

Beschreibung

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verschleierung von Sprachsegmentverlusten bei paketorientierter Übertragung. Zur Aufrechterhaltung der Bitintegrität des Datenstromes und der Qualität der Sprachübertragung müssen Maßnahmen zur Substitution verloreener Zellen getroffen werden. Eine nochmalige Anforderung nicht oder nicht korrekt empfangener Daten, wie z. B. beim Filetransfer, ist bei Echtzeitdiensten wie Telefonie nicht möglich, da nachfolgend gesendete Informationen nicht beliebig lange gespeichert und ausgegeben werden können.
- 10 **[0002]** Substitutionsverfahren zur Verschleierung verlorener, paketorientiert übertragener Sprachsegmente sind seit längerem bekannt. Im folgenden werden bekannte Substitutionsverfahren näher beschrieben.
- 15 **[0003]** Bei dem Verfahren der Nullsubstitution werden verlorene Sprachpakete substituiert, indem man die Abtastwerte des fehlenden Paketes einfach durch Nullamplituden ersetzt bzw. die Codeworte so wählt, daß sich nach der Decodierung die Nullamplituden ergeben. Siehe Jayant N. S.; Christensen S. W. „Effects of Packet Losses in Waveform Coded Speech and Improvements Due to an ODD-Even Sample-Interpolation Procedure. IEEE Trans. On Communications, Vol. Com-29, No. 2 February 1981
- 20 **[0004]** Ein weiteres bekanntes Substitutionsverfahren ist das Verfahren der Paketwiederholung. Im Gegensatz zur Nullsubstitution erfolgt die Verschleierung der verlorenen Sprachsegmente hierbei durch eine wiederholte Ausgabe der im unmittelbar vorhergehenden Paket empfangenen Abtastwerte bzw. Codeworte. Die einfache Paketwiederholung, wie bei Wasem O. J.; Goodman, D. J.; Dvorak C. A.; Page H. G. in „The Effect of Waveform Substitution on the Quality of PCM Packet Communications“ IEEE Trans. on Acoustics, Speech and Signal Processing, Vol. 36, No. 3 March 1988 beschrieben, hat den Vorteil, daß mit Ausnahme der Speicherung des zuletzt empfangenen Paketes und der bei allen Substitutionsverfahren erforderlichen Erkennung eines Paketverlustes keinerlei Rechenaufwand notwendig ist, das abhanden gekommene Sprachsegment zu ersetzen. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, das in der Regel jedoch Diskontinuitäten sowohl an den Grenzen zwischen dem vorhergehenden und dem substituierten Sprachsignal als auch beim Übergang zum nachfolgenden Segment entstehen. Im Verhältnis zur Nullsubstitution erreicht die Paketwiederholung eine etwa um den Faktor 2,5 größere maximal tolerierbare Paketverlustrate.
- 25 **[0005]** Bekannt ist weiterhin ein Substitutionsverfahren, welches als grundfrequenzsynchrone Signalformersetzung bezeichnet wird. Bei diesem Verfahren wird von der Annahme ausgegangen, daß sich die Sprachsignalstatistik in zeitlich aufeinanderfolgenden Paketen nur geringfügig ändert und die Signalform, besonders bei stimmhaften Lauten, zum vorangegangenen und zum nachfolgenden Paket weitestgehend erhalten bleibt. Als Anhaltspunkt kann etwa die mittlere Dauer einer Silbe (10 - 30 ms) dienen. Für relativ kurze Sprachsegmente, die in die Größenordnung bis 10 ms fallen, können bei einer Substitution von Paketverlusten sprungartige Signaländerungen größtenteils vermieden werden, wenn der Signalverlauf synchron zur Sprachgrundfrequenz fortgesetzt wird, siehe Goodman D. J.; Lockhart G. B.; Wasem O. J.; Wong W. „Waveform Substitution Techniques for Recovering Missing Speech Segments in Paket Voice Communications. IEEE Trans. on Acoustics, Speech and Signal Processing, Vol. ASSP-34, No. 6, Dec. 1986. Im Gegensatz zur einfachen Wiederholung des gesamten vorhergehenden Sprachsegments erfolgt die Schätzung der Signalform durch die wiederholte Ausgabe der letzten T Abtastwerte, wenn T der Sprachgrundperiode des vorhergehenden Signals entspricht.
- 30 **[0006]** Weiterhin ist in DE 44 46 558 ein digitales Übertragungssystem mit verbessertem Decoder im Empfänger beschrieben. Die Erfindung betrifft ein digitales Übertragungssystem, insbesondere ein Mobilfunksystem mit mindestens einem Sender zum Senden von Codeworten, die aus einem Digitalsignal ableitbar sind. Wird die Störung eines Codewortes erkannt, werden die neuesten fünf Abtastwerte eines Prädiktionsfilters nicht durch Einspeisen des fehlerhaften Signals, sondern durch sehr ähnliche Abtastwerte aus vorhergehenden Signalen ersetzt.
- 35 **[0007]** Desweiteren ist aus der DE 41 11 131 ein Verfahren zum Übertragen digitalisierter Tonsignale bekannt. Zur Fehlerverschleierung wird der gestörte Signalabschnitt stummgeschaltet oder durch einen dem gestörten Signalabschnitt vorangegangenen Signalabschnitt in demselben Kanal oder durch einen zeitgleichen ungestörten Signalabschnitt eines Nachbarkanals ersetzt.
- 40 **[0008]** Den bekannten Verfahren zur Fehlerverschleierung von gestörten Signalen bei paketorientiert übertragenen Sprachdaten ist gemeinsam, daß der Substitutionsprozeß entsprechend den bekannten Substitutionsverfahren erst dann einsetzt, wenn ein Paketverlust definitiv vermutet oder festgestellt wird.
- 45 **[0009]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Teil des Substitutionsprozesses, nicht aber die eigentliche Ersetzung, präventiv vor Bekanntwerden eines Verlustes durchzuführen und danach Zeit zu gewinnen, um insbesondere die verzögerungsbedingten Paketverluste zu reduzieren und die Qualität der Sprache zu erhöhen.
- 50 **[0010]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des ersten Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.
- 55 Verfahren zur Verschleierung von Sprachsegmentverlusten bei paketorientierter Übertragung basieren immer darauf, daß verlorene, fehlerhaft oder zu spät übertragene Segmente bzw. Pakete möglichst so ersetzt werden, daß der wahrnehmbare Fehler minimal ist. Die Substitution erfolgt dabei wahlweise nach bekannten Verfahren, wie beispielsweise der Nullsubstitution, der Blockwiederholung, der grundfrequenzsynchrone Signalformfortführung oder einer nachfol-

