



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

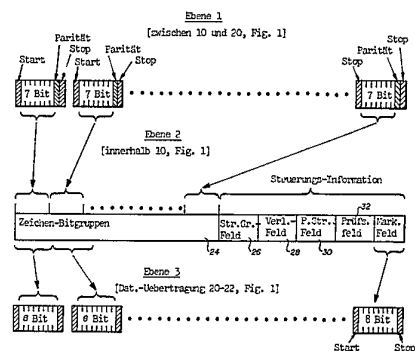
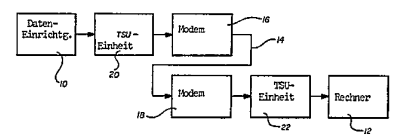
12 PATENTSCHRIFT A5

<p>21 Gesuchsnummer: 10013/79</p> <p>22 Anmeldungsdatum: 08.11.1979</p> <p>30 Priorität(en): 06.12.1978 US 967001</p> <p>24 Patent erteilt: 29.11.1985</p> <p>45 Patentschrift veröffentlicht: 29.11.1985</p>	<p>73 Inhaber: The Boeing Company, Seattle/WA (US)</p> <p>72 Erfinder: Koford, James Shingle, Sunnyvale/CA (US) Jensen, William Carl, Palo Alto/CA (US) Woo, Barry Bong Kai, Sunnyvale/CA (US) Bamford, Clifford Nelson, Los Gatos/CA (US)</p> <p>74 Vertreter: A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG, Patentanwälte, Basel</p>
---	--

54 Verfahren und Anordnung zum Formatieren und asynchronen Uebertragen von Daten.

57 Eine gegebene, ursprüngliche, nach dem ASCII-Code als Folge von 10-Bit-Gruppen (je 7 Zeichenbits, ein Start- und Stopbit, ein Paritätsbit pro Gruppe) vorliegende Zeichenfolge wird vor der asynchronen Datenübertragung von einer ersten Dateneinrichtung (10) zu einer versetzten Dateneinrichtung (12) (z.B. einem Rechner) in einer sogenannten TSU-Einheit (20) zunächst in eine neue Datenfolge umgewandelt, welche je 7 Bit pro Zeichen, sowie sich auf die ganze zu übertragende Zeichenfolge beziehende Steuerungsinformationen enthält. Diese wird weiter in eine zur Asynchronübertragung geeignete Folge von 10-Bit-Gruppen (8 Informationsbits, ein Start- und ein Stopbit) umgesetzt und über Modems (16, 18) und eine Verbindung (14) zu einer gegenüberliegenden, identisch zur Einheit (20) ausgeführten TSU-Einheit (22) gesendet. In letzterer wird die empfangene Zeichenfolge bei gleichzeitiger Auswertung der Steuerungsinformation in die ursprünglich gegebene Zeichenfolge zurückverwandelt.

Im Vergleich zum Stand der Technik bietet dieses Verfahren erhöhte Sicherheit gegen Übertragungsfehler, ohne die Zeichen-Übertragungskapazität wesentlich einzuschränken.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Formatieren und asynchronen Übertragen von Daten, wobei die Daten anfänglich in einem ersten Format als Folge der ursprünglichen asynchronen Zeichen aus einem Startbit, einer vorbestimmten Anzahl von Datenbits sowie einem Stopbit vorliegen, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- (a) Abtrennen der Start- und Stopbits von einer Anzahl der aufeinanderfolgenden ursprünglich asynchronen Zeichen,
- (b) Bündelung der verbleibenden Datenbits der Anzahl ursprünglich asynchronen Zeichen zu einer Datengruppe,
- (c) Hinzufügen einer Steuerinformation zu der Datengruppierung zur Bildung eines Datenpaketes,
- (d) Unterteilen des Datenpaketes in Bitgruppen,
- (e) Hinzufügen von Start- und Stopbits zu jeder der Bitgruppen, um so umformatierte Asynchronzeichen zu bilden und

