



PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation 5 : H04L 12/40</p>	<p align="center">A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 91/03897 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. März 1991 (21.03.91)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP90/01525 (22) Internationales Anmeldedatum: 10. September 1990 (10.09.90) (30) Prioritätsdaten: P 39 30 316.0 11. September 1989 (11.09.89) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: GÖRG, Carmelita [DE/DE]; Laurentiusstraße 30, D-5100 Aachen (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : SCHMICKLER, Leonhard [DE/DE]; Republikplatz 5, D-5100 Aachen (DE). SCHOLTEN, Klaus [DE/DE]; Aidlingerstraße 3, D-7044 Ehningen (DE). SCHREIBER, Friedrich [DE/DE]; Im Brand 71, D-5108 Monschau (DE).</p>		<p>(74) Anwälte: SCHAUMBURG, Karl-Heinz usw. ; Postfach 86 07 48, D-8000 München 86 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CA, CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent)*, DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, KR, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), SU, US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
<p>(54) Title: CHANNEL ACCESS PROCESS FOR A LOCAL TRANSMISSION SYSTEM CONFIGURED AS A BUS SYSTEM</p>		
<p>(54) Bezeichnung: KANALZUGRIFFSVERFAHREN FÜR EIN ALS BUS-SYSTEM KONFIGURIERTES LOKALES ÜBERTRAGUNGSNETZ</p>		
<p>(57) Abstract</p>		
<p>In a channel access process for a local transmission system configured as a bus system for packetwise transmission of messages without central control, each station willing to transmit monitors the transmission channel and transmits its message in function of the state of the transmission channel. Should a collision occur between messages in the transmission channel, transmission of the messages is interrupted and a collision resolution is carried out in a resolution phase. The packets are transmitted in a sequence corresponding to the increasing residual length or residual output time. The resolution phase which begins at the end of a collision consists of possibly several time-segments in each of which the transmission for the packets of messages of predetermined length or residual output time is released.</p>		
<p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Bei einem Kanalzugriffsverfahren für ein als Bussystem konfiguriertes lokales Übertragungsnetz für Nachrichten mit Paketeinteilung ohne zentrale Steuerung, bei dem jede sendewillige Station den Übertragungskanal abhört und abhängig vom Zustand des Übertragungskanals ihre Nachricht absetzt, und bei dem im Falle einer Kollision von Nachrichten auf dem Übertragungskanal eine Unterbrechung der Nachrichtenübertragung und eine Kollisionauflösung in einer Auflösungsphase erfolgt, werden die Pakete in einer der zunehmenden Restlänge bzw. Restausgabezeit entsprechenden Reihenfolge übertragen. Die mit Ende einer Kollision beginnende Auflösungsphase besteht aus gegebenenfalls mehreren Zeitabschnitten, in denen jeweils die Übertragung für die Pakete von Nachrichten vorbestimmter Länge bzw. Restausgabezeit freigegeben wird.</p>		

* Siehe Rückseite

BENENNUNGEN VON "DE"

Bis auf weiteres hat jede Benennung von "DE" in einer internationalen Anmeldung, deren internationaler Anmeldetag vor dem 3. Oktober 1990 liegt, Wirkung im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme des Gebietes der früheren DDR.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	MG	Madagaskar
AU	Australien	FI	Finnland	ML	Mali
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Fasso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
DE	Deutschland	LU	Luxemburg	TG	Togo
DK	Dänemark	MC	Monac	oUS	Vereinigte Staaten von Amerika

10 Kanalzugriffsverfahren für ein als Bus-System
 konfiguriertes lokales Übertragungsnetz

15 Die Erfindung betrifft ein Kanalzugriffsverfahren für
ein als Bussystem konfiguriertes lokales Über-
tragungsnetz für Nachrichten mit Paketeinteilung ohne
zentrale Steuerung, bei dem jede sendewillige Station
den Übertragungskanal abhört und abhängig vom Zustand
20 des Übertragungskanals ihre Nachricht absetzt, und bei
dem im Falle einer Kollision von Nachrichten auf dem
Übertragungskanal eine Unterbrechung der Nachrichten-
übertragung und eine Kollisionsauflösung in einer
Auflösungsphase erfolgt.

25 Bei einem derartigen Verfahren für Netzwerkzugang ist
es das grundlegende Prinzip, daß jede sendewillige Sta-
tion spontan auf den Übertragungskanal zugreifen kann.
Dabei müssen Kollisionen möglichst vermieden werden.
30 Jede Station, die eine Nachricht auszusenden hat, prüft
den Übertragungskanal darauf, ob er besetzt oder frei
ist. Ist er frei, so wird die Nachricht abgesetzt.
Kommt es dabei zu einer Kollision, weil ein anderer
Teilnehmer, der den Übertragungskanal ebenfalls geprüft

- 2 -

1 und frei vorgefunden hat, gleichzeitig sendet, so wird
diese Kollision erkannt, und beide Stationen wiederhol-
2 len ihren zunächst vergeblichen Versuch, wobei durch
aktivierte Zufallsgeneratoren eine zufällige Zeitver-
3 schiebung bei beiden beteiligten Stationen eingeführt
4 werden kann. Es wird daher mit großer Wahrschein-
5 lichkeit anschließend nur jeweils eine Nachricht auf
den Übertragungskanal gegeben. Für diese Art der Nach-
6 richtenerübertragung ist stets ein sogenanntes Über-
7 tragungsprotokoll maßgebend. Das bekannteste ist das
8 sogenannte CSMA/CD-Verfahren (carrier sense multiple
9 access with collision detection).
10

11 Jede Station des Nachrichtenübertragungsnetzes muß zu
12 ihrer Steuerung gemäß dem vorgegebenen Übertragungs-
13 protokoll eine Steuereinheit enthalten, wodurch gewähr-
14 leistet wird, daß alle Stationen gleichartig arbeiten.
15 Bei dem eingangs beschriebenen Kanalzugriffsverfahren
16 kann sich bei hoher Belastung des Übertragungskanals
17 durch dann häufigere Kollisionen die Effizienz des
18 Gesamtsystems verschlechtern, was durch eine längere
19 mittlere Datentransferzeit in Erscheinung tritt. Mit
20 der Einführung neuer Datenübertragungsdienste mit gros-
21 sen Informationsmengen, z.B. Zugriff zu verteilten
22 Speichern oder Bildübertragung, wird die Belastung der
23 Nachrichtenübertragungsnetze höher. Üblicherweise liegt
24 die Grundlast in einem Datennetz unter 10 %, jedoch
25 treten mit ständig steigendem Verkehrsaufkommen zuneh-
26 mend auch Lastspitzen im Bereich von 30 bis 40 % und
27 mehr auf. Infolgedessen besteht die Gefahr einer Über-
28 lastung sowie unzumutbarer Antwortzeiten für die Be-
29 nutzer.
30

31 Man hat bereits versucht, die Zahl der Kollisionen, die
32 bei einem Verfahren eingangs genannter Art zwangsläufig
33 auftreten, dadurch zu verringern, daß man besonders
34
35

- 3 -

1 günstige Algorithmen zur Kollisionsauflösung entwickelt
hat.

5 Auch wurden zum Verkürzen der Datentransferzeit bei
der Datenübertragung in Paketübertragungsnetzen Prio-
ritäten zur Diskussion gestellt, wobei die Pakete in
jeder Paketvermittlungseinrichtung nach ihrer Länge
sortiert und kurze Pakete bevorzugt übertragen werden.
10 Dabei wurden aber nur kollisionsfreie Systeme mit zen-
traler Steuerung in Betracht gezogen und keine wesent-
lichen Verbesserungen erzielt, weil die Paketlängen nur
relativ schwach streuen.

15 Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß Maßnah-
men zur Kollisionsauflösung allein nicht wesentlich zu
einer entscheidenden Verbesserung der mittleren
Transferzeit beitragen können, solange nicht dafür ge-
sorgt wird, daß die Zahl aufzulösender Kollisionen mi-
nimal gehalten wird. Dies kann aber nur durch eine
20 Optimierung des Kanalzugriffsverfahrens selbst gesche-
hen.

Demgemäß ist es Aufgabe der Erfindung, ein Kanalzu-
griffsverfahren für ein verteiltes System ohne zentrale
25 Steuerung anzugeben, bei dem die Zahl möglicher Koll-
sionen verringert ist und gleichzeitig die mittlere
Transferzeit verkürzt wird.

Ein Verfahren eingangs genannter Art ist zur Lösung
30 dieser Aufgabe erfindungsgemäß derart ausgebildet, daß
die Nachrichten in einer der zunehmenden Restlänge
bzw. Restausgabezeit entsprechenden Reihenfolge über-
tragen werden, und daß die mit Ende einer Kollision be-
ginnende Auflösungsphase aus gegebenenfalls mehreren
35 Zeitabschnitten besteht, in denen jeweils die Über-
tragung für die Pakete von Nachrichten vorbestimmter

1 Restlänge bzw. Restausgabezeit freigegeben wird.

Ausgangspunkt für diese Lösung der gestellten Aufgabe ist die Beobachtung, daß in den meisten lokalen Nachrichtenübertragungsnetzen die Nachrichtenlänge
5 stark streut. Durch Zurückhalten langer Nachrichten in einer Station, wenn gerade eine kurze Nachricht übertragen wird, können Kollisionen auf dem Übertragungskanal nur noch dann auftreten, wenn während der Übertragung dieser Nachricht eine noch kürzere
10 Nachricht in einer Station eintrifft und von dieser wegen ihrer Kürze bevorzugt übertragen werden soll. Dies bedeutet, daß die Zahl möglicher Kollisionen wesentlich geringer als bei dem eingangs genannten allgemeinen Verfahren ist. Durch das Aufteilen der
15 Kollisions-Auflösungsphase in gegebenenfalls mehrere Zeitabschnitte, in denen jeweils nur Nachrichten vorbestimmter Restausgabezeit übertragen werden können, erfolgt ein automatisches Sortieren der kollidierten Nachrichten, so daß nochmalige Kollisionen praktisch
20 ausgeschlossen sind.

In vielen Anwendungsfällen der Erfindung kann es vorteilhaft sein, wenn die in der jeweiligen Station vorliegenden Nachrichten hinsichtlich ihrer Restlänge bzw.
25 Restausgabezeit geordnet werden. Dadurch kann die Handhabung der zu übertragenden Nachrichten in der Station erleichtert werden.

Das Verfahren nach der Erfindung ist besonders vorteilhaft derart ausgebildet, daß zur Darstellung der
30 Restlänge bzw. Restausgabezeit die Pakete einer jeden Nachricht fortlaufend mit einer Restpaketnummer versehen werden, die die Zahl der insgesamt noch zu übertragenden Pakete dieser Nachricht angibt. Ein solches Vorgehen wurde bereits allgemein vorgeschlagen, jedoch
35

- 5 -

1 nur für mehrere in einer Station parallel zur
Übertragung anstehende Nachrichten und nicht im Zusam-
menhang mit dem vorstehend erläuterten erfindungs-
gemäßen Verfahren. Hier bringt es besondere Vorteile,
5 denn durch diese Art der Numerierung der zu übertragen-
den Pakete einer jeden Nachricht ergibt sich ein beson-
ders einfaches Auswerten übertragener Nachrichten beim
Abhören des Übertragungskanals und zur Übertragung an-
stehender Nachrichten in den einzelnen Stationen. Die
10 Restpaketnummer ist der Restausgabezeit der jeweiligen
Nachricht und damit deren Restlänge direkt proportio-
nal.