gend näher beschriebenen sprachmodellbasierten Signalformsubstitution. Die Möglichkeit der Erkennung eines Segment- bzw. Paketverlustes wird dabei immer vorausgesetzt.

Das erfindungsgemäße Verfahren beruht ebenfalls auf den o. a. Prämissen, wobei der grundlegende Unterschied zu den bekannten Verfahren auf der Überlegung beruht, die Schätzung des Signalrahmens für jedes Paket im voraus durchzuführen, ohne daß zum Zeitpunkt der Schätzung bereits eine Information darüber vorliegt, ob das nächste Paket korrekt empfangen wird oder nicht. Die Schätzung des Sprachrahmens des nachfolgenden noch nicht empfangenen Paketes erfolgt dabei ohne Zugriff auf Nebeninformationen ausschließlich auf der Basis der zuvor erhaltenen Pakete.

[0011] Erfindungsgemäß wird unmittelbar nach Empfang eines Paketes k eine Schätzung des Signalrahmens des nachfolgenden noch nicht empfangenen Paketes k+1 auf der Basis der zuvor empfangenen Pakete, bzw. auf der Basis des decodierten PCM-Signals der zuvor empfangenen Pakete vorgenommen. Dabei findet, ausgehend vom Ansatz der LPC-Analyse und -Synthese bzw. vom Modell der Spracherzeugung, zunächst eine Analyse der zuvor empfangenen Sprachinformation hinsichtlich der Anregung und Lautformung statt. Die Schätzung des jeweils nachfolgend erwarteten Segments erfolgt dann durch anschließende Synthesefilterung des grundfrequenzsynchron extrapolierten Anregungssignals. Desweiteren ist es vorteilhaft, eine asymmetrische Gewichtung des Analysesegments, eine lineare Extrapolation der Lautformungskoeffizienten mit Bandbreitenaufweitung und eine verbesserte Grundfrequenzanalyse des Anregungssignals durchzuführen. Dabei wird die Schätzung des Signalrahmens des nachfolgenden noch nicht empfangenen Paketes k+1 nach folgenden Schritten durchgeführt:

- Aufnahme des letzten Segments in einen Segmentbuffer zur Speicherung der letzten M Sprachrahmen,
- Schätzung der L-Abtastwerte des nachfolgend erwarteten Sprachsegments zuzüglich eines Überhangs der Länge HOV-Abtastwerte,
- Abtrennen und Zwischenspeichern des Überhangs und
- Speichern des geschätzten Segments.