(f) Übertragen dieser umformatierten Asynchronzeichen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Schritte des Unterteilens und Hinzufügens der Start- und Stopbits gebildeten Asynchronzeichen jeweils die gleiche Anzahl Bits enthalten wie die ursprünglichen Asynchronzeichen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerinformation Fehlererkennungsinformationen enthält und die Fehlererkennungsinformation des Datenpakets auf einen bekannten Wert initialisiert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der ursprünglichen Zeichen dynamisch bestimmt wird, sobald das Datenpaket gebildet ist, wobei die Bestimmung des Endpunktes für die in das zu bildende Paket aufzunehmende Anzahl Zeichen erfolgt, wenn entweder keine Zeichen auf das Aussenden warten, oder die maximale Paketgröße erreicht worden ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die ursprünglichen Asynchronzeichen jeweils ein Paritätsbit enthalten, dadurch gekennzeichnet, dass die dynamisch ermittelte Zahl nur innerhalb eines vorbestimmten Zahlenbereiches beliebig sein kann, dass im Bitabtrennschritt die Paritätsbits von der Anzahl der ursprünglichen Asynchronzeichen abgetrennt werden und die Gesamtanzahl der Bits, aus denen die Steuerinformation sich zusammensetzt, nicht grösser ist als die maximale Zahl innerhalb des vorbestimmten Zahlenbereichs, so dass durch ein Hinzufügen der Steuerinformation die Datenübertragungskapazität des Übertragungssystems nicht verringert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der vorbestimmte Zahlenbereich von 0 bis 64 reicht.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorliegen von Steuerinformation in einem gegebenen Datenpaket bei der asynchronen Datenübertragung durch einen vorgegebenen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Bits im gegebenen Datenpaket und der vorbestimmten Zahl angegeben wird.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Datenpaket ohne Vorlaufinformation gebildet wird.

9. Anwendung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche auf ein asynchrones Datenübertragungssystem mit einem Sender, der die Folge der ursprünglichen asynchronen Zeichen von einer ersten zugehörigen Dateneinrichtung übernimmt und die umformatierten Asynchronzeichen über eine Übertragungsleitung zu einem Empfänger überträgt, gekennzeichnet durch die folgenden empfangsseitigen Schritte:

- (a) Entfernen der Start- und Stopbits von jeder ankommenden Bitgruppe,
- (b) Identifizieren der ein Datenpaket bildenden empfangenen Bitgruppen,

(c) Bündeln der verbleibenden Bits in diesem Datenpaket zu einem seriellen Bitstrom,

(d) Abtrennen der Steuerinformationsbits von den Datenbits in diesem seriellen Bitstrom,

(e) Unterteilen der Datenbits in Bitgruppen mit jeweils einer vorbestimmten Bitanzahl,

(f) Hinzufügen von Stop- und Startbits zu jeder Bitgruppe, um die ursprünglichen Asynchronzeichen zu rekonstruieren und

(g) Übertragen der ursprünglichen Zeichen an eine zweite zugehörige Dateneinrichtung.

10. Anwendung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass empfangsseitig

(1) die Richtigkeit der Information in dem besagten einen Datenpaket mittels der Steuerinformation überprüft und

(2) dem Sender eine Anzeige der Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Informationen im Datenpaket übermittelt und dass sendeseitig jedes Datenpaket in einem Speicher zurückgehalten wird, bis vom Empfänger eine Mitteilung des eingegangenen Datenpakets empfangen ist, und dass ein eingegangenes Datenpaket weitergegeben wird, wenn vom Empfänger eine Anzeige des unrichtigen Empfangs des Datenpakets empfangen ist.

11. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, wobei die Information auf einer Übertragungsleitung (14) zwischen einer ersten und einer zweiten Datenvorrichtung (10 und 12) in Form einer Folge von Datenpaketen übertragen wird, gekennzeichnet durch eine Einrichtung, die einen seriellen Satz von Datenzeichen erzeugt, in dem jedes Datenzeichen ein Startbit, eine Vielzahl von Informationsbits sowie ein Stopbit aufweist und durch Mittel (20), die die Informationsbits in den Datenpaketen so anordnen, dass die Informationsbits in bestimmten Zeichen des Pakets Daten enthalten, während die Informationsbits in den verbleibenden Zeichen des Pakets Steuerinformationen enthalten.

12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die bestimmten Datenzeichen im ersten Teil ihres Datenpakets und die verbleibenden Datenzeichen zwischen dem Ende der bestimmten Datenzeichen und dem Ende des Datenpakets liegen.

