistungspegel übertragen, und Überwachungsmittel (70) zum Überwachen, ob beim Empfänger ein korrekter Empfang der übertragenen Einheiten erfolgte, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Erzeugen von Informationseinheiten zweite Informationseinheiten (103) bilden, die denjenigen (102) der ersten Informationseinheiten (102) zugeordnet sind, bei denen die Überwachungsmittel (70) nicht anzeigen, dass ein korrekter Empfang erfolgte, wobei die zweiten Informationseinheiten auf eine Art erzeugt werden, die es ermöglicht, den Inhalt der ersten Informationseinheiten wiederherzustellen, und dass die Steuermittel (60) veranlassen, dass die zweiten Informationseinheiten von den Sendemitteln mit einem zweiten Leistungspegel übertragen werden, der höher als der erste Leistungspegel ist.

13. Sendestation (20) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Inhalt der zweiten Informationseinheiten der gleiche wie der Inhalt der ersten Informationseinheiten ist.

14. Sendestation nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendestation (20) als Bestandteil eines zellularen Mobilfunksystems eingesetzt wird.

15. Sendestation nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuermittel (60) den ersten Leistungspegel so auswählen, dass eine Wahrscheinlichkeit der fehlgeschlagenen Übertragung von ersten Informationseinheiten erhöht wird und eine Wahrscheinlichkeit der nachfolgenden Übertragung von zweiten Informationseinheiten erhöht wird und der durchschnittliche Energieverbrauch unter Berücksichtigung des ersten Leistungspegels und des zweiten Leistungspegels minimiert wird, wobei der erste Leistungspegel der niedrigste Pegel ist, der einer maximal zulässigen Wahrscheinlichkeit der fehlgeschlagenen Übertragung von ersten Informationseinheiten und der nachfolgenden Übertragung der zweiten Informationseinheiten entspricht.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