Dabei kann das Verfahren besonders günstig so durchge-
15 führt werden, daß bei Feststellen einer laufenden Über-
tragung durch eine sendewillige Station die in dieser
Station vorliegende Nachricht abgesetzt wird, sofern
deren Restpaketnummer kleiner als die Restpaketnummer
des nächsten erwarteten Pakets der laufenden Übertra-
20 gung ist. Durch die Anwendung der Restpaketnummern ist
es nämlich besonders einfach, in einer den Übertra-
gungskanal überwachenden sendewilligen Station die
Restpaketnummer des von einer anderen Station gerade
übertragenen Pakets einer Nachricht festzustellen und
25 aus dieser die nächstfolgende, also die erwartete Rest-
paketnummer zu berechnen. Wenn diese größer als die
Restpaketnummer der in der überwachenden, sendewilligen
Station vorliegenden Nachricht ist, so wird diese Nach-
richt ohne Rücksicht auf das im Rahmen der laufenden
30 Übertragung zu erwartende nächste Paket auf den
Übertragungskanal abgesetzt, so daß eine Kollision bei-
der Nachrichtenpakete provoziert wird. Die zeitliche
Steuerung dieses Vorgangs erfolgt dabei gemäß Voraus-
setzung derart, daß das Absetzen der Nachricht beginnt,
35 wenn die laufende Übertragung eines Nachrichtenpakets
abgeschlossen ist, denn die sendewillige Station setzt

- 6 -

1 ihre Nachrichten prinzipiell nur dann ab, wenn der
Übertragungskanal frei ist. Dies ist in den Zeit-
zwischenräumen zwischen zu übertragenden Nachrichten-
paketen stets der Fall.

5

Wenn nun eine Kollision in beschriebener Weise auf dem
Übertragungskanal provoziert wurde, so beginnt mit
ihrem Ende stets die Auflösungsphase, in der das Über-
tragungsrecht zuerst an diejenige an der Kollision
10 beteiligte Station vergeben wird, die das Paket mit der
kleinsten Restpaketnummer senden will.

In weiterer Ausbildung des Erfindungsgedankens kann das
Verfahren so realisiert werden, daß die Zeitabschnitte
15 der Auflösungsphase mehreren Bereichen von Restpaket-
nummern zugeordnet sind. Somit muß nicht für jede mög-
liche Restpaketnummer ein eigener Zeitabschnitt der
Auflösungsphase vorgesehen sein, sondern es genügen
mehrere, jedoch wenige Bereiche, um die vorhandenen
20 Kollisionen aufzulösen.

Bei der vorstehend erläuterten Weiterbildung der Erfin-
dung kann der erste Zeitabschnitt nur der Restpaket-
nummer 1 zugeordnet sein. Dies ist vorteilhaft, wenn
25 häufig nur aus einem Paket bestehende Nachrichten zu
übertragen sind.

Die Zahl der Zeitabschnitte der Auflösungsphase
und/oder die Obergrenze des jeweiligen Bereichs von
30 Restpaketnummern kann entsprechend der Verkehrslast des
Übertragungsnetzes eingestellt werden. Dies bedeutet
eine Anpassungsmöglichkeit der Auflösung von Kollisio-
nen an den jeweils herrschenden Verkehr auf dem Über-
tragungsnetz und eine Optimierung der in dem Über-
35 tragungsnetz sich ergebenden Transferzeiten.

- 7 -

1 Ebenso können die Zahl der Zeitabschnitte der Auf-
lösungsphase und/oder die Obergrenze des jeweiligen Be-
reichs von Restpaketnummern abhängig von der Paket-
nummer des jeweils letzten störungsfrei übertragenen
5 Pakets eingestellt werden. Diese Art der Anpassung der
Auflösung von Kollisionen an die Restnachrichtenlänge
führt gleichfalls zu einer Optimierung der Transfer-
zeiten.

10 Ähnlich kann es vorteilhaft sein, wenn die Unterbre-
chung der Nachrichtenübertragung nur für Nachrichten
mit einer vorbestimmten Mindest-Restnachrichtenlänge
bzw. Mindest-Restaussgabezeit erfolgt. Es kann nämlich
z.B. bei bestimmter Verkehrslast des Übertragungsnetzes
15 möglicherweise die mit der Erfindung erzielbare Verkür-
zung der Transferzeiten schon bei Anwendung auf die
längeren Nachrichten ausreichen und bei kürzeren Nach-
richten keine wesentliche Verbesserung im Verhältnis
zum Aufwand bewirken.

20
Schließlich ist es bei Anwendung der Erfindung auch von
Vorteil, wenn nach der erfolgreichen Übertragung eines
Nachrichtenpakets ein Kanalzugriff unabhängig von der
Restlänge bzw. Restaussgabezeit dieser Nachricht er-
25 folgt, wenn der Übertragungskanal für eine vorbestimmte
Zeit unbelegt bleibt. Dadurch wird die Nutzung des
Übertragungskanals auch dann gewährleistet, wenn eine
Station zwar eine Nachricht absetzen darf, jedoch in-
folge eines Fehlers nicht sendet.

30
Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung
näher erläutert. Darin zeigen:

35 Fig. 1 Die allgemeine Darstellung eines verteilten
Nachrichtenübertragungsnetzes ohne zentrale
Steuerung,

- 1 Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Kanalzugriffs in einem Paket-Nachrichtenübertragungsnetz ohne Kollision,
- 5 Fig. 3 eine schematische Darstellung ähnlich Fig. 2, jedoch mit einem Kollisionsvorgang,
- Fig. 4 die schematische Darstellung mehrerer Kollisionsvorgänge in einem erfindungsgemäßen Verfahren,
10
- Fig. 5 eine Blockdarstellung der Steuereinheit einer Station, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet,
15
- Fig. 6 eine Übersicht der wichtigsten Bestandteile einer Steuervorrichtung in der in Fig. 5 gezeigten Steuereinheit,
- 20 Fig. 7, 8, 9
und 10 das Flußdiagramm eines Funktionsablaufs in einer Station, die nach dem erfindungsgemäßen Kanalzugriffsverfahren arbeitet, und
- 25 Fig. 11 eine graphische Darstellung zur Erläuterung der mit der Erfindung erzielbaren Verkürzung der mittleren Transferzeiten.

In Fig. 1 ist ein verteiltes Nachrichtenübertragungsnetz ohne zentrale Steuerung dargestellt, das eine Busstruktur hat und in einem lokalen Entfernungsbereich eingesetzt wird. Es ist ein Bus 10 vorgesehen, der als ein allen Stationen 1 bis 6 gemeinsam zugänglicher Übertragungskanal dient und einen passiven Nachrichten-
35 transport vornimmt. Dies bedeutet, daß jede Sendung ohne jegliche Aktion der nicht betroffenen Stationen

1 alle ihre Adressaten erreicht und daß Verzögerungs-
zeiten infolge fehlenden Datendurchganges in der ein-
zelnen Station entfallen. Die einzelnen Stationen 1 bis
6 sind an den Bus 10 jeweils über einen Sendeempfänger
5 1' bis 6' angeschlossen. Der Bus 10 kann beispielsweise
ein Mehrfachleitungssystem, ein Koaxialkabel oder ein
Lichtleiter sein. Der Bus 10 ist an seinem Anfang und
an seinem Ende jeweils mit einem Abschlußwiderstand 12
bzw. 13 abgeschlossen.

10

Zunächst wird zum besseren Verständnis an Hand der Fig.
2 und 3 der Kanalzugriff ohne und mit Kollision nach
dem bekannten CSMA/CD-Protokoll erläutert.

15 In Fig. 2 ist schematisch in Abhängigkeit von der
Zeit t ein Kanalzugriff durch die Station 3 darge-
stellt, wie er gemäß bekannter Technik durchgeführt
wird. In dem in Fig. 2 gezeigten Fall tritt keine
Kollision auf. Das Signal der Station 1 erreicht die
20 Station 3, bevor diese einen Sendewunsch hat. Sobald
ein solcher auftritt, erkennt die Station 3 den
Belegzustand des Bus 10, so daß sie die bei ihr
vorliegenden Nachrichten nicht absetzt. Es ist auch ein
Kollisionsfenster Δt dargestellt, das kürzer als die
25 Paketübertragungszeit ist. Dieses entspricht der
Signallaufzeit von der Station 1 zu der Station 3, in
der diese den Bus 10 noch als frei erkennt, obwohl die
Station 1 bereits sendet. Würde die Station 3 während
dieser Zeit die in ihr vorliegenden Nachrichten ab-
30 setzen, so würde eine Kollision entstehen und durch die
Station 1 erkannt. Dies ist aber für den in Fig. 2
gezeigten Fall nicht vorgesehen, denn die Station 3
beginnt ihr Abhören zu einem späteren Zeitpunkt als
das Kollisionsfenster Δt , erkennt den Besetztzustand
35 des Bus 10 und sendet deshalb die in ihr vorliegenden
Nachrichten erst nach der Paketübertragungszeit.

- 10 -

1 In Fig. 3 ist ein Kanalzugriff dargestellt, bei dem
eine Kollision auftritt. Die Station 1 befindet sich im
Sendezustand und hört den Bus 10 ab. Die Station 2 sen-
det innerhalb des Kollisionsfensters Δt , weil sie be-
5 reits zu diesem Zeitpunkt sendebereit ist und den Bus
10 10 abhört, die Nachricht der Station 1 aber noch nicht
empfängt. Die Station 1 erkennt die Kollision später,
wenn die Nachricht der Station 2 bei ihr eintrifft,
und sendet infolgedessen ein Störungssignal aus, mit
10 dem alle Stationen, die an den Bus 10 angeschlossen
sind, darüber informiert werden, daß eine Kollision
vorliegt, so daß sie nicht mehr auf den Bus 10 zugrei-
fen können. Die Auflösung dieser Kollision erfolgt in
einer Auflösungsphase anschließend an das Störsignal
15 nach einem der bekannten Auflösungs-Algorithmen. An-
schließend ist als Beispiel dargestellt, daß die Sta-
tion 1 wieder den Bus abhört, um ihn auf Besetzt- oder
Freizustand zu prüfen.

20 In einem CSMA/CD-System kann jede Station normalerweise
nach dem Ende einer Übertragung und einem vorgegebenen
Paketabstand ihre Übertragung starten, sofern sie den
Freizustand des Bus feststellt. Dabei können, wie vor-
stehend erläutert, besonders bei hoher Netzbelastung
25 viele Kollisionen auftreten, die die Systemleistung we-
sentlich herabsetzen, weil die Transferzeiten im Mittel
deutlich erhöht sind.

