



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zur Qualitätsprüfung von über einen Funkkanal übertragenen Datenpaketen

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in einem Funkempfänger, insbesondere in einem Mobilfunkempfänger, sowie ein Verfahren zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen.

10

Bei der Mobilfunkübertragung wird der zu übertragende Nutzdatenstrom senderseitig in Datenpakete zerlegt, welche dann zum Empfänger übertragen werden. Auf Seiten des Empfängers werden die empfangenen Pakete zunächst einem Entschachteler zugeführt, der für jeden übertragenen Datenblock eine Permutation der Datensymbole dieses Datenblocks vornimmt. Der Ausgang des Entschachtelers ist mit dem Eingang des empfängerseitigen Viterbi-Decoders verbunden, welcher den eingehenden Datenstrom decodiert.

20

Hinsichtlich eines empfangenen Datenpakets muss nun beurteilt werden, ob die Zahl der innerhalb des Datenpakets vorkommenden Fehler noch akzeptabel ist oder ob das empfangene Datenpaket verworfen werden muss. In diesem Fall müsste das Datenpaket erneut beim Sender angefordert und zum Empfänger übertragen werden.

25

Zur Beurteilung der Qualität der übertragenen Daten ist es bekannt, zusammen mit den Nutzdatenbits ein Fehlerschutzwort zu übertragen, welches zumindest für einen Teil der übertragenen Nutzdatenbits eine Überprüfung der Datenintegrität ermöglicht. Zur Überprüfung der Datenintegrität werden verschiedene aus der Codierungstheorie bekannte Prüfsummenverfahren und CRC-Checks (Cyclic Redundancy Checks) eingesetzt. Bei den einfachsten dieser Verfahren wird zusammen mit der Folge von Nutzbits ein Paritätsbit übertragen. Kompliziertere

30

35

Prüfsummenverfahren ermöglichen zusätzlich zur Fehlererkennung auch eine Fehlerkorrektur.

Beim Mobilfunkstandard GSM werden drei Klassen von Nutzbits, nämlich die Klassen Ia, Ib sowie II, unterschieden. Während die gesendeten Bits der Klasse Ia zusammen mit einem zugehörigen Fehlerschutzwort übertragen werden, ist für die Bits der Klasse Ib kein derartiges Fehlerschutzwort vorgesehen. Die Bits der Klasse II unterscheiden sich von den Bits der Klassen Ia und Ib dadurch, dass sie nach der Entschachtelung am Viterbi-Decoder vorbeigeführt werden und ohne weitere Decodierung weiterverarbeitet werden können. Beim GSM-Standard wird daher nur für die Nutzbits der Klasse Ia (und somit nur für einen gewissen Bruchteil der insgesamt übertragenen Nutzbits) eine CRC-Überprüfung durchgeführt. In Abhängigkeit vom Ergebnis der CRC-Überprüfung wird das Datenpaket entweder akzeptiert oder verworfen.

Die Fehlerwahrscheinlichkeit der Bits der nicht verworfenen Rahmen, die sogenannte Restfehlerwahrscheinlichkeit, ist jedoch in vielen Fällen noch zu groß. Für den Mobilfunkstandard GSM hat die ETSI (European Telecommunications Standards Institute) strenge Vorgaben für die Restfehlerwahrscheinlichkeit (Residual Bit Error Rate, RBER) festgesetzt. Derartige Vorgaben existieren auch für die sogenannte Rahmenausschussrate (Frame Erasure Rate, FER), welche die relative Anzahl der verworfenen Rahmen angibt. Von diesen beiden Vorgaben ist die Vorgabe für die Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER die schwieriger zu erfüllende. Da mit einem Prüfsummentest nur die Ia-Bits auf Fehler überprüft werden können und somit nur ein kleiner Teil der übertragenen Bits erfasst wird, ist die Wahrscheinlichkeit für nicht erkannte fehlerhafte Bits der Klassen Ib und II recht groß, oft größer als zulässig.

Zur Lösung dieses Problems wird in der US-Patentschrift 5,113,400 "Error Detection System" von A.F. Gould und P.D. Rasky ein zusätzliches Überprüfungsverfahren vorgeschlagen.

Hierzu wird der am Ausgang des Viterbi-Decoders auftretende decodierte Nutzdatenstrom einem Faltungscodierer zugeführt, der exakt dem senderseitig verwendeten Faltungscodierer entspricht. Dieser Faltungscodierer codiert den decodierten Datenstrom erneut. Der so erhaltene encodierte Datenstrom sollte mit dem am Eingang des Viterbi-Decoders anliegenden encodierten Datenstrom genau übereinstimmen. Durch einen Vergleich der beiden Datenströme, welcher beispielsweise von einem XOR-Gatter durchgeführt werden kann, lässt sich die Zahl der innerhalb eines bestimmten Datenpakets auftretenden Bitfehler erfassen. Die Zahl der für ein Datenpaket bzw. für eine Gruppe von Datenpaketen ermittelten Bitfehler wird als Metrik bezeichnet. Wenn die Metrik einen gewissen vorgegebenen Schwellwert übersteigt oder wenn der parallel hierzu durchgeführte Prüfsummentest nicht erfolgreich ist, dann wird der Rahmen verworfen. Dadurch wird in jedem Fall die Rahmenausschussrate FER erhöht; die Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER wird abgesenkt. Dieses Verfahren, bei dem die Metrik mit einem fix vorgegebenen Schwellwert verglichen wird, hat jedoch den Nachteil, dass die Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER immer noch starken Schwankungen unterliegt.

Aus diesem Grund wurden Lösungen vorgeschlagen, bei denen der Schwellwert für die Metrik adaptiert wird. Eine derartige Lösung ist im US-Patent 6,092,230 "Method and Apparatus for Detecting Bad Frames of Information in a Communication System" von S.L. Wood, T.J. Kundmann, L.M. Proctor sowie K. Stewart vorgeschlagen. Ein Zustandsautomat erfasst die Häufigkeit der Verwerfung von Rahmen und variiert den Schwellwert für die Metrik so, dass die relative Anzahl der verworfenen Rahmen, also die Rahmenausschussrate FER, innerhalb eines gewünschten Bereichs liegt. Mit Hilfe dieses Verfahrens kann die Rahmenausschussrate FER auf einen gewünschten Wert eingeregelt werden. Dieses Verfahren ist jedoch nicht dafür geeignet, die Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER in einen gewünschten Bereich zu regeln.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Einstellung von Schwellwerten bei der Qualitätsprüfung empfangener Datenpakete zur Verfügung zu stellen, mit dem starke Schwankungen der Restfehlerwahrscheinlichkeit (RBER) vermieden werden können.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen gemäß Anspruch 1, durch einen Mobilfunkempfänger gemäß Anspruch 14 sowie durch ein Verfahren zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in einem Mobilfunkempfänger gemäß Anspruch 15 gelöst.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in einem Funkempfänger, insbesondere in einem Mobilfunkempfänger, umfasst einen Faltungsdecodierer zur Decodierung der empfangenen Datenpakete, Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete sowie Vergleichsmittel, welche für die Qualität der decodierten Datenpakete charakteristische Parameter mit Schwellwerten vergleichen und die Datenpakete in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis akzeptieren, verwerfen oder modifizieren. Darüber hinaus umfasst die Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps, welche ermitteln, ob es sich bei dem aktuellen Übertragungskanal um einen schnell veränderlichen oder um einen langsam veränderlichen Übertragungskanal handelt, sowie Mittel zur Festlegung der Schwellwerte für die Vergleichsmittel in Abhängigkeit vom ermittelten Übertragungskanaltyp.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich das Übertragungsverhalten von langsam veränderlichen (Mobil-)Funkkanälen grundlegend vom Übertragungsverhalten von schnell veränderlichen (Mobil-)Funkkanälen unterscheidet. Um einen langsam veränderlichen Übertragungskanal handelt es sich beispielsweise bei dem Übertragungskanal, der zwischen

einem mobiltelefonierenden Fußgänger in städtischer Umgebung und der nächstgelegenen Basisstation (Typical Urban 3 km/h, TU3) aufgebaut wird. Bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen kommt es abwechselnd zu langen Zeiträumen von guter und von schlechter Übertragungsqualität. Dies führt dazu, dass die Übertragungsqualität während der Übertragung eines Datenpakets meist konstant bleibt - entweder konstant gut oder konstant schlecht. Als Folge hiervon weisen die empfangenen Daten nach ihrer Decodierung entweder keine bzw. sehr wenig Fehler, oder aber sehr viele Fehler auf.

Bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen dagegen wechselt die Übertragungsqualität des Kanals in kürzeren Abständen. Zeitintervalle mit guter Übertragungsqualität wechseln sich in schneller Folge mit Zeitintervallen schlechter Übertragungsqualität ab. Aus diesem Grund wechselt während der Übertragung eines Datenpakets in der Regel mehrfach die Übertragungsqualität. Da die Nutzdatenbits mit einer gewissen Redundanz übertragen werden, können im Faltungsdecodierer fehlerhaft übertragene Teile eines Datenpakets in der Regel anhand von anderen, fehlerfrei übertragenen Teilen des Datenpakets rekonstruiert werden. Bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen enthält der Großteil der decodierten Datenpakete zwar einige Fehler; Datenpakete mit sehr großer Fehlerzahl sind dagegen bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen selten. Auch vollkommen fehlerfreie Datenpakete kommen nur selten vor, weil hierfür während des gesamten, für die Übertragung des Datenpakets benötigten Zeitraums eine hinreichend gute Übertragungsqualität gegeben sein muss. Dies kommt bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen selten vor.

Wegen des unterschiedlichen Übertragungsverhaltens von verschiedenen physikalischen Kanälen kommt es auch zu einem unterschiedlichen Verhalten bei der Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER, also bei der Wahrscheinlichkeit von Fehlern bei den nicht explizit auf Fehler überprüfbaren Bits. Bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen gilt grundsätzlich, dass

bei Vorliegen eines guten Übertragungszeitraums keine Fehler auftreten. Wenn dagegen für einige der überprüften Bits Bitfehler festgestellt wurden, so ist bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen die Restfehlerwahrscheinlichkeit bei den
5 nicht überprüften Bits sehr groß, weil davon auszugehen ist, dass das gesamte Datenpaket während eines schlechten Übertragungszeitraums übertragen wurde. Bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen dagegen ist für den Fall, dass bereits einige Bitfehler detektiert wurden, die Restfehlerwahrscheinlichkeit deutlich geringer.
10

Um dieser Abhängigkeit der Restfehlerwahrscheinlichkeit vom Typ des Übertragungskanals Rechnung zu tragen, werden bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw.
15 unzuverlässig übertragenen Datenpaketen die Schwellwerte für die Qualität der decodierten Datenpakete an den vorab ermittelten Übertragungskanaltyp angeglichen. Wenn festgestellt wird, dass ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt, dann werden strenge Schwellwerte für die Qualitätsüberprüfung festgesetzt. Denn auch wenn innerhalb des
20 überprüften Teils der übertragenen Nutzdaten nur einige wenige Fehler auftreten, muss bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen davon ausgegangen werden, dass das gesamte Datenpaket fehlerhaft übertragen wurde. Auch wenn innerhalb des
25 überprüften Bruchteils der Nutzdaten nur wenige Fehler festgestellt wurden, sollte das Datenpaket daher verworfen werden.