Bei Verdacht bzw. bei Feststellung des Fehlens, der Fehlerhaftigkeit bzw. der Verspätung mindestens eines Segments bzw. eines Paketes k+1 erfolgt erfindungsgemäß eine sofortige Ersetzung der betreffenden Segmente bzw. des gesamten Paketes k+1 durch den auf der Basis des zuvor empfangenen Sprachsignals geschätzten Signalrahmen.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren wird mittels einer Simulation eines ATM-Sprachdecoders realisiert. Durch die oben beschriebene Verlagerung des Substitutionsprozesses auf den Zeitraum zwischen den Zellankunftszeiten und die daraus resultierende unverzögerte Ausgabe des bereits im Vorfeld substituierten Sprachsegments wird Zeit eingespart, die vorzugsweise dafür genutzt wird, einen Eingangspuffer zum Ausgleich von Paketlaufzeitschwankungen zu vergrößern. Dadurch ist es möglich, die verzögerungsbedingten Paketverluste zu reduzieren und damit indirekt auch die Qualität der Sprache zu erhöhen.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Fig. 1 zeigt das Prinzipschaltbild eines ATM-Decoders mit eingebettetem Fehlerverschleierungsverfahren.

[0014] Die Funktionsweise des ATM-Decoders ist einerseits von der Information über den Verlust oder den korrekten Empfang des aktuellen Sprachpakets und andererseits von der zeitlichen Abfolge hintereinander empfangener bzw. verlorener Sprachpakete abhängig. Die für die Steuerung des Programms notwendigen Informationen werden dem ATM-Decoder in Form einer Binärdatei bereitgestellt und von der Steuereinheit ausgewertet. Durch die unterschiedlichen Schalterstellungen werden Teile des Decoders aktiviert bzw. deaktiviert. Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren bzw. der Algorithmus des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand der möglichen Szenarien erklärt, wobei nur die Funktionsblöcke beschrieben werden, die in der entsprechenden Situation wirksam werden.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren wird dabei anhand der Betriebsarten Paketempfang und Paketverlust beschrieben. Betriebsart Paketempfang:

Bei der Betriebsart Paketempfang ist der Ausgangspunkt der fehlerfreie Empfang der ATM-Zellen. Das Schaltmittel SM1 ist in dieser Betriebsart geschlossen. Das empfangene Paket wird im Standarddecoder decodiert. Die Art der Decodierung ist dabei unabhängig vom erfindungsgemäßen Verfahren.

Bei fehlerfreiem Empfang befindet sich das Schaltmittel SM2 auf der Position 1 (oben) = fehlerfreier Empfang. Wenn das vor dem Empfang des fehlerfreien Paketes vorhergehende Paket substituiert wurde, d.h. verloren ging, dann sind die Schaltmittel SM3 und SM4 auf die Position 2 (unten) geschaltet. Es erfolgt die Überblendung des wieder einsetzenden fehlerfreien Signals mit dem Überhang vom zuvor substituierten Paket entsprechend der Gleichung

$$\text{Obuf}(i) = \sum_{i=0}^{\text{HOV}-1} (1-w) \text{Mbuf}(i) + w s_{k+2}(i) \quad \text{mit } w=0,5-0,5\cos\left(\frac{\pi \cdot i}{\text{HOV}-1}\right)$$

S_{k+2} entspricht dem Signalspeicher, der die PCM-Werte des dem substituierten Block folgenden Paketes enthält

Mbuf entspricht dem ermittelten Überhang des geschätzten Paketes $k+1$

5 Obuf entspricht den Ausgangswerten nach der Überblendung

HOV entspricht der Länge in Abtastwerten, die zur Überblendung herangezogen werden

10 **[0017]** Wenn das vorhergehende Paket fehlerfrei empfangen wurde, dann werden die Schalter SM3 und SM4 auf die Position 1 (oben) geschaltet. Die Schaltmittel SM5 und SM6 werden in Abhängigkeit von der Anzahl der verlorengegangenen Pakete E geschaltet.