13. Anordnung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Datenpaket ohne Vorlaufinformation gebildet ist.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorliegen von Steuerinformation in einem gegebenen Datenpaket bei der asynchronen Datenübertragung durch einen vorgegebenen Zusammenhang zwischen der Bitanzahl im gegebenen Datenpaket und einer vorgegebenen Zahl angezeigt wird.

15. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (20) zum Ordnen der Informationsbits in den Datenpaketen eine Einrichtung zum Entfernen der Start- und Stopbits von einer Anzahl der aufeinanderfolgenden asynchronen Zeichen, eine Einrichtung, um die verbleibenden Datenbits der Anzahl asynchroner Zeichen zu einer Datengruppe zusammenzufassen, eine Einrichtung zum Hinzufügen einer Steuerinformation zu dieser Datengruppe zur Bildung eines Datenpakets, eine Einrichtung zur Unterteilung des Datenpakets in Bitgruppen, und eine Einrichtung zum Hinzufügen von Start- und Stopbits zu jeder der Bitgruppen enthalten, um dadurch umformatierte Asynchronzeichen zu bilden, und ferner eine Einrichtung (16) zur Übertragung von umformatierten Asynchronzeichen aufweisen.

16. Anordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerinformation eine Fehlererkennungsinformation enthält, sowie dass eine Einrichtung vorhanden ist, um die Fehlererkennungsinformation des Datenpakets auf einen bekannten Wert zu initialisieren.

17. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die umformatierten Asynchronzeichen über die Übertragungsleitung (14) an einen Empfänger (18) übermittelt werden, dem folgende Mittel (22) nachgeschaltet sind:

(a) eine Einrichtung zum Entfernen der Stop- und Startbits aus jeder ankommenden Bitgruppe,

(b) eine Einrichtung zur Identifizierung der empfangenen Bitgruppen, die ein Datenpaket bilden,

(c) eine Einrichtung zum Zusammenfassen der verbleibenden Bits im Datenpaket zu einem seriellen Bitstrom,

(d) eine Einrichtung zum Abtrennen der Steuerinformationsbits von den Datenbits im seriellen Bitstrom,

(e) eine Einrichtung zum Unterteilen der Datenbits in Bitgruppen, von denen jede die vorbestimmte Anzahl von Bits enthält,

(f) eine Einrichtung zum Hinzufügen von Start- und Stopbits zu jeder Bitgruppe, um wieder die ursprünglichen asynchronen Zeichen zu bilden, sowie

(g) eine Einrichtung, die die ursprünglichen Zeichen an die zweite zugehörige Datenvorrichtung (12) überträgt.

18. Anordnung nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch eine empfangenseitig vorgesehene Einrichtung zum Prüfen der Information in dem besagten Datenpaket auf Richtigkeit mittels der Steuerinformation und durch eine Einrichtung zur Übermittlung einer Anzeige der Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Information im Datenpaket an den Sender sowie eine sendeseitig vorgesehene Einrichtung zum Zurückhalten eines jeden Datenpakets in einem Speicher, bis vom Empfänger die Anzeige des einwandfreien Empfangs eingegangen ist und eine weitere sendeseitige Einrichtung zum Weitergeben eines gegebenen Datenpakets, wenn vom Empfänger eine Anzeige eines nicht einwandfreien Empfangs des gegebenen Datenpakets eintrifft.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zum Formatieren und asynchronen Übertragen von Daten nach dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 11.

Die asynchrone Nachrichtenübertragung verläuft traditionell langsam, d.h. in der Grössenordnung von fünf bis 30 Zeichen pro Sekunde, wobei ein 10-Bit-Zeichen angenommen sei. Ein Beispiel für ein Gerät zur asynchronen Nachrichtenübertragung ist die bekannte Fernschreibmaschine. Entsprechende Übertragungseinrichtungen wie Multiplexer und Modulator/Demodulator-Einheiten (Modems) sind handelsüblich, die bei entsprechenden Geschwindigkeiten arbeiten.

Bei der asynchronen Nachrichtenübertragung werden die Daten zeichenweise übermittelt. Die Synchronisation zwischen Sender und Empfänger erfolgt bei jedem Zeichen durch Start- und Stopbits am Anfang bzw. am Ende jedes Datenzeichens. Unterschiedliche Datenkodeformate verwenden unterschiedliche Anzahlen von Datenbits pro Zeichen. Der ASCII-Kode (American Standard Code of Information Interchange) enthält beispielsweise sieben Datenbits, die Start- und Stopbits sowie ein Paritätsbit, aus denen sich das 10-Bit-Zeichen zusammensetzt.