Wenn dagegen festgestellt wird, dass ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vorliegt, dann dürfen die Schwellwerte für die Qualität der decodierten Datenpakete großzügiger festgesetzt werden. In diesem Fall ist auch bei Vorliegen von
30 einigen Fehlern innerhalb des überprüften Bruchteils der Nutzdatensequenz noch davon auszugehen, dass große Teile des
35 Datenpakets korrekt übertragen wurden.

Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Adaption der Schwellwerte in Abhängigkeit vom ermittelten Übertragungskanaltyp lässt sich erreichen, dass die Restfehlerwahrscheinlichkeit auch bei wechselnden Übertragungsbedingungen auf einem in etwa konstanten Wert gehalten werden kann. Dies führt zu einer gleichmäßigeren Übertragungsqualität; schwankende Bitfehler-raten können durch Einsatz der erfindungsgemäßen Lösung vermieden werden. Mit der erfindungsgemäßen Lösung lässt sich auch eine optimale Balance zwischen der Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER und der relativen Anzahl der verworfenen Rahmen, der Rahmenausschussrate FER herstellen. Maßgeblich für diese mit Hilfe der erfindungsgemäßen Lösung erzielten Erfolge ist die Unterscheidung zwischen langsam veränderlichen und schnell veränderlichen Übertragungskanälen sowie das Verständnis des dadurch verursachten unterschiedlichen Übertragungsverhaltens. Die Unterscheidung, ob ein langsam veränderlicher oder ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vorliegt, kann anhand einiger in dieser Patentanmeldung offenkundiger Kriterien einfach und schnell getroffen werden. Der Schaltungsaufwand für die Implementierung von Mitteln zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps ist gering.

Es ist von Vorteil, wenn die Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete einen Faltungscodierer zur erneuten Codierung der decodierten Daten umfassen. Im Faltungsdecodierer wird ausgehend von den über den Mobilfunkkanal empfangenen Daten mit Hilfe des Viterbi-Algorithmus ermittelt, welche Nutzdatensequenz der Übertragung mit der größten Wahrscheinlichkeit zugrunde gelegen hat. Um dieses Schätzungsergebnis des Faltungsdecodierers zu überprüfen, werden die decodierten Daten mittels eines zusätzlichen Faltungscodierers erneut codiert. Durch das erneute Codieren der decodierten Daten kann der ursprüngliche, encodierte Bitstrom, welcher dem Viterbi-Decoder zugeführt worden war, mit dem erneut encodierten Bitstrom verglichen werden. Aus dem Vergleich der beiden Bitströme kann die Zahl der Bitfehler pro Datenpaket bestimmt werden. Die Zahl der für ein be-

stimmtes Datenpaket ermittelten Abweichungen bzw. Bitfehler soll im folgenden als Metrik bezeichnet werden. Diese Metrik, die durch erneute Faltungscodierung der decodierten Daten gewonnen wird, stellt eine aussagekräftige Kennzahl für die Qualität der decodierten Datenpakete dar und eignet sich daher in besonderem Maße für die Überprüfung der Übertragungsqualität.

Dabei ist es von Vorteil, wenn die Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete mindestens eine XOR-Verknüpfung umfassen, mit der die Abweichungen zwischen den empfangenen Daten und den durch den Faltungscodierer erneut codierten Daten feststellbar sind. Wenn an den beiden Eingängen eines XOR-Gatters übereinstimmende Signalwerte angelegt werden, dann erscheint am Ausgang des XOR-Gatters der Wert „0“. Wenn dagegen an einem der Eingänge des Gatters eine „0“ und an dem anderen Eingang eine „1“ anliegt, dann kann am Ausgang des XOR-Gatters der Wert „1“ abgegriffen werden. Ein XOR-Gatter ist daher besonders geeignet, um die abweichenden Bits zwischen zwei Bitströmen zu erfassen. Jede Abweichung zwischen den beiden Bitströmen wird durch den Wert „1“ am Ausgang des XOR-Gatters angezeigt.

Es ist von Vorteil, wenn die Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete einen Fehlerzähler umfassen, der die Fehlerzahl als Zahl der Abweichungen zwischen den empfangenen Daten und den durch den Faltungscodierer erneut codierten Daten zählt. Der encodierte Datenstrom der empfangenen Daten und der durch den Faltungscodierer erzeugte Datenstrom von erneut encodierten Daten werden bitweise miteinander verglichen, und der Fehlerzähler zählt die Zahl der Abweichungen. Der Fehlerzähler liefert zu jedem empfangenen Datenpaket die Metrik des Datenpakets, also die für das Datenpaket ermittelte Fehlerzahl. Wenn die Abweichungen zwischen den empfangenen Daten und den durch den Faltungscodierer erneut codierten Daten mit Hilfe eines XOR-Gatters erfasst wer-

den, dann zählt der Fehlerzähler, wie oft am Ausgang des XOR-Gatters der Signalwert „1“ auftritt.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird
5 die vom Fehlerzähler ermittelte Fehlerzahl durch die Vergleichsmittel mit mindestens einem Schwellwert verglichen, und in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis werden die Datenpakete akzeptiert, verworfen oder modifiziert. Bei der Fehlerzahl oder Metrik handelt es sich um einen aussagekräftigen Parameter für die Qualität der decodierten Datenpakete.
10 Je höher die Metrik ist, desto schlechter ist die Qualität des decodierten Datenpakets. Mit dem Metrik-Schwellwert wird die gerade noch akzeptable Fehlerzahl des Datenpakets definiert. Wenn die Fehlerzahl bzw. Metrik des Datenpakets unterhalb des Schwellwerts liegt, dann sind die decodierten Daten vertrauenswürdig. Wenn dagegen die vom Fehlerzähler ermittelte Fehlerzahl den Schwellwert übersteigt, dann muss das Datenpaket verworfen werden. Daraufhin kann die erneute Übertragung des Datenpakets angefordert werden.

20

Parallel zur Überprüfung der Metrik des empfangenen Datenpakets kann außerdem ein konventioneller Prüfsummentest (CRC; Cyclic Redundancy Check) für einen Teil der übertragenen Bits, beispielsweise für die Bits der Klasse Ia, durchgeführt
25 werden. Hierzu wird das zusammen mit den Bits der Klasse Ia übertragene Fehlerschutzwort herangezogen, anhand dessen sich die Datenintegrität der gesendeten Bits der Klasse Ia beurteilen lässt. Mithilfe des Prüfsummentests lässt sich beurteilen, ob innerhalb der Bits der Klasse Ia Bitfehler aufgetreten sind oder nicht. Wenn für ein empfangenes Datenpaket sowohl die Metrik ermittelt als auch ein CRC-Check durchgeführt wurde, dann wird das Datenpaket nur dann akzeptiert, wenn beide Tests die Daten als vertrauenswürdig einstufen. Wenn dagegen die Metrik oberhalb des Schwellwerts liegt, oder
30 wenn der Prüfsummentest bzw. der CRC-Check das Vorhandensein von Bitfehlern signalisiert, dann muss das empfangene Datenpaket verworfen werden. Eine Qualitätsüberprüfung anhand der

Metrik der Datenpakete kann daher problemlos mit den wohletablierten CRC-Überprüfungen, Paritätsprüfungen oder Prüfsummentests kombiniert werden.

5 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung erschließen die Mittel zur Bestimmung des Übertragungs-
kanaltyps den Übertragungskanaltyp anhand der Verteilung der
Häufigkeiten der verschiedenen für die Datenpakete ermittel-
ten Fehlerzahlen. Anhand der Verteilung der Häufigkeiten der
10 Fehlerzahlen lässt sich ermitteln, ob ein schnell veränderli-
cher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vor-
liegt. Hierzu wird für eine Menge von Datenpaketen für jedes
Datenpaket die zugehörige Fehlerzahl bestimmt. Anschließend
wird zu jeder möglichen Fehlerzahl i die Häufigkeit n_i ihres
15 Vorkommens in der betrachteten Menge von Datenpaketen be-
stimmt. Durch Auftragung der Fehlerzahl i gegen die Häufig-
keit n_i ihres Vorkommens erhält man ein Histogramm, welches
in Abhängigkeit von dem Typ des physikalischen Übertragungs-
kanals spezifische Besonderheiten aufweist. Betrachtet man
20 das Histogramm der Fehlerzahl für verschiedene physikalische
Kanäle bei gleichem zeitlich gemitteltem Signal-Stör-Abstand,
so zeigt sich, dass die Fehlerzahl bei langsam veränderlichen
Übertragungskanälen zwei Häufungspunkte bei Null und bei ei-
ner höheren Fehlerzahl aufweist. Bei schnell veränderlichen
25 Kanälen dagegen ist das Histogramm der Fehlerzahl von Null an
monoton fallend. Insbesondere die Häufigkeit einer Nullmetrik
ist bei langsam veränderlichen Kanälen besonders hoch, höher
als bei schnell veränderlichen Kanälen. Dies liegt daran,
dass eine Nullmetrik nur dann zustande kommt, wenn während
30 der gesamten für die Übertragung des Datenpakets benötigten
Zeitdauer gute Übertragungsbedingungen vorherrschen. Dieser
Fall kommt bei langsam veränderlichen Kanälen wesentlich häu-
figer vor als bei schnell veränderlichen Kanälen, bei denen
sich gute und schlechte Übertragungszeiträume während der
35 Übertragung eines Datenpakets in rascher Folge abwechseln.
Die Eigenschaften des physikalischen Übertragungskanals kön-

nen daher anhand des Histogramms der Metriken erkannt und berücksichtigt werden.

Dabei ist es insbesondere von Vorteil, wenn die Mittel zur
5 Bestimmung des Übertragungskanaltyps den Übertragungskanaltyp
anhand des Anteils von fehlerfreien Datenpaketen bestimmen.
Ein hoher Anteil von Datenpaketen mit Nullmetrik ist ein typisches Merkmal eines langsam variierenden Übertragungskanals. Anhand dieses Merkmals können langsam variierende und
10 schnell variierende Übertragungskanäle auf einfache Weise
voneinander unterschieden werden. Hierzu müssen lediglich innerhalb einer vorgegebenen Zahl von Datenpaketen die Datenpakete mit der Metrik Null ermittelt und gezählt werden.