- Der Fehlerzähler E für zuvor verlorengegangene Pakete wird dekrementiert, wenn die Anzahl der verlorenen Pakete $E > 0$ ist.
- 15 - Wenn der Fehlerzähler für nacheinander verlorengegangene Pakete anzeigt, daß die Anzahl der verlorengegangenen Pakete $E > E_1$ ist, das heißt der Schwellwert zum schrittweisen Ausblenden des Ausgangssignals zuvor überschritten wurde, dann werden die Schaltmittel SM5 und SM6 auf die Position 2 geschaltet. Die Pegelanpassung der wiedereinsetzenden Übertragung erfolgt dabei in Abhängigkeit von der Anzahl der verlorengegangenen Pakete E durch schrittweise Einblendung des Signals.
- 20 - Wenn der Fehlerzähler für verlorengegangene Pakete anzeigt, daß die Anzahl der verlorenen Pakete $E < E_1$ ist, dann werden die Schaltmittel SM5 und SM6 auf Position 1 (oben) geschaltet.
Über das Schaltmittel SM6 wird das Sprachsegment in den Ausgabespeicher eingeschrieben. Während der weiteren Abarbeitung wird der Ausgabespeicher mit der Abtastfrequenz ausgelesen und der Speicherinhalt ausgegeben. Der Signalverlauf des nachfolgend erwarteten Sprachsegments wird bis zum Eintreffen des nächsten Paketes geschätzt. Die Schätzung des Sprachsegments unterliegt dabei folgenden Schritten:
- 25 - Aufnahme des letzten Segments in den Segmentbuffer zur Speicherung der letzten M Sprachrahmen,
- Schätzung der L-Abtastwerte des nachfolgend erwarteten Sprachsegments zuzüglich eines Überhangs der Länge HOV-Abtastwerte.
Dieser Überhang ist für Überblendungen erforderlich. Die Art der Schätzung der L-Abtastwerte des nachfolgend erwarteten Sprachsegments ist beliebig wählbar, sofern sie die o.g. Merkmale erfüllt.
- 30 - Abtrennen und Zwischenspeichern des Überhangs und
- Speichern des geschätzten Segments.

35 **[0018]** Wird für die Codierung ein rückwärtsgesteuertes Codierverfahren, beispielsweise nach ITU-T G.726 verwendet, so ist eine empfängerseitige Codierung des Ersatzsegments vorteilhaft, welche nach folgenden Schritten abläuft:

- Initialisierung der empfängerseitigen Encoder-Statusvariablen mit den Decoder-Statusvariablen nach der Decodierung des zuletzt empfangenen Pakets. Dazu wird das Schaltmittel SM8 zur Parameterübernahme vom Decoder zum Encoder kurzzeitig geschlossen.
- 40 - Codierung des Ersatzsegments zur Schätzung der Statusvariablen des Decoders bzw. Encoders nach einem möglichen Paketverlust und anschließende Speicherung der geschätzten Statusvariablen.
Bei der Verwendung eines rückwärtsgesteuerten Codierverfahrens beispielsweise nach ITU-T G.726 hat sich herausgestellt, daß die Folgefehler im rekonstruierten Sprachsignal, die nach einem Paketverlust aufgrund der divergierenden Statusvariablen zwischen dem Standard-Encoder und -Decoder auftreten, reduziert werden konnten, wenn das geschätzte Segment nochmals codiert wird. Das Ziel der empfängerseitigen Codierung ist es, die Statusvariablen des Encoders nach der Codierung des substituierten Segments als Startwerte für den Standard-Decoder nach einem Paketverlust, d. h. dem wiedereinsetzenden korrekten Empfang zu verwenden.
- 45

[0019] Betriebsart Paketverlust:

50 Bei der Betriebsart Paketverlust wird davon ausgegangen, daß bereits ein Paketverlust(ungültige, verlorene oder noch nicht eingetroffene Pakete) festgestellt wurde. Das Schaltmittel SM1 ist offen. Es findet keine Decodierung statt. Das Schaltmittel SM2 ist auf Position 2 (unten)geschaltet, so daß die Fehlerverschleierung durch das zuvor geschätzte (substituierende) Segment erfolgen kann.
Die Schaltmittel SM3 und SM4 sind auf Position 1 (oben) geschaltet.