Bisher hat man bei der asynchronen Nachrichtenübertragung keine Fehlerüberwachung eingesetzt – mit Ausnahme des Paritätsbits beim ASCII-Kode, das aber nur eine elementare Form einer Fehlerprüfung erlaubt. Dieses Fehlen einer Fehlerüberwachung bei der asynchronen Nachrichtenübertragung steht im Gegensatz zu den ziemlich komplizierten Fehlerprüfverfahren, die für synchrone Übertragungssysteme entwickelt worden sind.

Bei der synchronen Nachrichtenübertragung werden hö-

here Datenraten, d.h. 200 bis 1200 Zeichen pro Sekunde verwendet und die Synchronisation zwischen Sender und Empfänger erfolgt durch synchronisierte Taktsignale im Sender und Empfänger. Man hat infolge der bei derart hohen Übertragungsgeschwindigkeiten anzunehmenden hohen Fehlerraten in der synchronen Nachrichtenübertragung raffinierte Fehlerüberwachungsverfahren entwickelt und eingesetzt. Nur synchrone Systeme, die umfangreich und teuer sind, wiesen in der Vergangenheit Fehlerüberwachungsmöglichkeiten auf. Bei asynchroner Datenübertragung ist die Fehlerrate recht niedrig, und zwar in der Grössenordnung von einem Fehler oder weniger pro Textseite. Weiterhin sind bei der asynchronen Nachrichtenübertragung Fehler gewöhnlich nicht besonders schwerwiegend. Derart übertragene Mitteilungen waren im allgemeinen normaler Schreibtext, der von Menschen gelesen werden soll; der Leser war stets in der Lage, Fehler verhältnismässig leicht zu erkennen und zu korrigieren.

Jedoch werden derzeit Fehler auch bei der asynchronen Datenübertragung zunehmend unannehmbar, und zwar infolge verschiedener technischer Entwicklungen auf diesem Gebiet. Höhere Übertragungsgeschwindigkeiten wie beispielsweise 120 Zeichen pro Sekunde verbreiten sich zunehmend, aber mit einer entsprechenden Zunahme der Fehlerrate. Weiterhin werden auch graphische bzw. Bilddaten asynchron übermittelt; bei diesen kann ein Fehler von bereits einem Bit schwerwiegende Folgen haben. Weiterhin werden zwischen Elektronenrechnern die Dateninhalte ganzer Speicherblöcke asynchron übertragen; in diesem Fall kann eine Bedienungsperson etwaige Fehler nicht mehr unmittelbar erkennen und sofort korrigieren.

Die Fehlerüberwachung mit einem Paritätsbit reicht für die bei solchen technischen Entwicklungen erforderliche Fehlererkennung nicht mehr aus, während die durchentwickelten Fehlerüberwachungsverfahren der synchronen Nachrichtenübertragung, bei denen einem Datenimpulszug 8 bis 32 Bits hinzugefügt werden, für die derzeitige zeichenweise asynchrone Übertragungsweise nicht praktikabel sind. Das Hinzufügen von Fehlerüberwachungsbits zu vorliegenden zeichenweisen Übertragungssystemen würde die Übertragungskapazität des Übertragungssystems ernsthaft beeinträchtigen, also ein unannehmbares Ergebnis.

Es besteht also ein erheblicher Bedarf an einem zuverlässigen und leistungsfähigen Fehlerüberwachungsverfahren, das bei der asynchronen Nachrichtenübertragung eingesetzt werden kann, die Datenkapazität des Übertragungssystems jedoch nicht einschränkt. Weiterhin ist erwünscht, dass die Vorrichtung, die eine solche Fehlerüberwachung ausführt, auch mit vorhandenen asynchronen Datenübermittlungseinrichtungen wie Fernschreibern und Modems verwendbar ist, aber für den Benutzer, die angeschlossenen Vorrichtungen und die Übertragungsstrecke selbst transparent bleibt, so dass diese bzw. die Übertragungsstrecke nicht verändert zu werden brauchen.