Unter Bezugnahme auf Fig. 4 wird nun die beispielweise
30 Anwendung der Erfindung auf ein System dieser Art er-
läutert. Hierbei sei vorausgesetzt, daß in jedes Nach-
richtenpaket eine Restpaketnummer eingetragen ist, die
der Länge des noch nicht gesendeten Nachrichtenab-
schnitts proportional ist. Das Feststellen der Rest-
35 paketnummer eines von einer Station übertragenen Pakets

- 11 -

1 ermöglicht jeder anderen Station die Entscheidung, ob
sie eine Kollision provozieren darf oder nicht. Wenn
die Restpaketnummer in einer solchen Station größer
oder gleich der nächsten von der gerade sendenden Sta-
5 tion zu erwartenden Restpaketnummer ist, die von jeder
sendewilligen Station berechnet werden kann, so wird
nicht auf den Bus zugegriffen. Die sendende Station
kann ihr nächstes Paket also übertragen. Dadurch werden
Kollisionen vermieden. Ist die Restpaketnummer in der
10 sendewilligen Station aber kleiner als die nächste von
der sendenden Station zu erwartende Restpaketnummer, so
startet die sendewillige Station ihre Übertragung nach
dem vorgegebenen Paketabstand, und es tritt eine Kollisi-
on auf. Während einer Auflösungsphase, die mit dieser
15 provozierten Kollision beginnt, sind Zeitabschnitte für
den Start der Übertragung von Paketen mit jeweils vor-
bestimmten Bereichen von Restpaketnummern reserviert.
Wenn in einem der Zeitabschnitte mehrere Stationen die
Übertragung starten können, so kann dann ein
20 Auflösungs-Algorithmus zum Lösen entstehender Kollisio-
nen benutzt werden.

Im folgenden werden diese Vorgänge an Hand eines Bei-
spiels erläutert. Die in Fig. 4 gezeigten, nach unten
25 gerichteten Pfeile kennzeichnen das Eintreffen einer
neuen Nachricht mit einer Restpaketnummer RPN an einer
Station S_n . Die Doppelpfeile kennzeichnen einen Über-
tragungsversuch von mehr als einer Station in ein und
demselben Zeitschlitz t_z . Die Zeitschlitzze t_z bzw. $2t_z$
30 werden in jeder Station S_n durch einen Zeitgenerator
erzeugt, der nach jeder erfolgreichen Übertragung und
nach jeder Kollision neu gestartet wird. Da alle Sta-
tionen S_n den Bus abhören, werden alle Zeit-
generatoren jeweils gleichzeitig gestartet.

35

Fig. 4 zeigt zu Beginn der zeitlichen Darstellung, daß

- 12 -

1 während der Übertragung eines Pakets mit RPN = 22 von
der Station S_1 eine Nachricht mit RPN = 28 an der
Station S_2 zum Übertragen eintrifft. Die Station S_2
stellt RPN = 22 auf dem Bus fest und erhält keinen Ka-
5 nalgzugriff nach dem Paketabstand, da ihre RPN = 28 grö-
ßer als RPN = 21 ist, die als nächste von der Station
 S_1 zu erwarten ist. Eine Kollision wird vermieden.
Während die Station S_1 das Paket RPN = 21 überträgt,
trifft bei der Station S_3 eine Nachricht ein, die aus
10 einem einzigen Paket besteht und daher RPN = 1 hat.
Deshalb provoziert die Station S_3 eine Kollision nach
Ende der laufenden Übertragung des Pakets mit RPN = 21
der Station S_1 . Es kollidieren also zwei Pakete mit
RPN = 20 von Station S_1 und RPN = 1 von Station
15 S_3 .

Bei Feststellen dieser Kollision speichern alle Stationen
des Systems RPN = 20 des nächsten von der Station
 S_1 zu erwartenden Pakets. Die Kollision bewirkt den
20 Start einer Auflösungsphase, die mit einem Zeitab-
schnitt beginnt, welcher für Pakete mit RPN = 1 reser-
viert ist. In diesem Beispiel startet also die Station
 S_3 die Übertragung ihrer Nachricht, die aus einem
einzigem Paket besteht.

25 Während der Übertragung von der Station S_3 aus trifft
eine zu übertragende Nachricht mit RPN = 6 in der Sta-
tion S_4 ein. Nach dem Feststellen des Paketendes mit
RPN = 1 haben nur Stationen, in denen eine Nachricht
30 mit RPN \leq 20 vorliegt, einen Zugriff zum Bus. Dieser
Zustand wird durch die Stationen S_1 und S_4 wahrge-
nommen, und es tritt wieder eine Kollision auf.

Nun sind die ersten beiden Zeitabschnitte der so her-
35 vorgerufenen Auflösungsphase unbesetzt, da keine Nach-
richt mit RPN = 1 oder RPN \leq 3 vorliegt. Im dritten

- 13 -

1 Zeitschlitz nach der Kollision startet die Station S_4
erfolgreich die Übertragung des Pakets mit $RPN = 6$.

Danach treffen, während die Station S_4 ihr Paket mit
5 $RPN = 5$ sendet, zwei kurze Nachrichten mit $RPN = 3$ und
 $RPN = 2$ in den Stationen S_5 und S_6 ein. Nach dem
Paket mit $RPN = 5$ tritt eine Kollision zwischen den
Stationen S_4 , S_5 und S_6 auf. Nach dem ersten
unbesetzten Zeitabschnitt der anschließenden Auf-
10 lösungsphase kollidieren wiederum die Nachrichten der
Stationen S_5 und S_6 , weil ihre $RPN \leq 3$ ist. Diese
Stationen nutzen einen Auflösungsalgorithmus, und die
Station S_5 überträgt das Paket mit $RPN = 3$. Alle Sta-
15 tionen im Netzwerk haben die Restpaketnummern der letz-
ten Kollision während der Auflösungsphase gespeichert.
Sie beobachten die Aktivitäten auf dem Bus und verglei-
chen die gespeicherten Restpaketnummern mit den Rest-
paketnummern der Nachrichten, die bei ihnen selbst zum
Übertragen vorliegen und entscheiden dementsprechend,
20 ob sie eine Übertragung beginnen.

Fig. 5 zeigt die wichtigsten Teile der Steuerung einer
jeden an einen Bus 50 angeschlossenen Station. Dazu ge-
hören ein Sendeempfänger 51, ein Datendecoder 52, ein
25 Datenencoder 53, ein Empfangspufferspeicher 54, ein
Sendepufferspeicher 55, Speicherzugriffsschaltungen 56
und 57 sowie eine Schnittstelle 58, über die die hier
betrachtete Station an einen Rechner-Datenbus 59 ange-
schlossen ist. Es sind ferner Signalwege dargestellt,
30 über die die vorstehend genannten Einheiten untereinan-
der verbunden sind und in Wechselwirkung stehen. Wich-
tigster Bestandteil ist dabei eine Steuereinheit 60,
deren Aufbau im nachfolgenden noch näher erläutert
wird.

35
Zunächst wird beschrieben, wie die in Fig. 5 gezeigten

- 14 -

1 Funktionseinheiten miteinander in Wechselwirkung stehen, wenn ein Kanalzugriff nach dem erfindungsgemäßen Verfahren durchgeführt wird.

5 Wenn in der in Fig. 5 betrachteten Station eine Nachricht zur Übertragung vorliegt, so wird sie in hier nicht dargestellter, aber an sich bekannter Weise in einzelne Pakete zerlegt, die mit der Speicherzugriffsschaltung 57 von der Steuereinheit 60 aus als eine verkettete Liste in den Sendepuffer 55 eingeschrieben werden. Dabei hat jedes Paket eine Restpaketnummer RPN, 10 die z.B. in sein Kopffeld eingetragen ist. Längere Paketketten haben in ihrem ersten Paket eine größere Restpaketnummer, kürzere Paketketten eine kleinere Restpaketnummer. In dem jeweils ersten Paket der in 15 Fig. 5 im Sendepuffer 55 beispielsweise dargestellten Paketketten stehen die Restpaketnummern 5, 3 und 1. Die zum Verwalten und Sortieren des Sendepuffers 55 notwendige Zeit soll den Sendebetrieb der Station nicht beeinträchtigen. Um dies zu gewährleisten, wird das im 20 folgenden erläuterte Prinzip eingesetzt.

Signalisiert der über den Rechner-Datenbus 59 angeschlossene Rechner der Steuereinheit 60, daß eine weitere Nachricht übertragen werden soll, so liest die 25 Steuereinheit 60 diese Nachricht aus dem Speicher des Rechners und trägt sie in den Sendepuffer 55 an dem ihrer Länge entsprechenden Platz ein. Bei gleicher Länge mehrerer Nachrichten entscheidet die zeitliche Reihenfolge. Die ersten beiden Pakete des Sendepuffers 30 55 werden in den Datenencoder 53 geladen. Dies sind die beiden Pakete mit der niedrigsten Restpaketnummer, also hier mit der Restpaketnummer 1 und 3. Der Datenencoder 53 ist dabei so organisiert, daß das erste dieser beiden Pakete, also das Paket mit der Restpaketnummer 1, 35 nicht mehr von einem anderen Paket verdrängt werden

- 15 -

1 kann. Dies ist sinnvoll, damit ein sofortiger Zugriff
auf den freiwerdenden Kanal zu jedem Zeitpunkt möglich
ist. Nur wenn das erste Paket im Datenencoder 53 sich
nicht bereits in der Übertragungsphase befindet, kann
das zweite dort vorhandene Paket durch das einer neu im
5 Sendepuffer 55 eintreffenden Nachricht verdrängt wer-
den, die eine kleinere Restpaketnummer als die bereits
im Sendepuffer 55 gespeicherte Nachricht hat. Dadurch
ist es möglich, Verwaltungsoperationen in der in Fig. 5
gezeigten Steuerung durchzuführen, ohne den ggf. freien
10 Bus 50 ungenutzt zu lassen. Erfolgreich übertragene
Nachrichtenpakete werden aus dem Sendepuffer 55 ent-
fernt.

Der Datendecoder 52 muß ein jeweils über den Bus 50
15 empfangenes Nachrichtenpaket auswerten. Wird in dessen
Zieladressfeld die eigene Adresse gelesen, so wird das
jeweils empfangene Nachrichtenpaket in den Empfangs-
puffer 54 eingeschrieben. Dieser Vorgang erfolgt über
den Datendecoder 52, der neben dieser Funktion auch die
20 Restpaketnummer eines jeden empfangenen Pakets auswer-
tet und sie an die Steuereinheit 60 weitergibt.

Der Datendecoder 52 gibt ferner ein Kriterium CS an die
Steuereinheit 60. Dieses betrifft die Feststellung
25 eines Nachrichtenpakets (carrier sense). Von dem Sende-
empfänger 51 wird an die Steuerung 60 ein Kriterium CD
übermittelt, das den Zustand einer Nachrichtenkollision
kennzeichnet (collision detection), der bereits in dem
Sendeempfänger 51 festgestellt wird.

30
Der Datendecoder 52 informiert also die Steuereinheit
60 zu jedem Zeitpunkt über die Aktivitäten anderer Sta-
tionen, die auf dem Bus 50 ablaufen.