- 55 - Wenn der Fehlerzähler für verlorengegangene Pakete anzeigt, daß die Anzahl der verlorenen Pakete $E < E_2$ ist, wird der Fehlerzähler inkrementiert. E_2 stellt dabei die obere Fehlerschwelle (maximaler Schwellwert) dar.
- Wenn die Anzahl der hintereinander verlorengegangenen Pakete $E < E_1$ beträgt, dann werden die Schaltmittel SM5

und SM6 auf die Position 1 (oben) geschaltet.

- Wenn für die Anzahl der hintereinander verlorengegangenen Pakete gilt: $E1 \leq E \leq E2$, dann werden die Schaltmittel SM5 und SM6 auf die Position 2 (unten) geschaltet. Dadurch findet eine schrittweise Ausblendung (Skalierung) des substituierten Signals statt.
- 5 - Wenn für die Anzahl der hintereinander verlorengegangenen Pakete gilt: $E = E2$, das heißt, daß das Ausgangssignal nach der Ausblendverarbeitung bereits auf Null skaliert ist, wird das Schaltmittel SM6 auf Position 3 geschaltet. Über die Baugruppe Rauschen wird ein Rauschsignal eingeblendet. Die Sprachsegmente werden über das Schaltmittel SM6 in den Ausgabespeicher geschrieben.
- 10 **[0020]** Während der weiteren Abarbeitung wird der Ausgabespeicher mit der Abtastfrequenz ausgelesen und die Daten werden ausgegeben.
Zur Übernahme der unmittelbar zuvor geschätzten Statusvariablen ist das Schaltmittel SM8 kurzzeitig geschlossen. Die Übernahme der Parameter erfolgt dabei vom Encoder zum Decoder. Dieser Vorgang erfolgt nur für den Fall, daß ein rückwärtsgesteuertes Codierverfahren eingesetzt wird.
- 15 Der gespeicherte Überhang vom geschätzten Paket wird in einen zweiten Speicher übernommen. Dazu wird das Schaltmittel SM7 kurzzeitig geschlossen.
Der Signalverlauf des nachfolgend erwarteten Sprachsegments wird im Zeitraum bis zum Eintreffen des nachfolgenden Paketes geschätzt, wobei wie bereits bei der Betriebsart Paketempfang
- 20 - das zuletzt ausgegebene (geschätzte) Segment in den Segmentbuffer zur Speicherung der letzten M Sprachrahmen aufgenommen wird,
- eine Schätzung der L Abtastwerte des nachfolgend erwarteten Sprachsegments zuzüglich des Überhangs der Länge der HOV-Abtastwerte durchgeführt wird, wobei die Art der Schätzung beliebig ist, sofern diese die o.g. Merkmale erfüllt und
- 25 - eine Abtrennung und Zwischenspeicherung des Überhangs vom geschätzten Paket und die Speicherung des geschätzten Segments erfolgt.
Bei Verwendung eines rückwärtsgesteuerten Codierverfahrens erfolgt, wie bereits beschrieben, eine empfangenseitige Codierung des Ersatzsegments zur Schätzung der Statusvariablen des Decoders bzw. Encoders nach einem weiteren möglichen Paketverlust und die Speicherung der geschätzten Statusvariablen.

30

Aufstellung der Bezugszeichen

[0021]

35	k	Paket/Sprachpaket
	M	Anzahl der Sprachrahmen
	L	Segmentlänge in Abtastwerten
	HOV	Länge des Überhangs (merge hangover) in Abtastwerten
	E	Zählerstand, der die Anzahl der hintereinander verlorengegangenen Pakete angibt
40	E1	Zählerstand, bei dem die schrittweise Ausblendung des geschätzten Segments beginnt, bzw. die Einblendung/Skalierung des wiedereinsetzenden Signals endet.
	E2	Zählerstand, bei dem die schrittweise Ausblendung des geschätzten Segments endet und als Ersatzsignal Rauschen eingeblendet wird.
	ATM	Asynchronous Transfer Mode
45	SM1 - SM8	Schaltmittel des ATM-Decoders