15 Dabei ist es von Vorteil, wenn die Mittel zur Bestimmung des
Übertragungskanaltyps einen Nullmetrik-Zähler umfassen, der
innerhalb einer vorgegebenen Zahl von Datenpaketen die fehlerfreien Datenpakete zählt. Während des Empfangs einer vorgegebenen Zahl von Datenpaketen wird der Nullmetrik-Zähler
20 bei jedem Datenpaket, für das die Metrik den Wert Null aufweist, um eins inkrementiert. Ein derartiger Nullmetrik-Zähler lässt sich einfach und mit geringem Aufwand in Hardware implementieren. Anhand des vom Nullmetrik-Zähler gelieferten Ergebnisses können die verschiedenen Typen von physikalischen Übertragungskanälen auf einfache Weise unterschieden werden.
25

Dabei ist es von Vorteil, wenn die Mittel zur Bestimmung des
Übertragungskanaltyps mindestens einen Vergleich umfassen,
30 der die Zahl bzw. den Anteil der fehlerfreien Datenpakete mit
einem Nullmetrik-Grenzwert vergleicht, wobei anhand des Vergleichsergebnisses bestimmt wird, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt. Wenn der Anteil von fehlerfreien Datenpaketen innerhalb
35 halb der empfangenen Datenpakete den Nullmetrik-Grenzwert
überschreitet, dann liegt ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vor. Bei langsam veränderlichen Übertragungskanä-

len kommt es zu langen Zeitintervallen mit guter Übertragungsqualität und Datenpakete, die innerhalb dieser Zeitintervalle übertragen werden, weisen gar keine oder nur wenige Bitfehler auf. Wenn dagegen der Anteil von fehlerfreien Datenpaketen unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts liegt, dann kann auf einen schnell veränderlichen Übertragungskanal geschlossen werden. Ein Vergleich lässt sich auf einfache Weise als Komparatorschaltung realisieren, der Implementierungsaufwand ist gering. Anhand des vom Vergleich gelieferten Ergebnisses ist eine sichere Unterscheidung zwischen den verschiedenen Typen von physikalischen Kanälen möglich.

Es ist von Vorteil, wenn für den Fall, dass die Zahl bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert liegt, eine höhere Qualität der empfangenen Datenpakete gefordert wird als für den Fall, dass die Zahl bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts liegt. Diese Vorgehensweise mag zunächst paradox erscheinen: ein hoher Anteil von fehlerfreien Datenpaketen soll also gerade zu einer Verschärfung der Qualitätsanforderungen führen, während bei einem geringen Anteil von fehlerfreien Datenpaketen die Qualitätsanforderungen sogar noch gelockert werden. Der Grund für diese Vorgehensweise ist, dass aus dem Vorliegen von vielen fehlerfreien Datenpaketen auf einen langsam veränderlichen Übertragungskanal geschlossen werden kann. Bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen ist es aber sinnvoll, die Qualitätsanforderungen zu verschärfen, weil die Restfehlerwahrscheinlichkeit gerade bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen hoch ist. Wenn nämlich bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen Übertragungsfehler auftreten, dann treten sie gleich gehäuft auf, weil das Datenpaket wahrscheinlich komplett während eines schlechten Übertragungszeitraums übermittelt wurde. Deshalb macht es Sinn, derartige über einen langsam veränderlichen Übertragungskanal übertragene Datenpakete bereits bei relativ geringen Fehlerzahlen zu verwerfen. Wenn die Zahl der fehlerfreien Datenpakete dagegen unterhalb des Nullmetrik-

Grenzwerts liegt, dann liegt ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vor. In diesem Fall ist wegen der schnellen Abfolge von guten und schlechten Übertragungszeiträumen nicht mit dem gehäuften Auftreten von Übertragungsfehlern zu rechnen. Deshalb können für den Fall, dass die Zahl bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts liegt, die Anforderungen an die Qualität der Datenpakete gelockert werden.

10 Dabei ist es von Vorteil, wenn für den Fall, dass die Zahl bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwerts liegt, die Schwellwerte für die Vergleichsmittel auf niedrigere Werte gesetzt werden als für den Fall, dass die Zahl bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts liegt. Wenn die Zahl bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert liegt, dann handelt es sich bei dem Übertragungskanal um einen langsam veränderlichen Übertragungskanal. Insofern muss eine höhere Qualität der empfangenen Datenpakete gefordert werden. Dies bedeutet, dass die Datenpakete bereits bei relativ geringer Fehlerzahl verworfen werden sollten, und deshalb müssen die Schwellwerte für die Vergleichsmittel auf relativ niedrige Werte gesetzt werden. Wenn die Metrik diese relativ niedrigen Schwellwerte überschreitet, wird das Datenpaket verworfen. Wenn dagegen der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts liegt, dann handelt es sich um einen schnell veränderlichen Übertragungskanal. Dementsprechend sind die Qualitätsanforderungen weniger rigoros, und insofern können die Schwellwerte, bei deren Überschreitung das entsprechende Datenpaket verworfen wird, auf vergleichsweise höhere Werte gesetzt werden.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung führen die Vergleichsmittel zur Ermittlung schlecht empfangener Datenpakete einen Vergleich zwischen den für die Qualität der Datenpakete charakteristischen Parametern und einem ersten Schwellwert durch. Die Vergleichsmittel zur Ermittlung unzu-

verlässig empfangener Datenpakete führen einen Vergleich zwischen den für die Qualität der Datenpakete charakteristischen Parametern und einem zweiten Schwellwert durch, wobei der zweite Schwellwert kleiner ist als der erste Schwellwert. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung wird neben der Klasse „schlechter Rahmen“ zusätzlich die Klasse „unzuverlässiger Rahmen“ eingeführt. Auch hier kann eine Rate für die unzuverlässigen Rahmen (UFR, Unreliable Frame Rate) sowie eine Restfehlerrate URBFR für die unzuverlässigen Rahmen definiert werden. Sobald die Fehlerrate eines Datenpakets den kleineren, zweiten Schwellwert übersteigt, wird der Rahmen als unzuverlässig klassifiziert. Wenn auch der höhere erste Schwellwert überschritten wird, so handelt es sich außerdem um einen schlechten Rahmen, der in jedem Fall verworfen werden muss. Hinsichtlich der unzuverlässigen Rahmen wäre es beispielsweise möglich, diese in Abhängigkeit von der aktuellen Häufigkeit verworfener Rahmen entweder beizubehalten oder zu verwerfen. Durch die Einführung der zusätzlichen Klasse "unzuverlässiger Rahmen" kann eine noch gleichmäßigere Qualität der Datenübertragung erzielt werden.

Es ist von Vorteil, wenn es sich bei dem Übertragungskanal um einen Halbraten-Kanal und insbesondere um einen Halbraten-Sprachkanal handelt. Beim Mobilfunkstandard GSM werden für Vollraten-Kanäle Datenpakete mit 456 Bits verwendet, während bei Halbraten-Kanälen Datenpakete mit 228 Bits vorgesehen sind. Wegen der bei Halbraten-Kanälen stark reduzierten Redundanz bei der Datenübertragung werden hier sowohl die Rahmenauslassrate FER als auch die Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER besonders streng geprüft. Bei Halbraten-Sprachkanälen kommt hinzu, dass ein Sprachrahmen nur über zwei statt vier Zeitschlitze verteilt übertragen wird. Wenn ein derartiger Sprachrahmen über einen langsam veränderlichen Übertragungskanal übermittelt wird, dann werden die Qualitätsanforderungen bei Einsatz der erfindungsgemäßen Lösung hochgesetzt. Wenn nämlich die Übertragung des Sprachrahmens vollständig innerhalb eines Zeitintervalls mit schlechten

Übertragungsbedingungen vorgenommen wird, dann ist die Wahrscheinlichkeit für ein gehäuftes Auftreten von Übertragungsfehlern sehr hoch.

- 5 Die Erfindung eignet sich insbesondere für eine aufwandsarme Implementierung auf einer integrierten Schaltung in einem Mobilfunkempfänger.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Detektion von
10 schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in einem Funkempfänger, insbesondere in einem Mobilfunkempfänger, wird zunächst ermittelt, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt. Anschließend werden in Abhängigkeit von dem ermittelten Typ des
15 Übertragungskanals Schwellwerte für die geforderte Qualität der Datenpakete festgelegt. Daraufhin wird ein Vergleich von für die Qualität der decodierten Datenpakete charakteristischen Parametern mit den festgelegten Schwellwerten durchgeführt. In Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis werden die Da-
20 tenpakete akzeptiert, verworfen oder modifiziert.

Bei festgelegten Schwellwerten weisen langsam veränderliche Übertragungskanäle eine wesentlich höhere Restfehlerwahrscheinlichkeit auf als schnell veränderliche Übertragungskanäle. Um eine gleichbleibende Übertragungsqualität gewährleisten zu können, werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Schwellwerte für die geforderte Qualität der Datenpakete in Abhängigkeit vom Typ des Übertragungskanals adaptiert. Um zu einer konstanten Restfehlerwahrscheinlichkeit zu gelangen,
25 werden die Schwellwerte für langsam veränderliche Übertragungskanäle auf niedrigere Werte gesetzt als die Schwellwerte für schnell veränderliche Übertragungskanäle. Die für die Qualität der decodierten Datenpakete charakteristischen Parameter, beispielsweise die Metrik, werden mit den festgelegten
30 Schwellwerten verglichen. Bei Überschreitung der Schwellwerte
35 werden die Datenpakete verworfen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels weiter beschrieben. Es zeigen:

5 Fig. 1 eine Darstellung der Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib als Funktion der Metrik für verschiedene Übertragungskanaltypen;

Fig. 2 die Rest-Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib als
10 Funktion der festgelegten Metrik-Schwelle für verschiedene Übertragungskanaltypen;

Fig. 3 eine Auftragung der Häufigkeit des Vorkommens verschiedener Metrikwerte in Form eines Histogramms für einen
15 langsam veränderlichen Kanal sowie für einen schnell veränderlichen Kanal;

Fig. 4 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertra-
20 genen Datenpaketen; sowie

Fig. 5 ein detaillierteres Schaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung, aus der insbesondere die Funktionsweise des auch in Fig. 4 gezeigten Zustandsautomaten hervorgeht.
25

In Fig. 1 ist die Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib als Funktion des für das jeweilige Datenpaket ermittelten Metrikwerts für verschiedene physikalische Übertragungskanäle dargestellt.
30 gestellt. Die mit TU3 bezeichnete Kurve bezieht sich auf den Übertragungskanaltyp "Typical Urban 3 km/h", also auf eine Mobilfunkstation, die mit einer Geschwindigkeit von ca. 3 km/h in städtischer Umgebung bewegt wird. Ein Fußgänger, der sich in einer städtischen Umgebung bewegt und dabei mobil telefoniert,
35 baut mit der Basisstation einen Übertragungskanal dieses Typs auf. Bei dem Übertragungskanaltyp TU3 (ohne Frequency Hopping) handelt es sich um einen langsam veränderli-

chen Übertragungskanal, weil sich die Übertragungsbedingungen hier wegen der langsamen Gehgeschwindigkeit des Fußgängers nur vergleichsweise langsam ändern. Neben dem Übertragungskanaltyp TU3 gehört auch der Übertragungskanaltyp "Static", bei dem sich der Mobilfunkteilnehmer überhaupt nicht bewegt, zu den langsam veränderlichen Übertragungskanälen.