35 Der Empfangspuffer 54 ist über die Speicherzugriffs-

- 1 schaltung 56 mit der Steuereinheit 60 verbunden. Ferner
ist er über die Schnittstelle 58 mit dem Rechner-
Datenbus 59 verbunden, so daß die in ihm gespeicherten
Nachrichten von der Steuereinheit 60 gelesen und über
5 die Schnittstelle 58 und den Datenbus 59 an den ange-
schlossenen Rechner übertragen werden können. Dieser
kann sie dann hinsichtlich ihres Steuer- und
Informationsinhalts auswerten.
- 10 In Fig. 6 ist eine Übersicht der wichtigsten Bestand-
teile der Steuereinheit 60 dargestellt, die zu der in
Fig. 5 gezeigten Steuerung gehört. Diese Steuereinheit
60 besteht im wesentlichen aus einem Prozessor 61,
einem Empfangsregister 62, einem Senderegister 63,
15 einem Kollisionsregister 64, einem Intervallober-
grenzenregister 65, einem Zeitgenerator 66, einem
Protokoll-Codespeicher 67, einem Zeitschlitzzähler 68
und einem Kollisionszähler 69. Der Prozessor 61 ist mit
den in Fig. 5 gezeigten Einheiten 51 bis 53 und 56 bis
20 58 verbunden und steuert den gesamten Verfahrensabaluf
des Zugriffs auf den Bus 50. Steuergrößen für diesen
Verfahrensablauf erhält der Prozessor 61 aus den Ein-
heiten 62 bis 69. Den Registern 62 bis 65 werden die in
ihnen zu speichernden Informationen über den Prozessor
25 61 zugeführt. Außerdem wird der Zeitgenerator 66 von
dem Prozessor 61 aus gesetzt. Der Protokoll-
Codespeicher 67 kann z.B. das CSMA/CD-Protokoll für den
Zugriff auf den Bus 50 enthalten.
- 30 Das Empfangsregister 62 speichert die Restpaketnummer
des letzten von einer beliebigen Station des Nachrich-
tenübertragungsnetzes erfolgreich auf dem Bus 50 über-
tragenen Nachrichtenpakets. Der Anfangswert des
Empfangsregisters 62 ist $RE = 1$, denn die erfolgreiche
35 Übertragung einer Nachricht endet immer mit einem Nach-
richtenpaket mit $RPN = 1$, und dann ist der Anfangszu-

- 17 -

1 stand des Gesamtsystems erreicht. Das Senderegister 63
speichert die Restpaketnummer des ersten Nachrichten-
pakets, das in dem Datenencoder 53 enthalten ist. Der
Anfangswert dieses Registers ist $RS = 0$. Das
5 Kollisionsregister 64 speichert die um 1 verringerte
Restpaketnummer des letzten erfolgreich übertragenen
Nachrichtenpakets, wenn eine Kollision auftritt, bzw.
den Wert des Intervallobergrenzenregisters 65, wenn
während einer Auflösungsphase eine Kollision auftritt.
10 Sein Anfangswert ist $RK = 0$. Das Intervallobergrenzen-
register 65 speichert für jeden aktuellen Zeitabschnitt
einer Auflösungsphase die jeweilige maximale Restpaket-
nummer, der in diesem Zeitabschnitt ein Zugriff zum Bus
50 erlaubt ist. Nachdem eine Kollision auf dem Bus 50
15 provoziert wurde, werden also nacheinander in das
Intervallobergrenzenregister 65 die Obergrenzen der
Zeitabschnitte der Auflösungsphase geladen, die für in
dem jeweiligen Zeitabschnitt auf den Bus 50 zugreifende
Restpaketnummern vorgegebenen sind.

20

Die Register 62 bis 65 werden beim Einschalten der je-
weils betrachteten Station mit ihrem Anfangswert gela-
den. Dieser Anfangswert stellt sich ferner immer dann
ein, wenn im gesamten Nachrichtenübertragungsnetz keine
25 Nachricht zur Übertragung ansteht.

Da alle Stationen des Nachrichtenübertragungsnetzes zu
jedem Zeitpunkt den Bus 50 abhören, sind die Inhalte
aller Register 62 bis 65 mit Ausnahme des Sende-
30 registers 63 in jeder Station identisch. Der Zeit-
generator 66 wird nach jeder erfolgreichen Übertragung
und nach jeder Kollision neu gestartet. Am Zustand des
Zeitgenerators 66 und den Inhalten der Register 62 bis
65 erkennt die Steuerung, ob sie für ihre Station eine
35 Nachrichtenübertragung starten soll oder nicht. Der
Zeitgenerator 66 erzeugt dabei Zeitschlitzze, deren

- 18 -

1 Dauer für ein Nachrichtenübertragungsnetz standardisiert sein kann und beispielsweise 51,2 μ s beträgt.

Bei dem hier als Beispiel beschriebenen Kanalzugriffsverfahren wird die serielle Übertragung von Paketen einer Nachricht von einer Station aus durch einen Übertragungsversuch einer anderen sendewilligen Station mit der im Senderegister 63 gespeicherten Sendepaketnummer RS nicht unterbrochen, wenn RS im Bezug auf die Restpaketnummer RE des zuletzt auf dem Bus 50 gehörten Pakets, die im jeweiligen Empfangsregister 62 gespeichert ist, die Bedingung

$$RS \geq RE-1 \text{ oder } RE \leq 3$$

15

erfüllt. Nachrichten, die nur noch 3 oder weniger Pakete zur Übertragung benötigen, werden also nicht unterbrochen. Wenn das in dem Datenencoder 53 einer sendewilligen Station anstehende Nachrichtenpaket jedoch die Bedingungen

$$RS < RE-1 \text{ und } RE > 3$$

25 erfüllt, so wird mit der Übertragung dieses Nachrichtenpakets begonnen, sobald die Übertragung des auf dem Bus 50 gerade übertragenen Pakets beendet ist. Dadurch wird eine Kollision provoziert, und es beginnt die beschriebene Auflösungsphase, in der das Übertragungsrecht an die an der Kollision beteiligte Station vergeben wird, in der das Nachrichtenpaket mit der niedrigsten Restpaketnummer zur Übertragung ansteht.

Das Senden einer Nachricht von einer an ein Nachrichtenübertragungsnetz angeschlossenen Station wird veranlaßt, wenn die auf dem erfindungsgemäßen Verfahren be-

35

- 19 -

1 ruhende Sendeberechtigung besteht. Für diese Sendeberechtigung ist eine der folgenden Bedingungen zu erfüllen:

5 1. Das letzte erfolgreich übertragene Nachrichtenpaket stammt von der sendewilligen Station.

10 2. Die zu sendende Restpaketnummer ist kleiner als die nächste auf dem Bus zu erwartende Restpaketnummer; es wird eine Kollision provoziert.

Dies bedeutet: $RS < RE - 1$ und $RE > 3$

15 3. Eine Übertragung ist abgeschlossen, und es ist keine andere Nachricht von einer Kollision her bekannt.

20 Dies bedeutet: $RE = 1$ und $RK = 0$
(Anfangswerte)

25 4. Eine Übertragung ist abgeschlossen, und die Restpaketnummer, die in der sendewilligen Station zur Übertragung ansteht, ist kleiner oder gleich der Restpaketnummer einer von einer Kollision her bekannten Nachricht; es wird eine Kollision provoziert.

30 Dies bedeutet: $RE = 1$ und $RS \leq RK$

35 5. Der Übertragungskanal ist trotz $RE > 1$ auch nach mehreren Zeitschlitzten noch unbelegt. Diese Bedingung betrifft fehlerhaftes Verhalten einer Station mit Sendeberechtigung, die aber nicht sendet. Diese Bedingung soll ver-

- 20 -

1 hindern, daß der Übertragungskanal möglicher-
weise von keiner Station genutzt wird.

Als Bereichsbergrenzen von Restpaketnummern für vier
5 Zeitabschnitte einer Auflösungsphase haben sich z.B.
die folgenden Werte als günstig erwiesen:

$$B_1 = 1, B_2 = 3, B_3 = 7, B_4 = RK-1$$

10 Die maximale Kollisionsanzahl ist dabei 15.

Anhand der Fig. 7 bis 10 wird im folgenden das Flußdia-
gramm der Funktionsabläufe in dem Prozessor 61 für das
Kanalzugriffsverfahren erläutert.

15

In Fig. 7 ist ein erster Abschnitt eines Kanalzugriffs
dargestellt, dessen Verfahrensablauf mit der in Fig. 5
und 6 gezeigten Steuerung durchgeführt wird, wenn eine
sendewillige Station den Übertragungskanal abhört. Nach
20 dem Start des Verfahrensablaufs wird in einem ersten
Schritt 100 geprüft, ob der Übertragungskanal frei oder
belegt ist. Ist er frei, so wird in Schritt 101 ge-
prüft, ob in der hier betrachteten Station ein Sende-
wunsch vorliegt. Ist dies nicht der Fall, so wird die
25 Steuerung auf Schritt 100 zurückgeführt und die
Schleife mit den Schritten 100 und 101 erneut durch-
laufen. Sobald in Schritt 101 ein Sendewunsch festge-
stellt wird, erfolgt in Schritt 102 eine Prüfung der
Sendeberechtigung. Liegt eine der oben genannten fünf
30 Bedingungen für die Sendeberechtigung vor, so wird in
Schritt 103 das Senden eines Nachrichtenpakets ver-
anlaßt. Durch gleichzeitiges Abhören des
Übertragungskanals wird in Schritt 104 geprüft, ob
eine Kollision auf dem Übertragungskanal entstanden
35 ist. Ist dies nicht der Fall, so werden nach der er-
folgreichen Übertragung in Schritt 105 die Register-

- 21 -

1 inhalte RE und RK (Fig. 6) in der in Fig. 10 darge-
stellten Weise manipuliert, d.h. sie werden auf den
durch das in Schritt 103 abgesandte Nachrichtenpaket
veränderten Zustand eingestellt. Anschließend wird die
5 vorstehend beschriebene Routine beginnend mit dem
Schritt 100 erneut durchlaufen.

Auf den Schritt 100 wird auch zurückgeführt, wenn in
Schritt 102 festgestellt wurde, daß eine Sende-
10 berechtigung nicht vorliegt.

Wenn in Schritt 104 eine Kollision festgestellt wurde,
so wird in Schritt 105a das Aussenden eines Störsignals
von der hier betrachteten Station veranlaßt. Dadurch
15 werden alle mit dem Übertragungskanal verbundenen Sta-
tionen über den Zustand der Kollision auf dem Über-
tragungskanal informiert und weitere Zugriffe auf
diesen unterbunden. Anschließend wird in Schritt 106
geprüft, ob der Registerinhalt RE größer als 1 ist,
20 d.h. ob eine Restpaketnummer eines über den Über-
tragungskanal empfangenen Nachrichtenpakets in dem
Empfangsregister 62 (Fig. 6) enthalten ist, dessen Aus-
gangszustand den Wert 1 hat. Ist dies der Fall, so wird
in Schritt 107 das Kollisionsregister 64 auf den Inhalt
25 $RK = RE - 1$ gesetzt, d.h. er wird gegenüber dem Inhalt
RE des Empfangsregisters 62 um 1 verringert. Es wird
also die um 1 verringerte Restpaketnummer des letzten
erfolgreich übertragenen Nachrichtenpakets gespeichert,
weil in Schritt 104 eine Kollision festgestellt wurde.
30 Zum Auflösen der Kollision wird dann in Schritt 108 der
Zeitschlitzzähler 68 auf 1 gesetzt, und die Steuerung
wird anschließend auf die in Fig. 8 gezeigten weiteren
Schritte geführt.