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verschleierung von Sprachsegmentverlusten bei paketorientierter Übertragung, bei dem verlorene, fehlerhafte oder verspätet empfangene Segmente bzw. Pakete ersetzt werden und die Schätzung von verlorenen, fehlerhaften oder verspätet ankommenden Segmenten bzw. Paketen wahlweise nach bekannten Substitutionsverfahren, wie beispielsweise Nullsubstitution, Blockwiederholung und grundfrequenzsynchroner Signalformfortführung erfolgt, wobei die Möglichkeit der Erkennung eines Segment- bzw. Paketverlustes gewährleistet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß unmittelbar nach Empfang eines Paketes (k) eine Schätzung des Signalrahmens des nachfolgenden noch nicht empfangenen Paketes (k + 1) auf der Basis des zuvor empfangenen, decodierten PCM-Signals erfolgt, und daß bei Verdacht bzw. bei Feststellung des Fehlens, der Fehlerhaftigkeit bzw. der Verspätung mindestens eines Paketes (k + 1) eine sofortige Ersetzung der betreffenden Segmente bzw. des gesamten Paketes (k + 1) durch den auf der Basis des zuvor empfangenen Sprachsignals geschätzten Signalrahmen erfolgt.

55

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schätzung des Signalrahmens des nachfolgenden noch nicht empfangenen Paketes (k + 1) nach folgenden Schritten erfolgt:

- Aufnahme des letzten Segments in einen Segmentbuffer zur Speicherung der letzten M Sprachrahmen,
- Schätzung der L-Abtastwerte des nachfolgend erwarteten Sprachsegments zuzüglich eines Überhangs der Länge HOV-Abtastwerte,
- Abtrennen und Zwischenspeichern des Überhangs und
- Speichern des geschätzten Segments.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Betriebsart Paketverlust eine Fehlerverschleierung unter Verwendung des zuvor geschätzten Segments erfolgt, wobei der Zählerstand E, der die Anzahl der hintereinander verlorengegangenen Pakete angibt, um einen Zähler Schritt erhöht wird, wenn die Anzahl der hintereinander verlorengegangenen Pakete kleiner als ein festgelegter maximaler Schwellwert E2 ist, und daß

- a) für den Fall, daß die Anzahl der hintereinander verlorengegangenen Pakete $E_1 \leq E \leq E_2$ ist, eine schrittweise Ausblendung des substituierten Segments erfolgt, und daß
- b) für den Fall, daß die Anzahl der hintereinander verlorengegangenen Pakete $E = E_2$ ist, die Einblendung eines Rauschsignals erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Betriebsart Paketempfang das empfangene Paket decodiert wird, und daß

- a) für den Fall, daß das vorhergehende Paket verloren ging, für fehlerhaft erklärt oder noch nicht empfangen wurde, eine Überblendung des wiedereinsetzenden decodierten Signals mit dem Überhang vom zuvor substituierten Paket entsprechend der Gleichung

$$Obuf(i) = \sum_{i=0}^{HOV-1} (1-w) Mbuf(i) + w s_{k+2}(i) \quad \text{mit } w=0,5-0,5\cos\left(\frac{\pi \cdot i}{HOV-1}\right)$$

- b) für den Fall, daß die Anzahl der nacheinander verlorengegangenen Pakete $E > E_1$ ist, eine Pegelanpassung der wiedereinsetzenden Übertragung durch schrittweise Einblendung des decodierten Signals erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Betriebsart Paketempfang das empfangene Paket decodiert wird, und daß bei einer fehlerfreien Übertragung der nacheinander empfangenen Pakete die Ausgabe der fehlerfrei empfangenen Pakete erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anwendung eines rückwärtsgesteuerten Codierverfahrens eine empfängerseitige Codierung des geschätzten Segments nach folgenden Schritten erfolgt:

- Initialisierung der empfängerseitigen Encoder-Statusvariablen mit den Decoder-Statusvariablen nach der Decodierung des zuletzt empfangenen Paketes,
- Codierung des Ersatzsegments zur Schätzung der Statusvariablen des Decoders bzw. des senderseitigen Encoders nach einem Paketverlust
- Speicherung der geschätzten Statusvariablen, Initialisierung des Decoders mit den geschätzten Statusvariablen vor der Decodierung des nach einem Paketverlust empfangenen Paketes, um die Divergenz zwischen den Statusvariablen im sendeseitigen Encoder und im empfängerseitigen Decoder zu verringern.