Zu den schnell veränderlichen Übertragungskanälen gehören dagegen sämtliche Übertragungskanäle, bei denen ein Frequenzsprungverfahren (FH: Frequency Hopping) verwendet wird. Hier wird sender- und empfängerseitig die Übertragungsfrequenz in kurzen Abständen gemäß einem festgelegten Schema gewechselt, um so die Robustheit des Übertragungskanals gegenüber verschiedenartigen Störungen zu verbessern. Der Übertragungskanal TU3, Ideal FH, gehört daher wegen des verwendeten Frequenzsprungverfahrens ebenfalls zu den schnell veränderlichen Übertragungskanälen. Neben der Verwendung eines Frequenzsprungverfahrens können auch vergleichsweise hohe Geschwindigkeiten des Mobilfunkteilnehmers eine schnelle Veränderlichkeit des Übertragungskanals zur Folge haben. Aus diesem Grund sind die Übertragungskanaltypen TU20, RA250 und HT100 auch dann zu den schnell veränderlichen Übertragungskanaltypen zu rechnen, wenn kein Frequenzsprungverfahren eingesetzt wird. Der Übertragungskanaltyp TU20 (Typical Urban 20 km/h) bezieht sich auf einen Teilnehmer, der sich mit einer Geschwindigkeit von ca. 20 km/h in städtischer Umgebung bewegt. Ein Mobilfunkteilnehmer, der sich mit Auto oder Zug mit bis zu 250 km/h in ländlicher Umgebung bewegt, wird durch den Übertragungskanaltyp RA250 (Rural Area 250 km/h) beschrieben. HT100 (Hilly Terrain 100 km/h) dagegen bezieht sich auf einen Teilnehmer im Gebirge, der sich mit ca. 100 km/h bewegt.

Die in Fig. 1 auf der Rechtsachse aufgetragene Metrik gibt die für ein bestimmtes Datenpaket ermittelte Fehlerzahl an, die durch bitweises Vergleichen des Viterbi-decodierten und anschließend erneut encodierten Datenstroms mit dem ursprünglichen, encodierten Datenstrom erhalten wird.

Wenn die Übertragungsbedingungen während der Übertragung eines Datenpakets schlecht sind, dann weist das empfangene Datenpaket nach seiner Decodierung eine hohe Anzahl von Bitfehlern auf. Dies hat einen hohen Wert der Metrik bzw. Fehlerzahl zur Folge. Je höher der Metrikwert ist, umso schlechter ist die Qualität der empfangenen Daten. Anhand von Fig. 1 ist auch erkennbar, dass die für einen Teil der übertragenen Bits, nämlich für die Bits der Klasse Ib, ermittelte Bitfehlerrate monoton mit der Metrik bzw. Fehlerzahl zunimmt. Je schlechter die Übertragungsverhältnisse sind, desto höher wird auch der Metrikwert bzw. die Fehlerzahl ausfallen, und desto höher wird auch die Bitfehlerrate für die Bits der Klasse Ib sein.

Beim Vergleich der für schnell veränderliche Übertragungskanäle (TU20) und für langsam veränderliche Übertragungskanäle (TU3) aufgezeichneten Kurven fällt allerdings auf, dass sich bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen zu einem bestimmten vorgegebenen Metrikwert eine deutlich höhere Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib ergibt als bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen. Ein Datenpaket, das über einen schnell veränderlichen Übertragungskanal übertragen wird und für das eine Metrik bzw. Fehlerzahl von 30 ermittelt wird, weist eine wesentlich höhere Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib auf als ein über einen langsam veränderlichen Übertragungskanal übertragenes Datenpaket mit demselben Metrikwert 30. Der Grund hierfür ist, dass sich bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen (z.B. TU3) relativ lang andauernde, gute Übertragungszeiträume mit relativ lang andauernden, schlechten Übertragungszeiträumen abwechseln. Bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen wie beispielsweise TU20 wechseln sich dagegen gute und schlechte Übertragungszeiträume in rascher Folge ab. Datenbits, die mit guter Übertragungsqualität empfangen werden, und Datenbits, die mit schlechter Übertragungsqualität empfangen werden, wechseln sich während der Übertragung eines Datenpakets ab.

Bei langsam veränderlichen Datenkanälen treten die Bitfehler dagegen gehäuft auf. Wenn für ein bestimmtes Datenpaket ein relativ hoher Metrikwert ermittelt wird, dann kann davon ausgegangen werden, dass ein Großteil der übertragenen Bits des Datenpakets fehlerhaft ist. Daher ist bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen die zu einem bestimmten Metrikwert ermittelte Bitfehlerrate höher als die zum gleichen Metrikwert ermittelte Bitfehlerrate bei einem schnell veränderlichen Übertragungskanal.

In Fig. 2 ist die Rest-Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib als Funktion der Metrik-Schwelle für schnell veränderliche (TU20) und für langsam veränderliche (TU3) Übertragungskanäle aufgetragen. Wenn eine Metrik-Schwelle definiert wird, dann bedeutet dies, dass für jedes empfangene Datenpaket die Metrik bzw. Fehlerzahl ermittelt und mit der vorgegebenen Metrik-Schwelle verglichen wird. Nur Datenpakete, deren Metrik unterhalb der Metrikschwelle liegt, werden akzeptiert. Alle Datenpakete, deren Metrik die Metrik-Schwelle übersteigt, werden verworfen.

Die in Fig. 2 als Funktion der Metrik-Schwelle aufgetragene Rest-Bitfehlerrate gibt daher die Rest-Bitfehlerrate der akzeptierten Datenpakete an, also die Rest-Bitfehlerrate von den Datenpaketen, deren Metrik unterhalb der Metrik-Schwelle liegt. Beispielsweise werden bei der Ermittlung der Rest-Fehlerrate zur Metrikschwelle mit dem Wert 30 sämtliche Datenpakete herangezogen, deren Metrik unterhalb der Metrikschwelle von 30 liegt. Alle Datenpakete mit einer Metrik von 30 oder mehr werden dagegen verworfen. Wieder ergibt sich, dass für eine vorgegebene Metrik-Schwelle die langsam veränderlichen Übertragungskanäle (TU3) eine deutlich höhere Rest-Bitfehlerrate aufweisen als die schnell veränderlichen Übertragungskanäle (TU20). Die Gründe hierfür waren bereits im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben worden.

In Fig. 3 ist die Häufigkeit des Auftretens von bestimmten Metrikwerten als Funktion der Metrik für einen schnell veränderlichen Kanal (TU20) und für einen langsam veränderlichen Kanal (TU3) aufgetragen. Zur Erstellung derartiger Histogramme, welche die Übertragungseigenschaften eines bestimmten physikalischen Übertragungskanals in kompakter Form darstellen, werden für eine große Zahl von empfangenen Datenpaketen die Metriken bzw. Fehlerzahlen bestimmt. Anschließend wird ermittelt, welchen Anteil die Datenpakete mit einer bestimmten Metrik an den insgesamt empfangenen Datenpaketen haben.

Betrachtet man das Histogramm der Metriken für verschiedene physikalische Kanäle bei gleichem zeitlich mittlerem Signal-Störabstand, so zeigt sich, dass bei schnell veränderlichen Kanälen das Histogramm der Metrik von Null an monoton fallend ist. Langsam veränderliche Übertragungskanäle dagegen weisen zwei Häufungspunkte bei Null und bei einem höheren Metrikwert von ungefähr 35 auf.

Insbesondere die Häufigkeit einer Nullmetrik ist bei langsam veränderlichen Kanälen besonders hoch. Der Grund dafür ist, dass bei langsam veränderlichen Kanälen häufig während der gesamten für die Übertragung des Datenpakets benötigten Zeitspanne gute Übertragungsbedingungen vorliegen. Bei schnell veränderlichen Kanälen dagegen kommt es selten vor, dass während der gesamten Übertragung eines Datenpakets gleichbleibend günstige Übertragungsbedingungen herrschen. Während der Übertragung eines Datenpakets treten hier im Großteil der Fälle gute und schlechte Bits gemischt auf.

Bei langsam veränderlichen Kanälen kommt es bei einer Metrik von ungefähr 35 zu einem zweiten Häufungspunkt. Hier liegen während der gesamten Übertragung des Datenpakets schlechte Übertragungsbedingungen vor. Es geht nun darum, ein geeignetes Kriterium zur Unterscheidung von schnell veränderlichen und langsam veränderlichen Übertragungskanälen zu definieren. Wegen der großen Häufigkeit der Metrik Null bei beiden Über-

tragungskanaltypen, und wegen der deutlicheren Differenz der Häufigkeit der Nullmetrik bei schnell veränderlichen und langsam veränderlichen Übertragungskanälen bietet es sich zur Ermittlung des Übertragungskanaltyps an, die Häufigkeit der Nullmetrik innerhalb einer vorgegebenen Menge von Datenrahmen zu erfassen.

Hierzu wird für jedes ankommende Datenpaket die Metrik ermittelt und für jedes Datenpaket mit der Metrik Null wird ein Nullmetrik-Zähler um Eins inkrementiert. Um eine statistisch signifikante Anzahl von Nullmetriken zu erhalten, muss eine große Zahl von Datenpaketen ausgewertet werden. Es hat sich bewährt, den Beobachtungszeitraum zum Zählen der Nullmetriken auf einen Super-Rahmen festzulegen, welcher 300 Datenpakete umfasst. Die so ermittelte Zahl der Nullmetriken kann dann mit einem vorher festgelegten Nullmetrik-Grenzwert verglichen werden, welcher zwischen die für schnell veränderliche Übertragungskanäle erwartete Zahl von Nullmetriken und die für langsam veränderliche Kanäle erwartete Zahl von Nullmetriken gelegt werden sollte. Wenn dieser Nullmetrik-Grenzwert unterschritten wird, dann liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vor. Wenn der Nullmetrik-Grenzwert dagegen überschritten wird, dann liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vor. Mit Hilfe dieses Kriteriums steht nach dem Empfang von ca. 300 Datenpaketen fest, welcher Typ von Übertragungskanal vorliegt.

Diese Information kann dann zur geschickten Festlegung der Metrik-Schwellwerte genutzt werden, um eine unabhängig vom physikalischen Übertragungskanal in etwa konstante Bitfehler-rate zu erreichen. Aus Fig. 2 kann erkannt werden, dass zur Erzielung einer konstanten Rest-Bitfehlerrate die Metrik-Schwelle für einen langsam veränderlichen Übertragungskanal (TU3) auf einen deutlich niedrigeren Wert gesetzt werden muss als die Metrik-Schwelle für schnell veränderliche Übertragungskanäle (TU20).

Grundsätzlich müssen die Qualitätsanforderungen für langsam veränderliche Übertragungskanäle strenger gewählt werden als für schnell veränderliche Übertragungskanäle. Wenn festgestellt wird, dass ein langsamer Übertragungskanal (z.B. TU3) vorliegt, dann wird der Metrik-Schwellwert auf einen strengeren, also niedrigeren Wert eingestellt werden. Bei Vorliegen eines schnell veränderlichen Übertragungskanals dagegen wird der Metrik-Schwellwert auf einen höheren Wert festgesetzt.