35 Wurde in Schritt 106 festgestellt, daß der Inhalt RE
des Empfangsregisters 62 die Restpaketnummer 1 enthält,

- 22 -

- 1 so wird unmittelbar auf Schritt 108 übergegangen und die noch zu beschreibende Kollisionsauflösung veranlaßt.
- 5 Wenn in Schritt 100 festgestellt wird, daß der Übertragungskanal belegt ist, so wird in Schritt 109 der Empfang eines die Belegung verursachenden Nachrichtenpakets einer anderen Station veranlaßt und gleichzeitig in Schritt 110 geprüft, ob eine Kollision
- 10 vorliegt, d.h. ob das empfangene Nachrichtenpaket an einer Kollision beteiligt ist. Ist dies der Fall, so wird unmittelbar auf Schritt 105 übergegangen und das Störsignal ausgesandt, worauf die beschriebenen Schritte 106 bis 108 folgen. Liegt keine Kollision vor,
- 15 so wird nach der Übertragung in Schritt 111 geprüft, ob die Übertragung des empfangenen Nachrichtenpakets fehlerfrei war. Liegt ein Fehler vor, so wird dies in Schritt 112 signalisiert. Andernfalls wird in Schritt 113 eine Manipulation der Registerinhalte RE und RK
- 20 veranlaßt (Fig. 10), worauf die Steuerung zu Schritt 100 zurückkehrt und die vorstehend beschriebenen Vorgänge erneut gestartet werden.

In Fig. 8 ist die Fortsetzung der mit den Schritten 105

25 bis 108 begonnenen Routine dargestellt. Anschließend an den Schritt 108 wird das Intervallobergrenzenregister 65 in Schritt 114 auf die Obergrenze eingestellt, die dem in Schritt 108 mit dem Zeitgenerator 66 eingestellten Zeitabschnitt der Auflösungsphase entspricht.

30 Anschließend wird in Schritt 115 der Zeitgenerator 66 rückgesetzt und gestartet. Darauf folgt in Schritt 116 eine erneute Überprüfung, ob ein Sendewunsch vorliegt. Ist dies nicht der Fall, so wird in Schritt 117 eine Wartezeit eingelegt, um das Aussenden

35 eines Nachrichtenpakets zeitlich so einzuordnen, daß der gegenseitige Paketabstand auf dem Übertragungs-

1 kanal gewahrt bleibt. In Schritt 118 wird geprüft, ob
der Übertragungskanal während des Zeitschlitzes frei
oder belegt ist. Ist er frei, so wird in Schritt 119
der Zeitschlitzzähler 68 auf einen nächsten Zeitab-
5 schnitt der Auflösungsphase weitergeschaltet und die
vorstehend beschriebene Routine mit Schritt 114 erneut
gestartet.

Wenn in Schritt 116 ein Sendewunsch festgestellt wird,
10 so wird in Schritt 120 geprüft, ob das Senderegister 63
der hier betrachteten Station einen Inhalt RS kleiner
oder gleich dem Inhalt RI des Intervallobergrenzen-
registers 65 hat. Es wird hier also geprüft, ob in dem
Senderegister 63 die Restpaketnummer eines Nachrichten-
15 pakets enthalten ist, das in dem durch die in dem
Intervallobergrenzenregister 65 gespeicherte Intervall-
obergrenze definierten Zeitabschnitt übertragen werden
darf. Ist dies nicht der Fall, so wird auf die be-
schriebenen Schritte 117 bis 119 übergegangen. Wenn ein
20 solches Nachrichtenpaket vorliegt, so wird dessen Aus-
sendung in Schritt 121 veranlaßt. Während des Sendens
wird in Schritt 122 geprüft, ob auf dem Übertragungs-
kanal eine Kollision vorliegt. Ist dies nicht der Fall,
so wird in Schritt 123 eine Manipulation der Re-
25 gisterinhalte RE und RK veranlaßt (Fig. 10) und an-
schließend daran die Steuerung auf den Schritt 100
(Fig.7) zurückgeführt.

Wenn in Schritt 122 eine Kollision festgestellt wird,
30 so wird in Schritt 124 ein Störsignal ausgesendet und
in Schritt 125 der Inhalt RK des Kollisionsregisters 64
der hier betrachteten Station auf den Inhalt RI des
Intervallobergrenzenregisters 65 gesetzt. Außerdem wird
in Schritt 126 der Kollisionszähler 69 auf 1 gesetzt
35 und dann auf den in Fig. 9 weiter dargestellten
Verfahrensablauf übergegangen.

- 24 -

1 Wenn in Schritt 118 der Übertragungskanal als belegt
festgestellt wurde, so wird in Schritt 127 der Empfang
eines Nachrichtenpakets auf dem Übertragungskanal ver-
anlaßt und in Schritt 122 gleichzeitig überprüft, ob
5 eine Kollision eintritt. Darauf folgen die Schritte 123
oder 124 bis 126.

In Fig. 9 ist der Verfahrensablauf dargestellt, der
sich an den Schritt 126 anschließt, in dem der
10 Kollisionszähler 69 auf 1 gesetzt wurde. Anschließend
daran wird in Schritt 128 geprüft, ob in der hier be-
trachteten Station ein Sendewunsch vorliegt. Liegt kein
Sendewunsch vor, so wird in Schritt 129 geprüft, ob der
Übertragungskanal frei oder belegt ist. Ist er frei, so
15 wird die Steuerung auf Schritt 128 zurückgeführt und
dieser erneut durchlaufen. Ist der Übertragungskanal
belegt, so wird in Schritt 130 der Empfang eines Nach-
richtenpakets veranlaßt und gleichzeitig in Schritt 131
geprüft, ob während des Sendens eine Kollision auf-
tritt. Ist dies der Fall, so wird in Schritt 132 das
20 Senden eines Störsignals veranlaßt und die Steuerung
auf Schritt 128 zurückgeführt, wo erneut geprüft wird,
ob ein Sendewunsch vorliegt.

25 Wenn in Schritt 128 ein Sendewunsch festgestellt wird,
so wird in Schritt 133 geprüft, ob der Inhalt RS des
Senderegisters 63 kleiner als der Inhalt RK des
Kollisionsregisters 64 ist. Ist dies nicht der Fall, so
wird auf Schritt 129 übergegangen und der Über-
tragungskanal auf Frei- oder Belegtzustand überprüft.
30 Wenn der Inhalt RS kleiner als der Inhalt RK ist, so
wird in Schritt 134 geprüft, ob der Kollisionszähler-
inhalt n kleiner als die höchstmögliche vorgegebene
Kollisionszahl N ist. Wenn diese Zahl N erreicht ist,
35 so wird in Schritt 135 das Zugriffsverfahren abgebro-

- 25 -

1 chen. Wenn der Inhalt des Kollisionszählers 69 kleiner
als die höchstmögliche vorgegebene Kollisionszahl N
ist, so wird in Schritt 136 mit einem Zufallsgenerator
eine Verzögerungszeit erzeugt, in der die aufgetretenen
5 Kollisionen nach einem Auflösungs-Algorithmus aufgelöst
werden können, und in Schritt 137 das Abwarten dieser
Verzögerungszeit veranlaßt. Anschließend wird in
Schritt 138 wiederum geprüft, ob der Übertragungskanal
belegt oder frei ist. Ist er belegt, so entspricht dies
10 dem in Schritt 129 ggf. festgestellten Belegtzustand,
so daß dann die Schritte 130 bis 132 durchgeführt
werden können. Ist er frei, so wird in Schritt 139 das
Senden eines Nachrichtenpakets von der hier be-
trachteten Station veranlaßt. In Schritt 140 wird
15 gleichzeitig geprüft, ob auf dem Übertragungskanal eine
Kollision entstanden ist. Ist dies während der Über-
tragung nicht der Fall, so entspricht dies dem gleichen
Ergebnis aus Schritt 131, und die Steuerung wird auf
Schritt 100 (Fig. 7) zurückgeführt. Ist eine Kollision
20 aufgetreten, so wird in Schritt 141 das Störsignal
veranlaßt und in Schritt 142 der Inhalt des Kollisions-
zählers 69 um 1 erhöht. Anschließend wird die Steuerung
auf Schritt 128 zurückgeführt, um das Vorliegen eines
Sendewunsches zu überprüfen.

25

In Fig. 10 ist die Funktion des Manipulierens der
Registerinhalte RE und RK dargestellt. Das Manipulieren
dieser beiden Register besteht darin, daß zunächst in
einem Schritt 143 geprüft wird, ob der Inhalt RE des
30 Empfangsregisters 62 dessen Anfangszustand entspricht,
d.h. ob dieser Inhalt 1 ist. Ist dies der Fall, so wird
in Schritt 144 der Inhalt RK des Kollisionsregisters 64
auf 0 gesetzt und anschließend in Schritt 145 der In-
halt RE des Empfangsregisters 62 auf die Restpaket-
35 nummer des soeben erfolgreich über den Über-
tragungskanal empfangenen Nachrichtenpakets gesetzt.

- 26 -

1 Wenn in Schritt 143 festgestellt wurde, daß das
Empfangsregister 62 nicht in seinem Anfangszustand ist,
so wird unmittelbar auf den Schritt 145 übergegangen,
in dem der Inhalt des Empfangsregisters 62 auf den je-
5 weils aktuellen Stand gebracht wird.

In Figur 11 ist grafisch ein Vergleich der mittleren
Transferzeiten für eine typisches Nachrichtengemisch
dargestellt, um den mit der Erfindung erzielbaren
10 Verkürzungseffekt zu verdeutlichen. Die mittleren
Transferzeiten sind abhängig von der Verkehrsbelastung
des Übertragungskanals, d.h. von dem Verhältnis Durch-
satzrate/Übertragungsrate, dargestellt. Die obere Kurve
A ergibt sich bei Anwendung des CSMA/CD-Standard-
15 protokolls. Es ist zu erkennen, daß bei einer
Variation der Verkehrsbelastung von 0,1 bis 0,5 mitt-
lere Transferzeiten von etwa 5 bis 80 ms auftreten.
Werden die Kanalzugriffe hingegen mit den erfindungs-
gemäß vorgesehenen Verfahrensschritten durchgeführt, so
20 ergeben sich in dem angegebenen Bereich gemäß Kurve B
wesentlich verkürzte mittlere Transferzeiten von etwa
0,8 bis 1,8 ms.