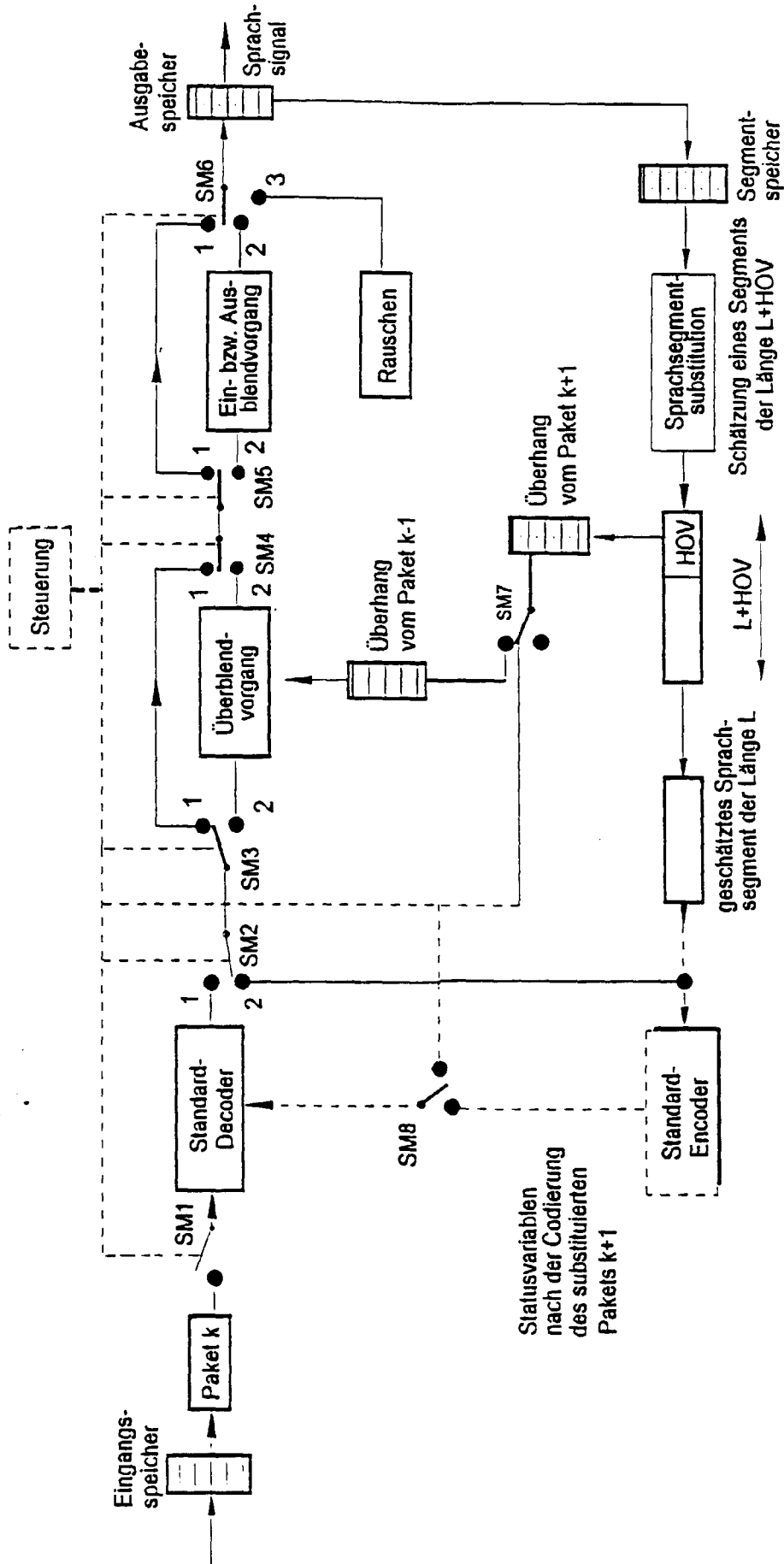


Fig. 1