Es ist also ein allgemeines Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Anordnung zum Formatieren und asynchronen Übertragen von Daten anzugeben, die einen oder mehrere der Nachteile des Standes der Technik überwinden.

Dieses Ziel wird erfindungsgemäss nach den kennzeichnenden Merkmalen der Ansprüche 1 und 11 erreicht.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die beigelegten Zeichnungen ausführlich erläutert.

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm der Anordnung, mit der das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung in einer asynchronen Datenübertragungsstrecke durchführbar ist;

Fig. 2 zeigt drei unterschiedliche Formatierungsebenen,

die die Daten in dem Verfahren nach der vorliegenden Erfindung durchlaufen;

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 ist ein Blockdiagramm, das den Fluss der Dateninformation in der Vorrichtung zeigt, und die

Fig. 5 zeigt als Blockdiagramm den Fluss der Funktionssteuerung in der Vorrichtung.

Die Vorrichtung, die zur Durchführung des Verfahrens nach der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird, wird im folgenden als TSU-Einheit («terminal service unit») bezeichnet; sie ist zur Einfügung in herkömmliche asynchrone Datenstrecken ohne Abänderungen an entweder der Übertragungsleitung oder anderen asynchronen Übertragungseinheiten in der Strecke konstruiert.

Die Fig. 1 zeigt schaubildlich, wie die Vorrichtung in eine vorhandene asynchrone Datenstrecke eingefügt wird. Dabei steht sendeseitig eine asynchrone Endeinheit 10, wie beispielsweise eine normale Fernschreibmaschine, über eine Übertragungsleitung 14 in Verbindung mit einem empfangsseitigen Rechner 12; der Betrieb erfolgt mit normaler Asynchron-Übertragungsgeschwindigkeit – beispielsweise 30 Zeichen pro Sekunde. Bei der Übertragungsleitung handelt es sich typischerweise um eine herkömmliche Fernmeldeleitung, über die eine Vollduplexverbindung (mit gleichzeitigem Verkehr in beiden Richtungen) laufen kann.

Zwischen der Endeinheit 10 und der Übertragungsleitung 14 und auch zwischen dem Rechner 12 und der Übertragungsleitung befinden sich zwei Modems 16 und 18, die abhängig von der Richtung des Datenflusses die angelegten Daten modulieren bzw. demodulieren. Weitere Anordnungen wie Multiplexer und Ver- und Entschlüsselungseinrichtungen können in die Datenstrecke eingeschaltet sein. Diese Anordnungen sind jedoch speziell auf die Bearbeitung von Informationen bei Asynchron-Übertragungsraten konstruiert.

Asynchrone Datenvorrichtungen sind im allgemeinen auf bestimmte voreingestellte Übertragungsgeschwindigkeiten eingerichtet – beispielsweise 5, 15 oder 30 Zeichen pro Sekunde. Dieser Wert wird zuweilen als die «Bandbreite» des Systems bezeichnet, benennt aber genauer die Datenübertragungskapazität des Systems. Sind beispielsweise der Datensender und sein Modem auf eine maximale Übertragungsgeschwindigkeit von 30 Z/s (Zeichen pro Sekunde) eingerichtet, kann Information im System nicht schneller übertragen werden, obgleich Daten zur Übertragung vorliegen können und auch die Übertragungsleitung eine Datenübertragung mit höherer Geschwindigkeit zulassen würde.

Die Vorrichtung, die das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung durchführt, wird, wie oben bezeichnet, hier als TSU-Einheit bezeichnet. Die TSU-Einheiten müssen paarweise an einer Datenstrecke eingesetzt werden, um die Vorteile der vorliegenden Erfindung realisieren zu können. Jede TSU-Einheit ist einer Datenendeinheit zugeordnet und liegt zwischen dieser und anderen Übertragungsvorrichtungen – beispielsweise dem dieser Datenendeinheit zugeordneten Modem.

In der Fig. 1 liegt eine TSU-Einheit 20 zwischen der Datenendeinrichtung 10 und einem Modem 16, während die TSU-Einheit 22 zwischen dem Rechner 12 und dem Modem 18 liegt. Jede TSU-Einheit kann asynchrone Nachrichten senden und empfangen und ist für die Datenstrecke transparent. Die dem Modem 16 von der TSU-Einheit 20 angelieferten Daten haben also die gleiche Erscheinungsform wie die, die die Dateneinrichtung 10 der TSU-Einheit präsentiert.