25

30

10

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Kanalzugriffsverfahren für ein als Bussystem kon-
figuriertes lokales Übertragungsnetz für Nachrich-
15 ten mit Paketeinteilung ohne zentrale Steuerung,
bei dem jede sendewillige Station den Übertra-
gungskanal abhört und abhängig vom Zustand des
Übertragungskanals ihre Nachricht absetzt, und bei
dem im Falle einer Kollision von Nachrichten auf
20 dem Übertragungskanal eine Unterbrechung der
Nachrichtenübertragung und eine Kollisionsauflö-
sung in einer Auflösungsphase erfolgt, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Pakete in einer der zuneh-
menden Restlänge bzw. Restausgabezeit ent-
25 sprechenden Reihenfolge übertragen werden, und daß
die mit Ende einer Kollision beginnende Auf-
lösungsphase aus gegebenenfalls mehreren Zeit-
abschnitten besteht, in denen jeweils die
Übertragung für die Pakete von Nachrichten vor-
30 bestimmter Länge bzw. Restausgabezeit freigegeben
wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die in der jeweiligen Station vorliegenden
35 Nachrichten hinsichtlich ihrer Restlänge bzw.
Restausgabezeit geordnet werden.

- 1 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 für eine paket-
orientierte Nachrichtenübertragung, dadurch ge-
kennzeichnet, daß zur Darstellung der Restlänge
bzw. Restausgabezeit die Pakete einer jeden Nach-
5 richt fortlaufend mit einer Restpaketnummer
versehen werden, die die Zahl der insgesamt noch
zu übertragenden Pakete dieser Nachricht angibt.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
daß bei Feststellen einer laufenden Übertragung
durch eine sendewillige Station die in dieser Sta-
tion vorliegende Nachricht abgesetzt wird, sofern
deren Restpaketnummer kleiner als die Restpaket-
nummer des nächsten erwarteten Pakets der laufen-
15 den Übertragung ist.
- 20 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
daß das Absetzen der Nachricht beginnt, wenn die
laufende Übertragung eines Nachrichtenpakets abge-
schlossen ist.
- 25 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, da-
durch gekennzeichnet, daß die Zeitabschnitte der
Auflösungsphase mehreren Bereichen von Restpaket-
nummern zugeordnet sind.
- 30 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Zeitabschnitt der Restpaketnummer 1
zugeordnet ist.
- 35 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, da-
durch gekennzeichnet, daß die Zahl der Zeitab-
schnitte der Auflösungsphase und/oder die Ober-
grenze des jeweiligen Bereichs von Restpaket-
nummern entsprechend der Verkehrslast des Übertra-
gungsnetzes eingestellt werden.

- 1 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, da-
 durch gekennzeichnet, daß die Zahl der Zeitab-
 schnitte der Auflösungsphase und/oder die Ober-
 grenze des jeweiligen Bereichs von Restpaket-
5 nummern abhängig von der Paketnummer des letzten
 störungsfrei übertragenen Pakets eingestellt wer-
 den.
- 10 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet, daß die Unterbrechung der
 Nachrichtenübertragung nur für Nachrichten mit
 einer vorbestimmten Mindest-Restnachrichtenlänge
 bzw. Mindest-Restaussgabezeit erfolgt.
- 15 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeich-
 net, daß die Unterbrechung nur für Nachrichten mit
 einer Restpaketnummer größer als 3 erfolgt.
- 20 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet, daß nach der erfolgreichen
 Übertragung eines Nachrichtenpakets ein Kanalzu-
 griff unabhängig von der Restlänge bzw. Restaus-
 gabezeit dieser Nachricht erfolgt, wenn der
 Übertragungskanal für eine vorbestimmte Zeit
25 unbelegt bleibt.