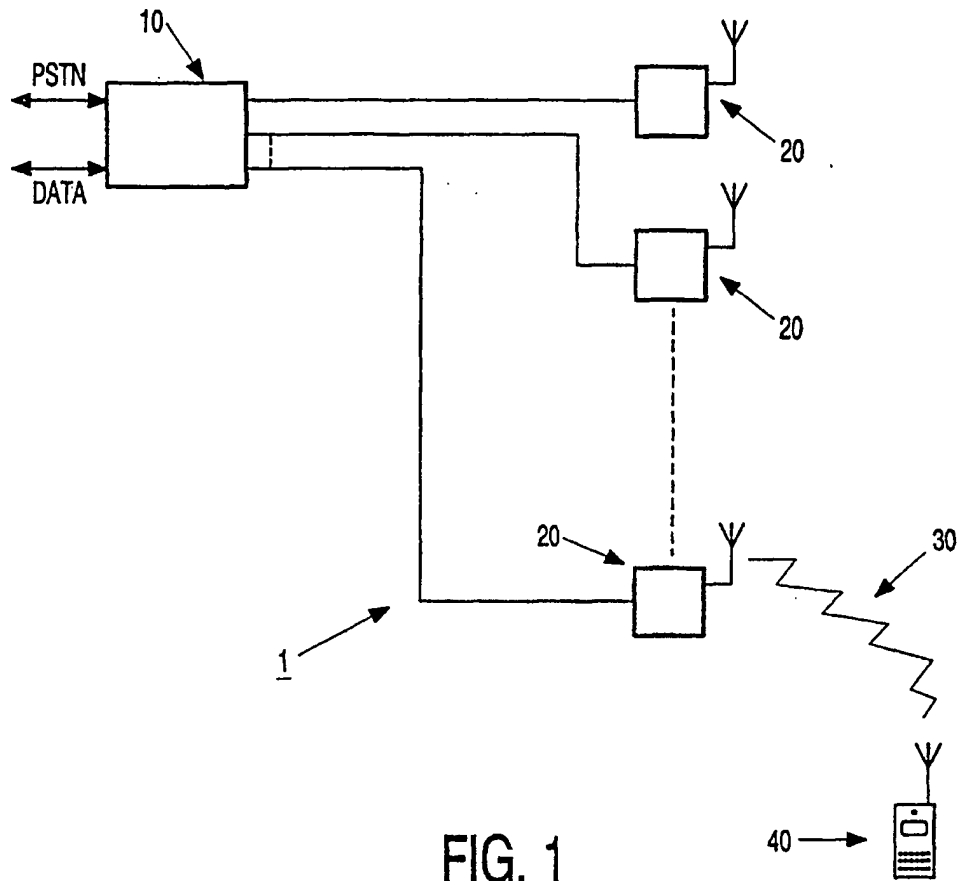


FIG. 1

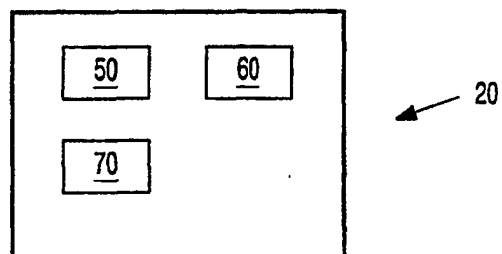


FIG. 2

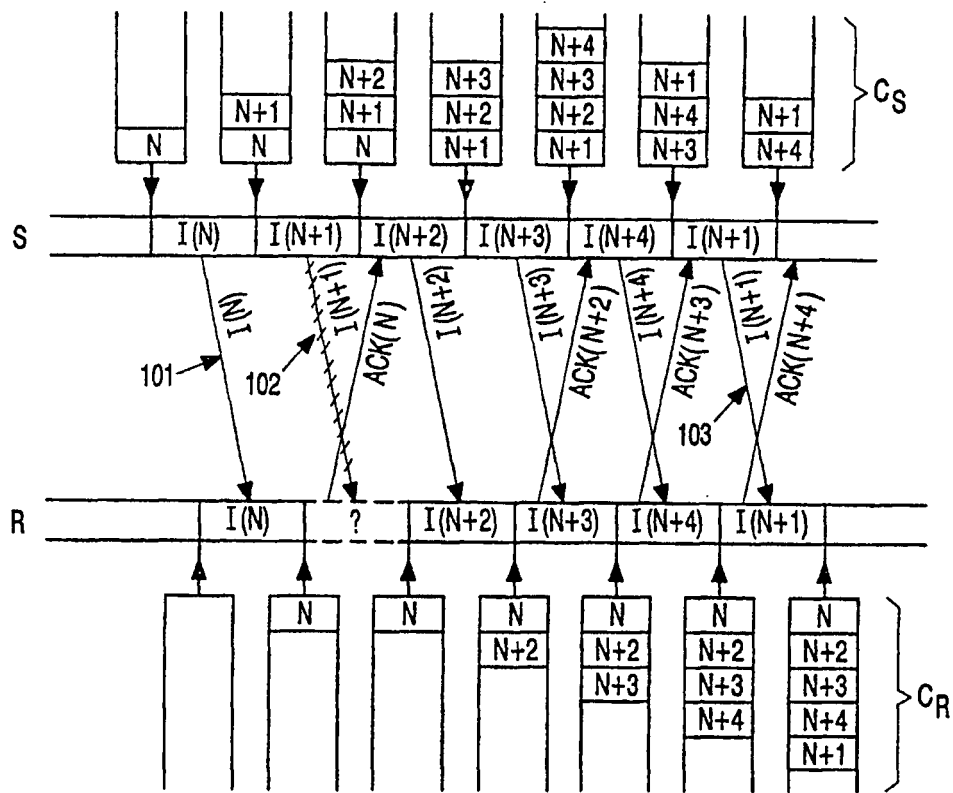


FIG. 3

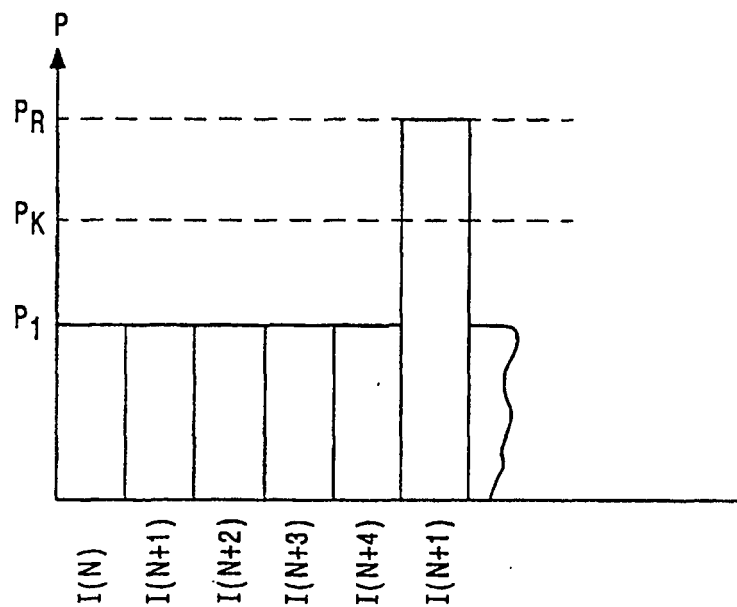


FIG. 4