10 Nur Datenpakete mit einer Metrik unterhalb des festgesetzten Metrik-Schwellwerts werden akzeptiert. Datenpakete, für die die ermittelte Metrik den Schwellwert übersteigt, müssen verworfen und dann eventuell neu angefordert werden.

15 Eine Implementierung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen ist in Fig. 4 gezeigt. Der Strom von empfangenen Daten, der neben den verschachtelten, encodierten Bits 1 auch Zusatzinformationen 2 zu diesen Daten umfasst, wird einem

20 Entschachteler 3 zugeführt. Der Entschachteler 3 führt jeweils eine Permutation der zu einem bestimmten Datenpaket gehörigen Datensymbole durch, um diese in die richtige Reihenfolge für die nachfolgende Decodierung zu bringen. Am Ausgang des Entschachtelers 3 kann ein Strom von entschachtelten Bits

25 4 sowie von Zusatzinformationen 5 zu diesen Daten abgegriffen werden.

Die ankommenden Bits werden durch den Demultiplexer 6 in den Strom 7 von encodierten Bits der Klasse I, in die Zusatzinformationen 8 zu den Bits der Klasse I sowie in den Strom 9 von Bits der Klasse II aufgeteilt. Zu den Bits der Klasse II existieren keine Zusatzinformationen (10). Bei den Bits der Klasse I handelt es sich um encodierte Daten, die durch den Viterbi-Decoder 11 decodiert werden müssen. Die Bits der

30 Klasse II dagegen sind nicht encodiert und werden daher nicht dem Viterbi-Decoder 11 zugeführt. Die Bits der Klasse II können direkt verwendet werden.

Der Viterbi-Decoder 11 decodiert den ankommenden Strom 7 von
encodierten Bits der Klasse I und erzeugt so einen Strom 12
von decodierten Bits der Klasse I, sowie Zusatzinformationen
5 13 zu diesen Daten. Die Zusatzinformationen 13 umfassen bei-
spielsweise Verlässlichkeitswerte (Soft Outputs) für die ein-
zelnen decodierten Bits.

Der Strom 12 von decodierten Bits der Klasse I sowie die Zu-
satzinformationen 13 werden dem Demultiplexer und Prüfsummen-
10 tester 14 zugeführt. Aus dem Strom 12 von decodierten Bits
der Klasse I erzeugt der Demultiplexer zwei Bitströme, näm-
lich den Strom 15 von Bits der Klasse Ia sowie den Strom 16
von Bits der Klasse Ib. Zu den Bits der Klasse Ia gibt es ein
15 Fehlerschutzwort zur Überprüfung der Datenintegrität, und in-
sofern kann der Demultiplexer und Prüfsummentester 14 für
diese Bits der Klasse Ia einen Prüfsummentest bzw. CRC-Check
(Cyclic Redundancy Check) durchführen. Falls sich bei dem
Prüfsummentest ergibt, dass die Bits der Klasse Ia Bitfehler
20 aufweisen, so wird das Signal 17, das einen negativen Prüf-
summentest anzeigt, auf „1“ gesetzt. Für die Bits der Klasse
Ib existiert kein Fehlerschutzwort, und insofern kann die Da-
tenintegrität dieser Bits nicht mit Hilfe eines Prüfsummen-
tests überprüft werden.

25

Zur Ermittlung der Metrik bzw. Fehlerzahl der Bits der Klasse
I wird der am Ausgang des Viterbi-Decoders 11 abgreifbare
Strom 12 von decodierten Bits der Klasse I dem Faltungscodie-
rer 18 zugeführt. Der Faltungscodierer 18 erzeugt einen Strom
30 19 von erneut faltungscodierten Bits der Klasse I, welcher am
ersten Eingang des XOR-Gatters 20 anliegt. Der am Eingang des
Viterbi-Decoders 11 abgreifbare Strom 7 von encodierten Bits
der Klasse I liegt am zweiten Eingang des XOR-Gatters 20 an.
Im XOR-Gatter 20 wird ein bitweiser Vergleich des Stroms 7
35 von encodierten Bits und des Stroms 19 von erneut faltungscodierten Bits durchgeführt. Wenn die an den beiden Eingängen
des XOR-Gatters 20 anliegenden Bits übereinstimmen, wenn also

- an beiden Eingängen des XOR-Gatters 20 die „0“ oder an beiden Eingängen des XOR-Gatters 20 die „1“ anliegt, dann erscheint am Ausgang 21 des XOR-Gatters 20 der Wert „0“. Wenn sich dagegen das am ersten Eingang des XOR-Gatters 20 anliegende Bit des Stroms 19 von dem am zweiten Eingang des XOR-Gatters 20 anliegenden Bit des Stroms 7 unterscheidet, dann liegt ein Bitfehler vor. In diesem Fall kann am Ausgang 21 des XOR-Gatters 20 der Wert „1“ abgegriffen werden.
- 10 Der Ausgang 21 des XOR-Gatters 20 ist mit dem Eingang des Fehlerzählers 22 verbunden. Jedes Mal, wenn am Ausgang 21 der Wert „1“ erscheint, wird der Zählerstand des Fehlerzählers 22 um Eins hochgezählt. Mit dem Fehlerzähler 22 kann die Zahl der innerhalb eines Datenpakets auftretenden Bitfehler, die
15 sogenannte Metrik M, erfasst werden. Hierzu wird dem Fehlerzähler 22 nach erfolgter Übertragung eines Datenpakets ein Rahmenpuls 23 übermittelt, der als Rücksetz-/Auslesepuls für den Fehlerzähler 22 dient. Jedes Mal, wenn ein Rahmenpuls 23 auftritt, wird der Zählerstand des Fehlerzählers 22 als Metrikwert M zum Ausgang des Fehlerzählers 22 durchgeschaltet.
20 Außerdem wird der Zählerstand des Fehlerzählers 22 auf Null zurückgesetzt.
- Dem Zustandsautomaten 24 wird sowohl der Rahmenpuls 23 als
25 auch der Metrikwert M zugeführt. Der Zustandsautomat 24 ermittelt den Anteil der Datenpakete mit der Metrik Null und stellt so fest, ob ein langsam veränderlicher oder ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vorliegt. In Abhängigkeit vom Übertragungskanaltyp setzt der Zustandsautomat 24
30 dann den Schwellwert Θ_B für die Detektion schlechter Rahmen sowie den Schwellwert Θ_U für die Detektion unzuverlässiger Rahmen fest. Dem Metrik-Vergleicher 25 wird sowohl der Metrikwert M als auch der Schwellwert Θ_B zugeführt. Der Metrik-Vergleicher 25 führt einen Vergleich von M und Θ_B durch und
35 setzt das Vergleichssignal 26 für schlechte Rahmen auf „1“, wenn $M \geq \Theta_B$ gilt. In diesem Fall überschreitet die ermittelte

Metrik bzw. Fehlerzahl M den zulässigen Schwellwert Θ_B , und der zugehörige Datenrahmen muss verworfen werden.

Das Vergleichssignal 26 für schlechte Rahmen ist mit einem Eingang des ODER-Gatters 27 verbunden. Am anderen Eingang des ODER-Gatters 27 liegt das Signal 17 an, das ein negatives Ergebnis des Prüfsummentests anzeigt. Wenn zumindest eines der beiden Signale 17 oder 26 auf „1“ liegt, dann nimmt das am Ausgang des ODER-Gatters 27 abgreifbare BFI-Signal 28 (Bad Frame Indication) ebenfalls den Wert „1“ an. Das BFI-Signal 28 zeigt an, dass es sich bei dem gerade empfangenen Datenpaket um ein schlechtes Datenpaket handelt, das verworfen werden muss.

Auch der Schwellwert Θ_U für die Detektion unzuverlässiger Rahmen wird vom Zustandsautomaten 24 in Abhängigkeit vom Übertragungskanaltyp festgesetzt. Der Schwellwert Θ_U für die Detektion unzuverlässiger Rahmen wird dabei auf einen niedrigeren Wert festgesetzt als der Schwellwert Θ_B für die Detektion schlechter Rahmen. Wenn beispielsweise der Schwellwert $\Theta_U = 3$ und der Schwellwert $\Theta_B = 5$ gewählt wird, so bedeutet dies, dass ein Datenpaket mit mehr als drei Fehlern als unzuverlässig klassifiziert wird. Bei Auftreten von mehr als fünf Fehlern handelt es sich um ein schlechtes Datenpaket.

25

Der Zustandsautomat 24 führt den Schwellwert Θ_U dem Metrik-Vergleicher 29 zu, der einen Vergleich von M und Θ_U durchführt und das Vergleichssignal 30 für unzuverlässige Rahmen auf „1“, setzt wenn $M \geq \Theta_U$ gilt. Das Vergleichersignal 30 für unzuverlässige Rahmen liegt daher auf „1“, wenn die Metrik M des Datenpakets den Schwellwert Θ_U überschreitet.

Das Vergleichersignal 30 für unzuverlässige Rahmen wird dem ODER-Gatter 31 zugeführt. Am zweiten Eingang des ODER-Gatter 31 liegt das BFI-Signal 28 an, welches bei Vorliegen eines schlechten Datenpakets den Wert „1“ annimmt. Das am Ausgang des ODER-Gatter 31 abgreifbare UFI-Signal 32 nimmt den Wert

„1“ an, wenn ein als unzuverlässig eingestuftes Datenpaket vorliegt. Das UFI-Signal 32 nimmt den Wert „1“ dann an, wenn das Vergleichersignal 30 für unzuverlässige Rahmen oder das BFI-Signal 28 (oder beide Signale) gesetzt sind. Wenn also
5 das BFI-Signal 28 den Wert „1“ hat, weil beispielsweise ein negatives Ergebnis des Prüfsummentests bzw. CRC-Checks vorliegt, dann führt dies automatisch auch dazu, dass das UFI-Signal 32 den Wert „1“ annimmt. Insofern wird jeder schlechte Rahmen zugleich auch als unzuverlässiger Rahmen klassifi-
10 ziert, während umgekehrt nicht jeder unzuverlässiger Rahmen zugleich auch ein schlechter Rahmen sein muss.

Im folgenden soll die Funktionsweise des Zustandsautomaten 24 anhand von Fig.5 dargestellt werden. Zur Ermittlung, ob ein
15 langsam veränderlicher oder ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vorliegt, werden dem Zustandsautomaten 24 die für die verschiedenen Datenpakete ermittelten Metrikwerte M zugeführt. Im Nullmetrik-Tester 33 wird geprüft, ob es sich bei dem gerade empfangenen Datenpaket um ein Datenpaket mit
20 der Metrik 0 ($M=0$) handelt oder nicht. Falls die Metrik des Datenpakets gleich 0 ist, wird ein Zählimpuls 34 zum Nullmetrik-Zähler 35 übermittelt. Der Zählerstand des Nullmetrik-Zählers 35 wird während eines vorgegebenen Beobachtungszeitraums von N Datenpaketen bei jedem auftretenden Datenpaket
25 mit der Metrik 0 um eins hochgezählt. Am Ende des Beobachtungszeitraums gibt der Zählerstand des Nullmetrik-Zählers 35 die Zahl Z der Nullmetriken an, die während des Beobachtungszeitraums aufgetreten sind.