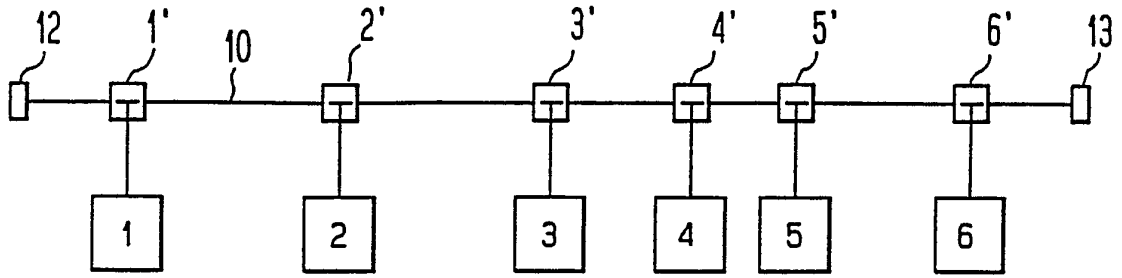


Fig. 1

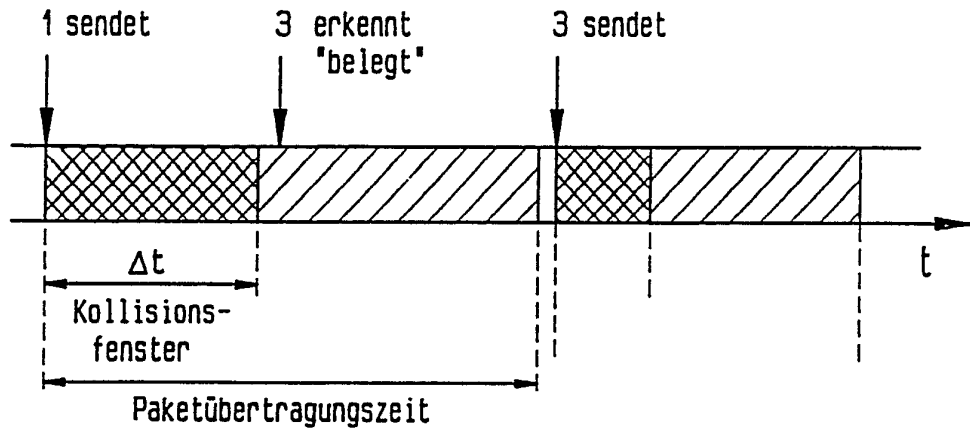


Fig. 2

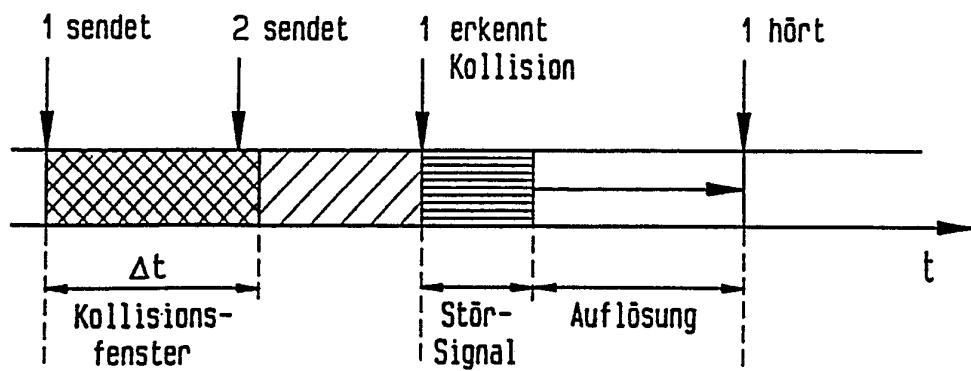


Fig. 3

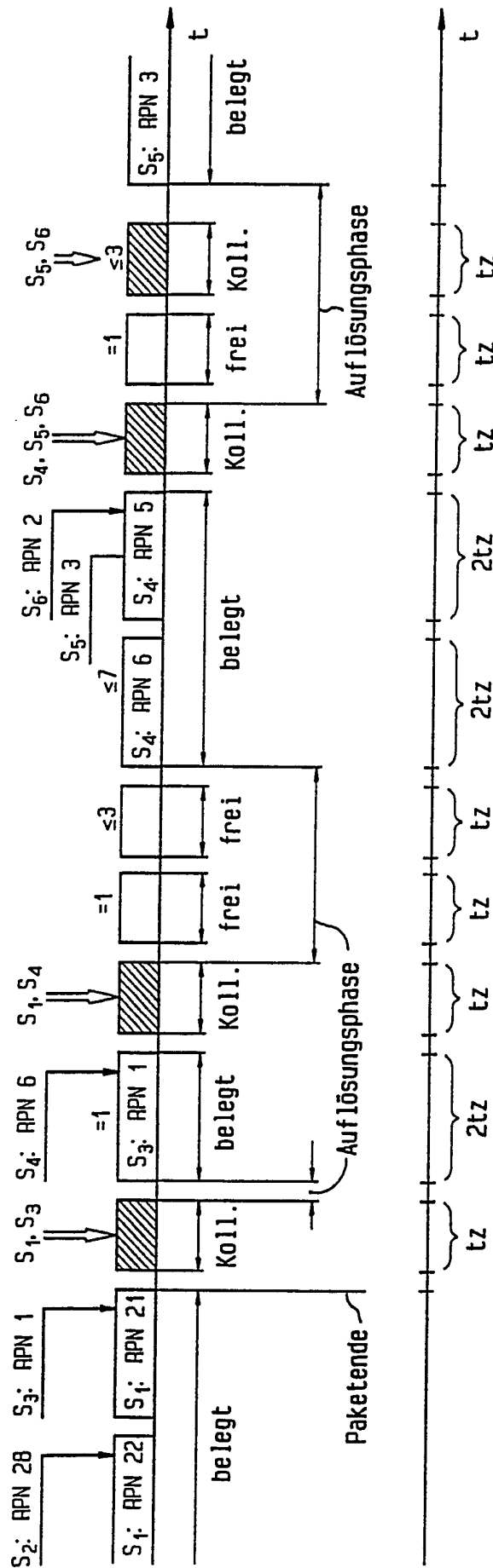


Fig. 4

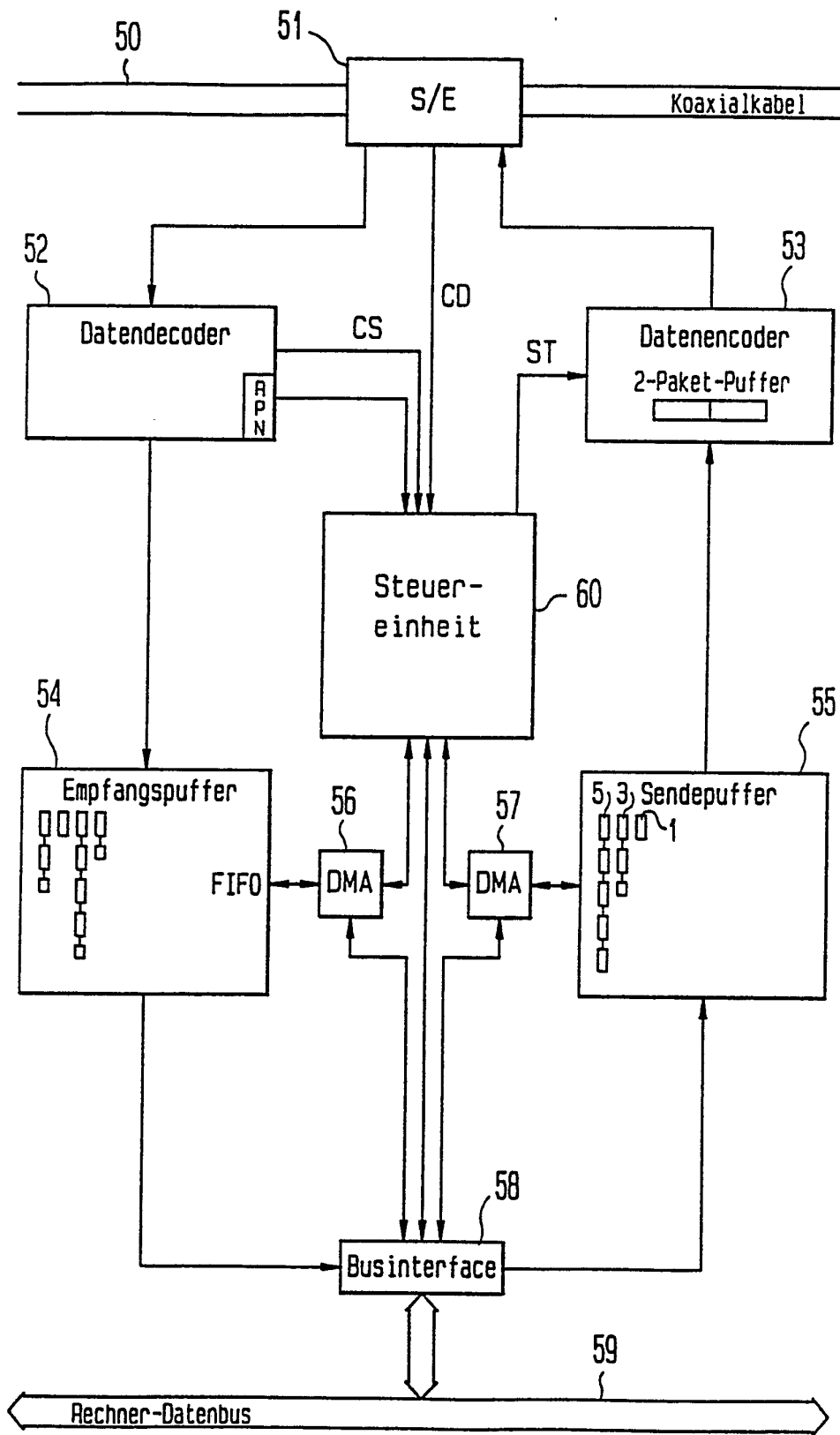


Fig. 5

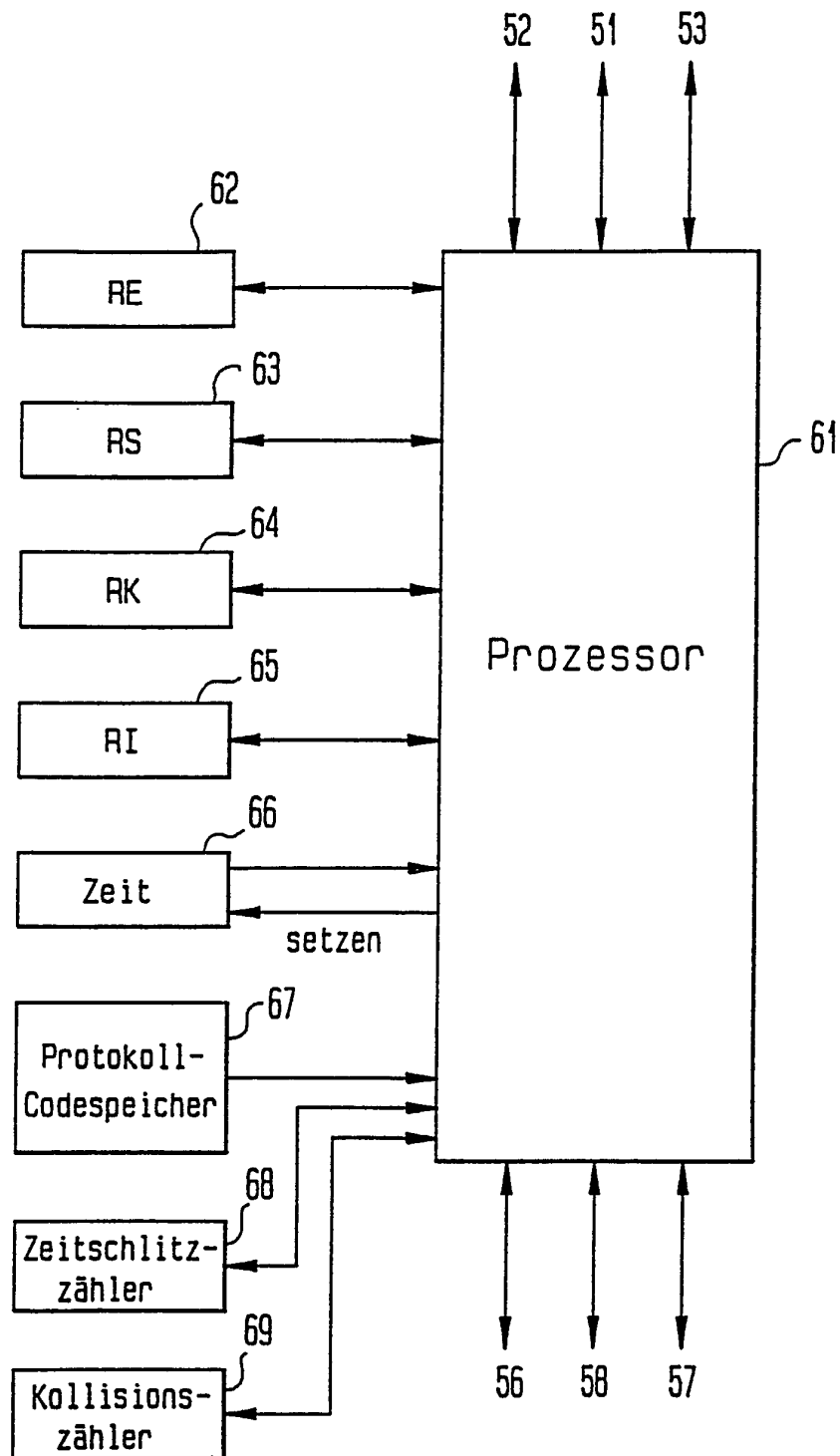


Fig. 6

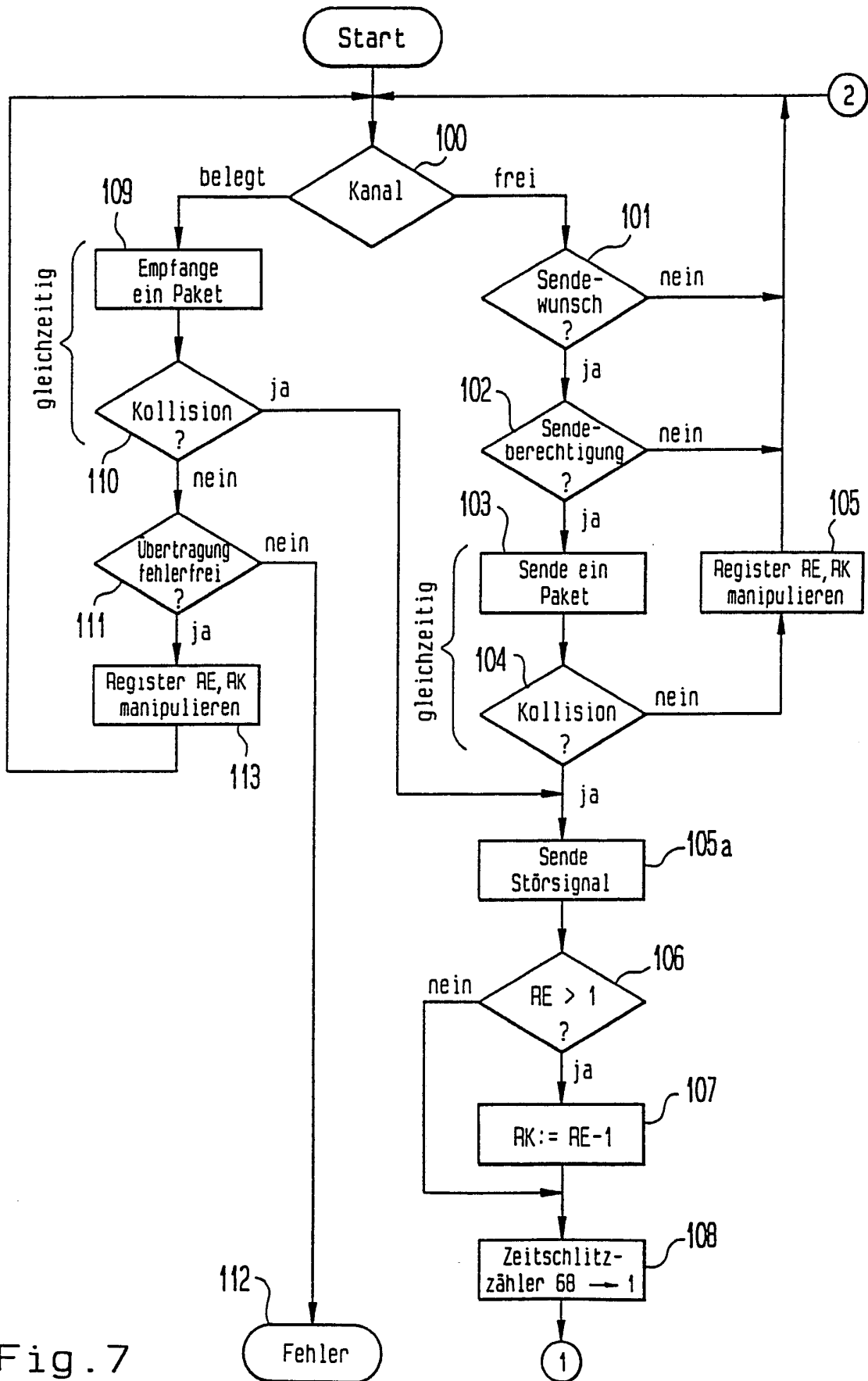


Fig. 7

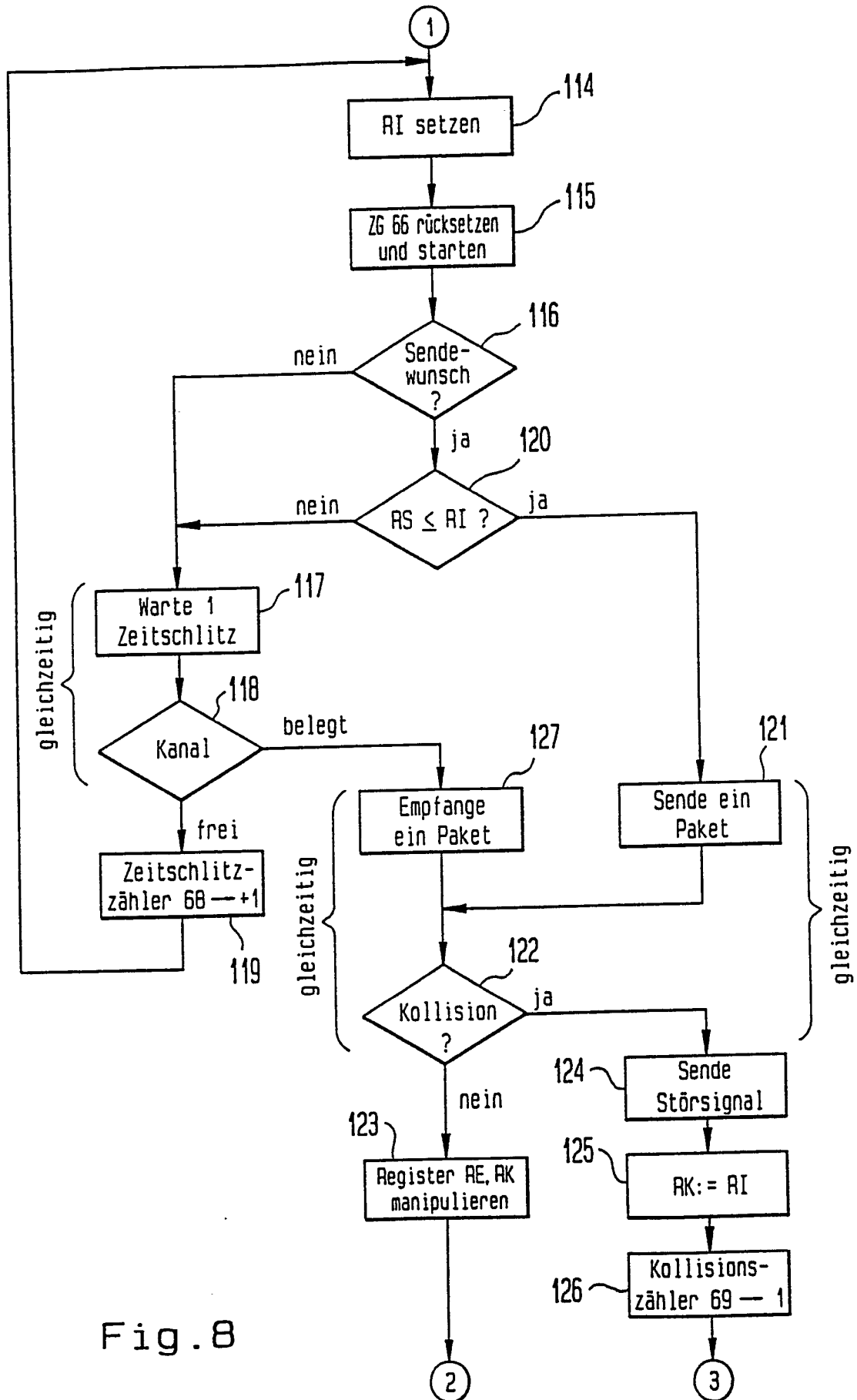


Fig. 8

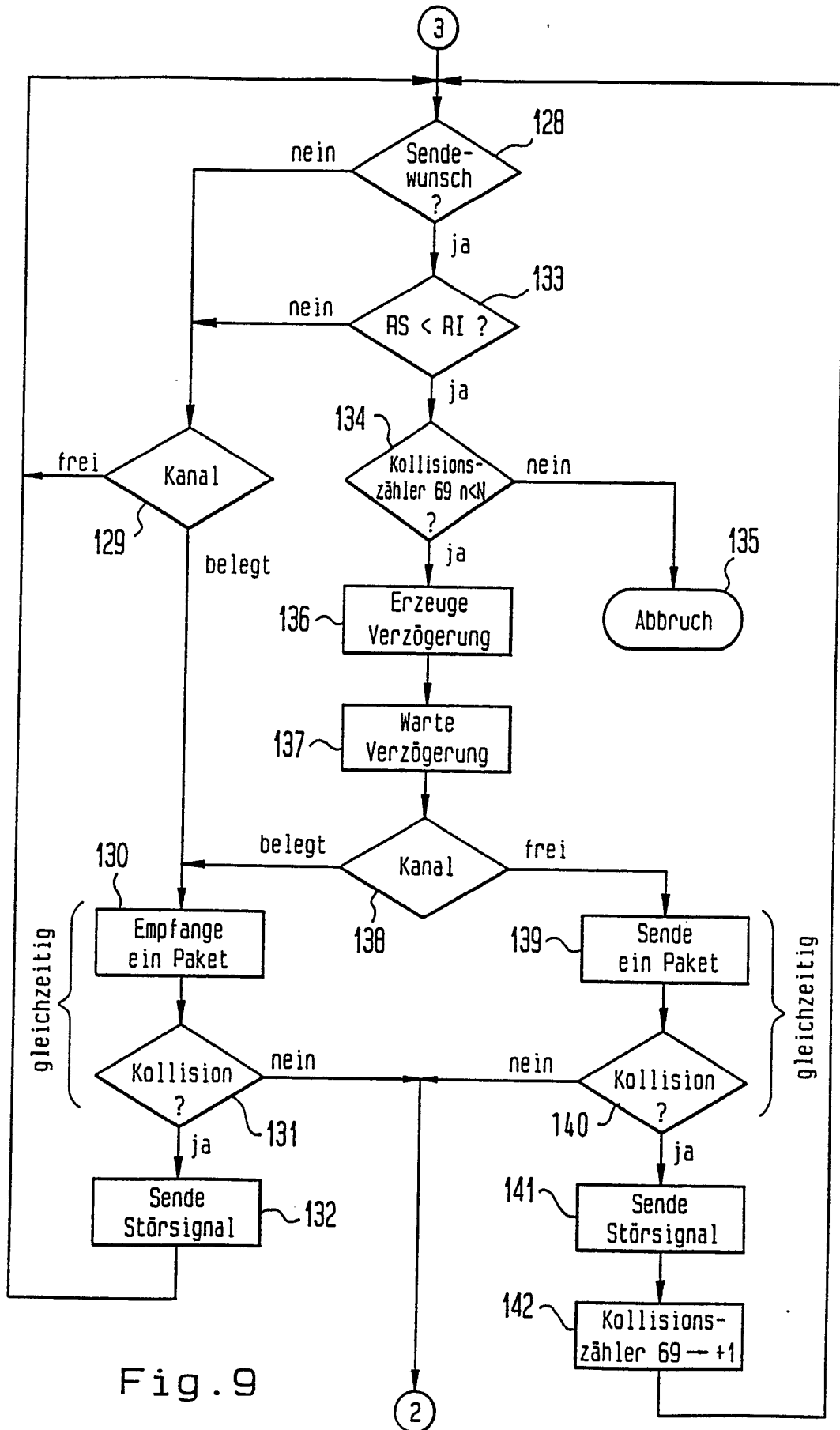


Fig. 9

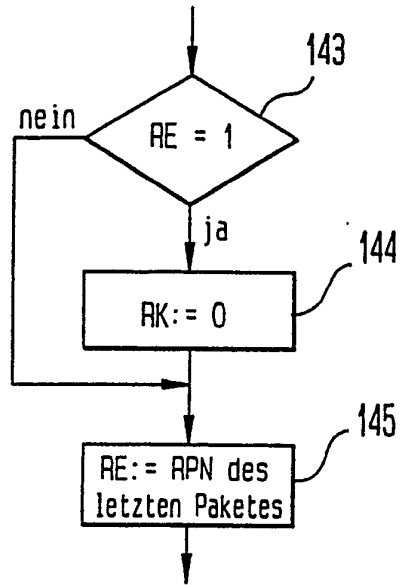


Fig. 10

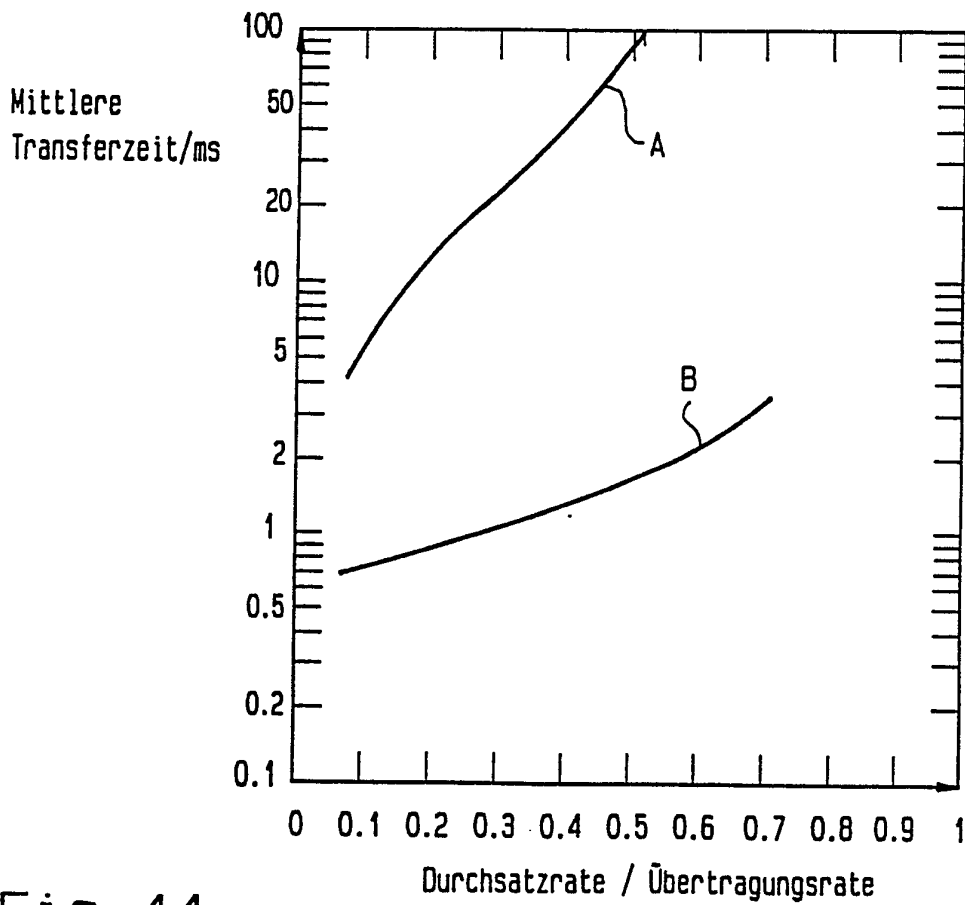


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 90/01525

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁵ : H 04 L 12/40		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵ :	H 04 L	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the extent that such Documents are included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	<p>IBM Technical Disclosure Bulletin, vol. 24, No: 11B, April 1982, IBM CORP., (New York, US) D.F. Bantz: "Continuation packet protocol", pages 5805-5808 see page 5806, lines 1-20; page 5807, lines 9-25; figures 2,3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1
<p>⁹ Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"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.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
25 January 1991 (25.01.91)		26 February 1991 (26.02.91)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
European Patent Office		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen **PCT/EP 90/01525**

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Cl. ⁵ H 04 L 12/40		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ⁵	H 04 L	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	IBM Technical Disclosure Bulletin, Band 24, Nr. 11B, April 1982, IBM Corp., (New York, US) D.F. Bantz: "Continuation packet protocol", Seiten 5805-5808 siehe Seite 5806, Zeilen 1-20; Seite 5807, Zeilen 9-25; Abbildungen 2,3 -----	1
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
25. Januar 1991		26.02.91
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
Europäisches Patentamt		miss T. MORTENSEN