30 Die Dauer des Beobachtungszeitraums wird mit Hilfe des Rahmenzählers 36 erfasst, dessen Zählerstand mit jedem auftretenden Rahmenpuls 23 um eins inkrementiert wird. Die Zahl F der bisher gezählten Rahmen wird dem Detektor 37 übermittelt, der die Zahl F der bisher gezählten Rahmen mit der vorgegebenen Zahl N vergleicht, wobei N die Zahl der Rahmen innerhalb
35 eines Beobachtungszeitraums bezeichnet. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, den Beobachtungszeitraum zum Zählen der

Nullmetrik auf einen Super-Rahmen festzulegen, welcher $N = 300$ Sprachrahmen umfasst. Sobald die Zahl F der bisher gezählten Rahmen den vorgegebenen Wert N erreicht oder übersteigt, sobald also $F \geq N$ gilt, erzeugt der Detektor 37 einen Rücksetz-/Auslesepuls 38, der das Ende des Beobachtungszeitraums anzeigt. Dieser Rücksetz-/Auslesepuls 38 wird dem Nullmetrik-Zähler 35 zugeführt, der den zum Zeitpunkt des Auftretens des Rücksetz-/Auslesepulses erreichten Zählerstand Z an seinem Ausgang ausgibt. Der Rücksetz-/Auslesepuls 38 wird darüber hinaus auch dem Rahmenzähler 36 zugeführt und bewirkt dort, dass die Zahl F der bisher gezählten Rahmen auf Null zurückgesetzt wird.

Die am Ende des Beobachtungszeitraums vorliegende Zahl Z der Nullmetriken wird sowohl zum Nullmetrik-Komparator 39 für schlechte Rahmen als auch zum Nullmetrik-Komparator 40 für unzuverlässige Rahmen übermittelt. Im Nullmetrik-Komparator 39 wird die Zahl Z der Nullmetriken mit dem Grenzwert Θ_L verglichen. Wenn N auf 300 Rahmen festgelegt ist, dann empfiehlt es sich, als Grenzwert $\Theta_L = 100$ zu wählen. Wenn Z den Grenzwert Θ_L erreicht oder überschreitet, dann liegt ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vor, denn langsam veränderliche Übertragungskanäle zeichnen sich durch eine hohe Zahl von Nullmetriken aus.

25

Am Ausgang des Nullmetrik-Komparators 39 liegt das Komparatorergebnis i an. Für den Fall $Z \geq \Theta_L$, also für den Fall eines langsam veränderlichen Übertragungskanals, nimmt i den Wert „1“ an. Falls dagegen für die Zahl Z der Nullmetriken gilt $Z < \Theta_L$, dann liegt ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vor, und das Komparatorergebnis i nimmt den Wert „0“ an. Das Komparatorergebnis i wird der Schwellwert-Tabelle 41 zugeführt. Die Tabelle $(\Theta_{B,0} ; \Theta_{B,1})$ liefert als Ausgabe wert $\Theta_{B,i}$ den Tabellenwert $\Theta_{B,0}$ wenn der Eingangswert $i=0$ ist. Wenn der Eingangswert $i=1$ ist, dann wird am Ausgang der Schwellwert-Tabelle 41 der Schwellwert $\Theta_{B,1}$ ausgegeben.

Bei Vorliegen eines langsam veränderlichen Kanals, also bei $Z \geq \Theta_L$, $i=1$, müssen die empfangenen Datenpakete relativ strengen Qualitätsanforderungen genügen. Insofern wird der Schwellwert $\Theta_{B,1}$, der dem Metrik-Vergleicher 25 zugeführt wird, auf einen niedrigen Wert festgesetzt. Wenn dagegen ein schnell veränderlicher Übertragungskanal mit $Z < \Theta_L$, $i=0$ vorliegt, dann kann der zugehörige Schwellwert $\Theta_{B,0}$, der zur Erkennung schlechter Rahmen dient, auf einen etwas höheren Wert festgesetzt werden. Für die in der Schwellwert-Tabelle 41 abgelegten Schwellwerte $\Theta_{B,0}$ und $\Theta_{B,1}$ gilt daher $\Theta_{B,0} > \Theta_{B,1}$. Wenn die Metrik M den jeweiligen Schwellwert $\Theta_{B,i}$ übersteigt, dann signalisiert der Metrik-Vergleicher 25, dass ein schlechter Rahmen vorliegt.

Zur Festlegung der Schwellwerte $\Theta_{U,k}$ für die Erkennung unzuverlässiger Rahmen wird die Zahl Z der Nullmetriken dem Nullmetrik-Komparator 40 für unzuverlässige Rahmen zugeführt, der einen Vergleich zwischen der Zahl Z und dem Grenzwert Θ'_L durchführt. Wenn $Z \geq \Theta'_L$ gilt, dann handelt es sich um einen langsam veränderlichen Übertragungskanal, und am Ausgang des Nullmetrik-Komparators 40 erscheint das Komparatorergebnis $k=1$. Wenn dagegen $Z < \Theta'_L$ gilt, dann liegt ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vor, und das Komparatorergebnis k nimmt den Wert $k=0$ an.

Mit dem Komparatorergebnis k wird die Schwellwert-Tabelle 42 adressiert, die für den Fall $k=0$ den Schwellwert $\Theta_{U,0}$ und für den Fall $k=1$ den Schwellwert $\Theta_{U,1}$ ausgibt. Wieder wird im Fall eines langsam veränderlichen Übertragungskanals ein strengerer Schwellwert $\Theta_{U,1}$ gewählt als im Fall eines schnell veränderlichen Übertragungskanals, so dass $\Theta_{U,1} < \Theta_{U,0}$ gilt. Der Schwellwert $\Theta_{U,k}$ wird dem Metrik-Vergleicher 29 für unzuverlässige Rahmen zugeführt, der einen Vergleich zwischen der Metrik M und dem Schwellwert $\Theta_{U,k}$ durchführt. Wenn $M \geq \Theta_{U,k}$ gilt, dann signalisiert der Metrik-Vergleicher 29 das Vorliegen eines unzuverlässigen Rahmens.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in einem Funkempfänger, insbesondere in einem Mobilfunkempfänger, mit
- einem Faltungsdecodierer (11) zur Decodierung der empfangenen Datenpakete,
 - Mitteln zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete,
 - Vergleichsmitteln (25, 29), welche für die Qualität der decodierten Datenpakete charakteristische Parameter (M) mit Schwellwerten (Θ_B , Θ_U) vergleichen und die Datenpakete in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis akzeptieren, verwerfen oder modifizieren,
- g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
- Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps, welche ermitteln, ob es sich bei dem aktuellen Übertragungskanal um einen schnell veränderlichen oder um einen langsam veränderlichen Übertragungskanal handelt, und
 - Mittel zur Festlegung der Schwellwerte (Θ_B , Θ_U) für die Vergleichsmittel (25, 29) in Abhängigkeit vom ermittelten Übertragungskanaltyp.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- dass die Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete einen Faltungsdecodierer (18) zur erneuten Codierung der decodierten Daten (12) umfassen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- dass die Mittel zur Bewertung der Qualität der codierten Datenpakete mindestens eine XOR-Verknüpfung (20) umfassen, mit dem die Abweichungen zwischen den empfangenen Daten (7) und den durch den Faltungsdecodierer (18) erneut codierten Daten (19) feststellbar sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten
Datenpakete einen Fehlerzähler (22) umfassen, der die Fehler-
5 zahl (M) als Zahl der Abweichungen zwischen den empfangenen
Daten (7) und den durch den Faltungscodierer (18) erneut co-
dierten Daten (19) zählt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Vergleichsmittel (25, 29) die vom Fehlerzähler (22)
ermittelte Fehlerzahl (M) mit mindestens einem Schwellwert
(Θ_B , Θ_U) vergleichen und die Datenpakete in Abhängigkeit vom
Vergleichsergebnis akzeptieren, verwerfen oder modifizieren.
15
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps den
Übertragungskanaltyp anhand der Verteilung der Häufigkeiten
20 der verschiedenen für die Datenpakete ermittelten Fehlerzah-
len (M) erschließen.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
25 dass die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps den
Übertragungskanaltyp anhand des Anteils von fehlerfreien Da-
tenpaketen bestimmen.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps ei-
nen Nullmetrik-Zähler (35) umfassen, der innerhalb einer vor-
gegebenen Zahl (N) von Datenpaketen die fehlerfreien Datenpa-
kete zählt.
35
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps mindestens einen Vergleich (39, 40) umfassen, der die Zahl (Z) bzw. den Anteil der fehlerfreien Datenpakete mit einem Nullmetrik-Grenzwert (Θ_L, Θ'_L) vergleicht, wobei anhand des Vergleichsergebnisses (i, k) bestimmt wird, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert (Θ_L, Θ'_L) liegt, eine höhere Qualität der empfangenen Datenpakete gefordert wird als für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts (Θ_L, Θ'_L) liegt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder Anspruch 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
20 dass für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert (Θ_L, Θ'_L) liegt, die Schwellwerte (Θ_B, Θ_U) für die Vergleichsmittel (25, 29) auf niedrigere Werte gesetzt werden als für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts (Θ_L, Θ'_L) liegt.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
30 dass die Vergleichsmittel (25) zur Ermittlung schlecht empfangener Datenpakete einen Vergleich zwischen den für die Qualität der Datenpakete charakteristischen Parametern (M) und einem ersten Schwellwert (Θ_B) durchführen und dass die Vergleichsmittel (29) zur Ermittlung unzuverlässig empfangenen Datenpakete einen Vergleich zwischen den für die Qualität der Datenpakete charakteristischen Parametern (M) und einem

zweiten Schwellwert (Θ_U) durchführen, welcher kleiner ist als der erste Schwellwert (Θ_B).

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass es sich bei dem Übertragungskanal um einen Halbraten-Kanal und insbesondere um einen Halbraten-Sprachkanal handelt.
- 10 14. Mobilfunkempfänger, welcher eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13 umfasst.
15. Verfahren zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in einem Funkempfänger, insbesondere in einem Mobilfunkempfänger,
15 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h folgende Schritte:
a) Ermitteln, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt;
b) Festlegen von Schwellwerten (Θ_B , Θ_U) für die geforderte
20 Qualität der Datenpakete in Abhängigkeit von dem im Schritt a) ermittelten Typ des Übertragungskanals;
c) Vergleichen von für die Qualität der decodierten Datenpakete charakteristischen Parametern (M) mit den festgelegten Schwellwerten (Θ_B , Θ_U);
25 d) in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis Akzeptieren, Verwerfen oder Modifizieren der Datenpakete.
16. Verfahren nach Anspruch 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
30 dass im Schritt c) die für jedes Datenpaket ermittelte Fehlerzahl (M) mit mindestens einem Schwellwert (Θ_B , Θ_U) verglichen wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder nach Anspruch 16,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass anhand der Verteilung der Häufigkeiten der verschiedenen für die Datenpakete ermittelten Fehlerzahlen (M) erschlossen

wird, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass anhand des Anteils von fehlerfreien Datenpaketen bestimmt wird, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt.

10 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass innerhalb einer vorgegebener Zahl (N) von Datenpaketen die fehlerfreien Datenpakete gezählt werden, und dass durch einen Vergleich der Zahl (Z) bzw. des Anteils der fehlerfreien
15 en Datenpakete mit einem Nullmetrik-Grenzwert (Θ_L, Θ'_L) ermittelt wird, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt.

20. Verfahren nach Anspruch 19,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert (Θ_L, Θ'_L) liegt, eine höhere Qualität der empfangenen Datenpakete gefordert wird, als für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der
25 Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts (Θ_L, Θ'_L) liegt.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder Anspruch 20,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
30 dass für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert (Θ_L, Θ'_L) liegt, die Schwellwerte (Θ_B, Θ_U) für die Vergleichsmittel (25, 29) auf höhere Werte gesetzt werden als für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete
35 te unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts (Θ_L, Θ'_L) liegt.

1/5

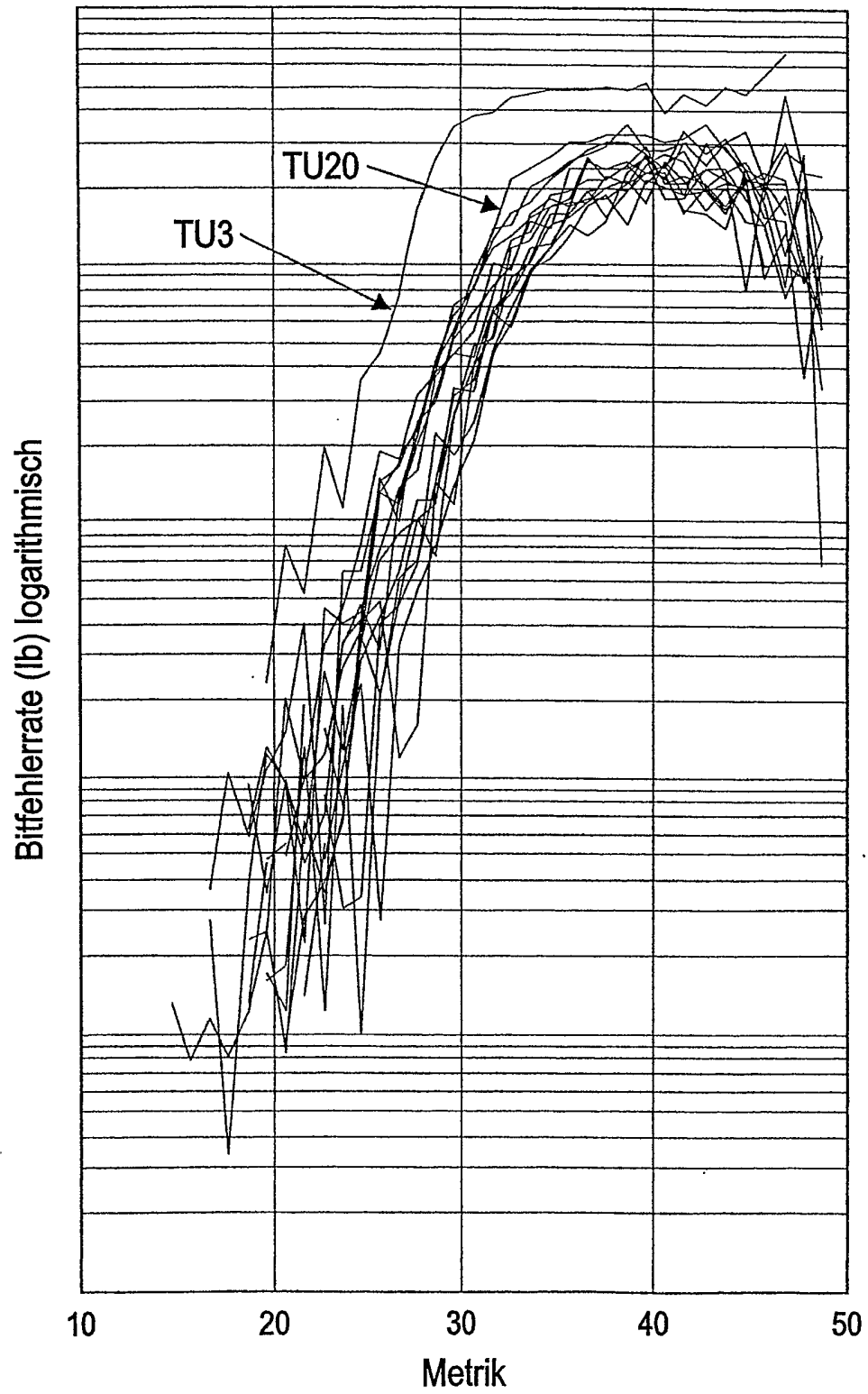


Fig. 1

2/5

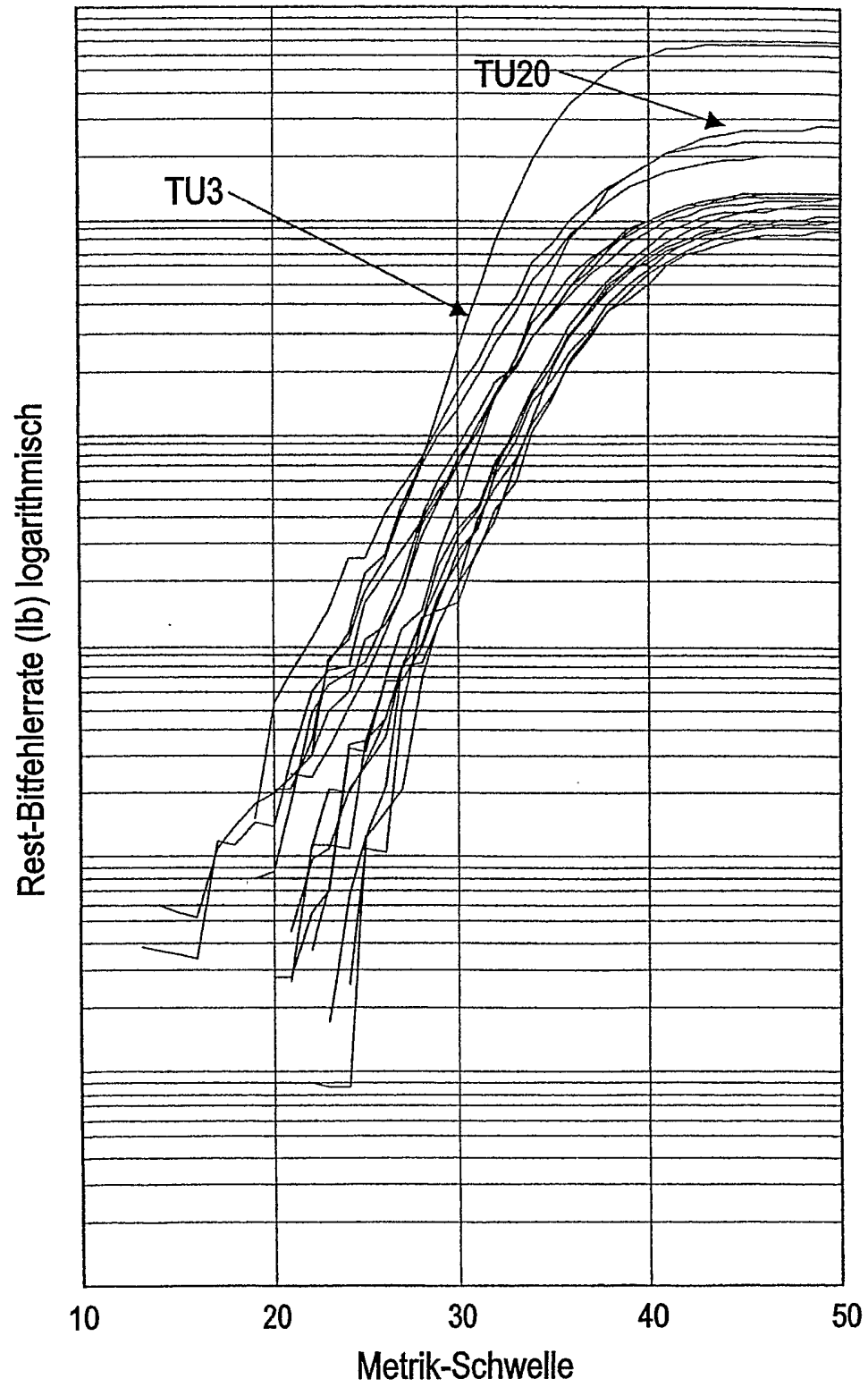


Fig.2

3/5

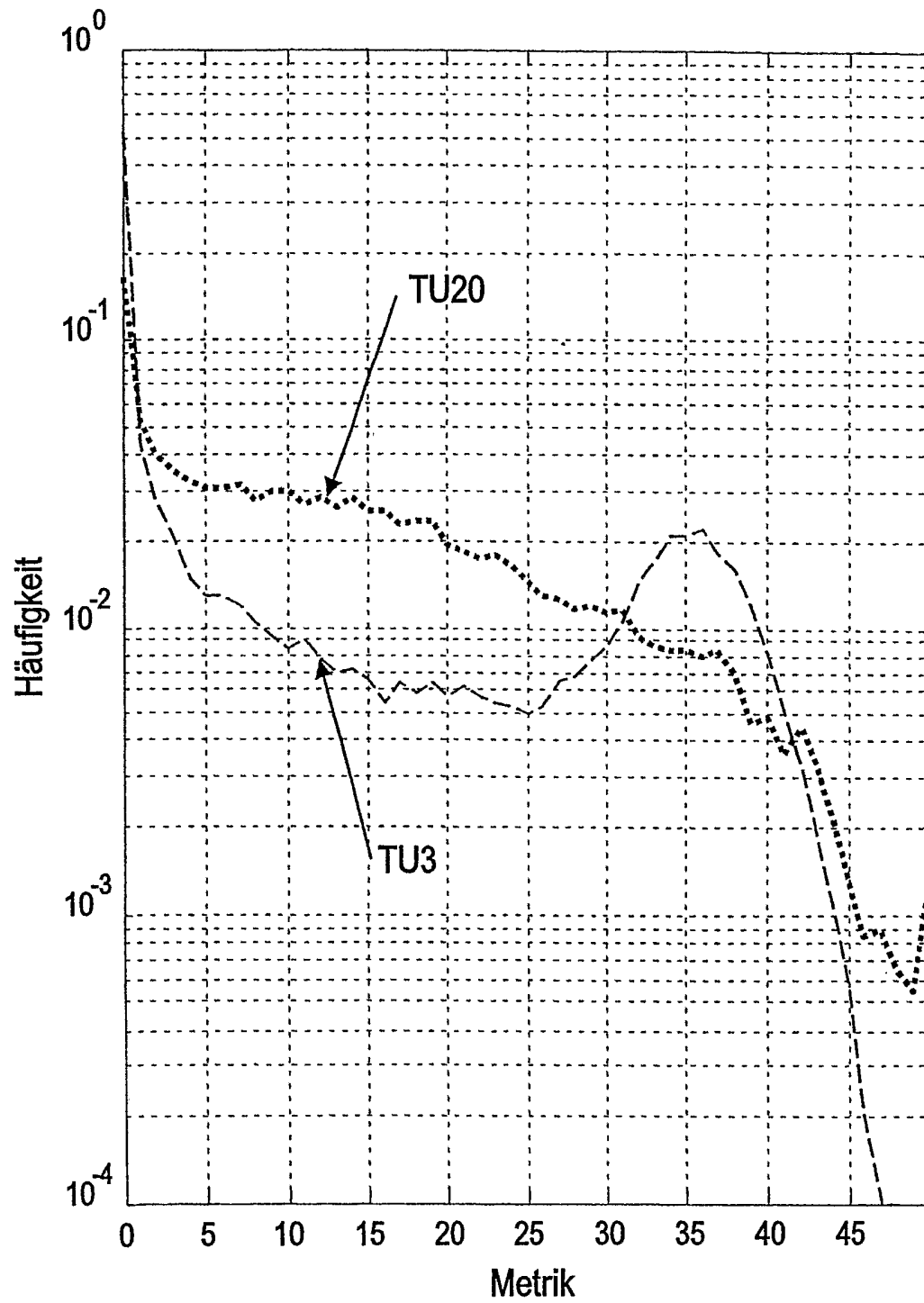


Fig.3

4/5

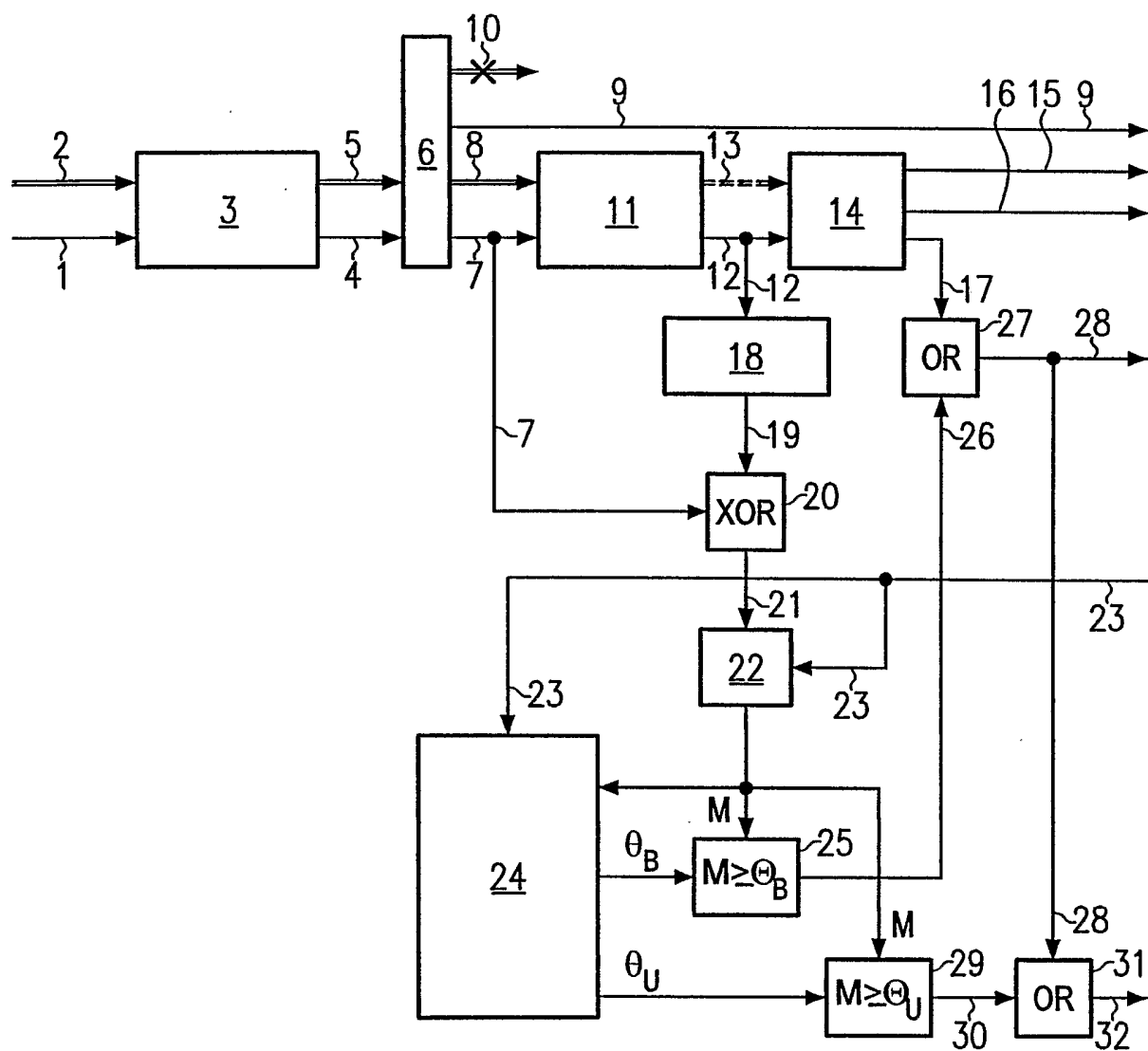


Fig.4

5/5

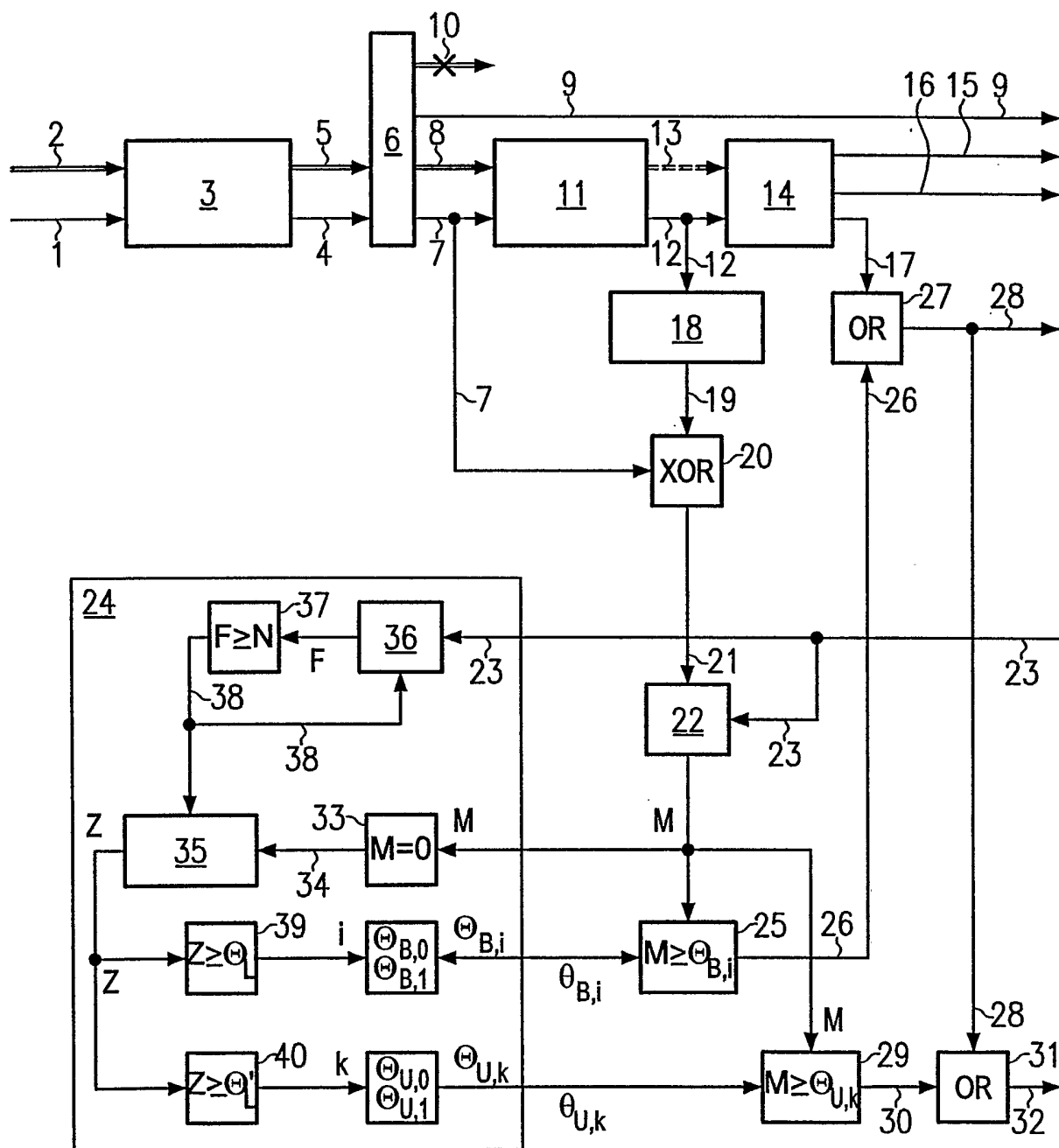


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/02217

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H04L25/02 H04L1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 521 886 A (TURIN WILLIAM ET AL) 4 June 1985 (1985-06-04) abstract; claim 1; figure 1 column 1, line 48 - column 2, line 8 column 3, line 35 - line 45 column 4, line 3 - line 25 column 6, line 9 - line 21 -----	1, 15

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 November 2002

Date of mailing of the international search report

05/12/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Binger, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/DE 02/02217

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4521886	A	04-06-1985	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02217

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H04L25/02 H04L1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 521 886 A (TURIN WILLIAM ET AL) 4. Juni 1985 (1985-06-04) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1 Spalte 1, Zeile 48 – Spalte 2, Zeile 8 Spalte 3, Zeile 35 – Zeile 45 Spalte 4, Zeile 3 – Zeile 25 Spalte 6, Zeile 9 – Zeile 21 -----	1,15

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

^a Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. November 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/12/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL – 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Binger, B

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/DE 02/02217

Im Recherchenbericht
angeführtes Patentdokument

Datum der
Veröffentlichung

Mitglied(er) der Patentfamilie

Datum der
Veröffentlichung

US 4521886	A	04-06-1985	KEINE
------------	---	------------	-------