Die der TSU-Einheit von der Datenendeinrichtung 10 zugeführte Information liegt im herkömmlichen asynchron kodierten Format vor – beispielsweise als ASCII-Kode aus einer

Folge von 10 Bitzeichen, wobei jedes Zeichen aus sieben Datenbits, einem Paritätsbit, einem Start- und einem Stopbit besteht. Die leitungsseits der TSU-Einheit anstehende Information liegt zwar ebenfalls als Folge von 10-Bit-Zeichen mit Start- und Stopbits vor und hat also die gleiche Erscheinungsform wie die Information auf der der Endeinheit zugewandten Seite: sie kann jedoch Daten- oder Steuerinformation oder zuweilen auch beide enthalten. Die Steuerinformation, wenn vorhanden, betrifft eine ausgewählte Gruppe einzelner Zeichen, wie im folgenden ausführlich erläutert wird.

Die Fig. 2 zeigt ausführlich ein Daten-Umformatierungsverfahren, das von der TSU-Einheit ausgeführt wird und das Hinzufügen von Steuerinformation, die z.B. Fehlerüberwachungsinformationen zur asynchronen Datenübertragung erlaubt, ohne die Datenübertragungskapazität des Systems zu verringern.

Wie die Fig. 2 zeigt, stellt die Ebene 1 das herkömmliche Format einer asynchronen Informationsübertragung dar und ist dasjenige kodierte Format, das bei der Übertragung von Information zwischen der TSU-Einheit und der zugehörigen Dateneinrichtung verwendet wird. Das für die Ebene 1 gezeigte Diagramm stellt eine Folge von Zeichen in einem Standard-Kodeformat dar, die der TSU-Einheit von deren zugeordneter Datenendvorrichtung angeliefert wird. Die in der Ebene 1 der Fig. 2 gezeigten Zeichen sind ASCII-kodiert, so dass jedes Zeichen aus 10 Bits besteht, d.h. 7 Datenbits, je einem Start- und Stopbit sowie einem Paritätsbit.

Während die Zeichen der TSU-Einheit angeliefert werden, entfernt diese das Start-, Stop- und das Paritätsbit jedes 10-Bit-Zeichens und fasst die verbleibenden sieben Datenbits der Zeichen seriell zu einer Gruppierung zusammen, die hier als 7er-Gruppe, d.h. eine Gruppe aus 7-Bit-Datenblocks bezeichnet ist; diese Datengruppe ist in Fig. 2 mit dem Bezugszeichen 24 gezeigt. Die Anzahl der ursprünglichen Zeichen, mit Daten im Bereich 24 wird dynamisch durch einen Paketalgorithmus bestimmt, der unten ausführlicher erörtert ist. In der dargestellten Ausführungsform kann die Anzahl der Zeichen in der Datengruppierung zwischen Null (das Paket enthält nur Steuerinformation) und 64 schwanken. Jedes Zeichen hat sieben Datenbits. Wenn also ein gegebener Datengruppenteil eines Pakets 40 Datenzeichen enthält, wie z.B. dynamisch durch den Algorithmus bestimmt, besteht der Datengruppenteil des Pakets aus  $40 \times 7 = 280$  Bits.

Steuerinformation wird dann am Ende der 7er-Gruppe hinzugefügt, um zu bilden was als «Informationspaket» bezeichnet wird. Das Vorhandensein der Steuerinformation in einem Paket wird angezeigt durch den Umstand, dass die Länge der Nachricht nicht gleich einem ganzzahligen Vielfachen von sieben, der Zeichenlänge in der Datengruppierung, sondern einem ganzzahligen Vielfachen von sieben plus vier ist. Auf diese Weise kann ein zusätzliches Bit entfallen, das das Vorliegen von Steuerinformation anzeigen müsste.

Die Steuerinformation ist in Abschnitte unterteilt. Der erste Abschnitt der Steuerinformation (in Fig. 2 mit dem Bezugszeichen 26 bezeichnet) ist ein 7-Bit-Steuerfeld. Bei diesem Steuerfeld handelt es sich um einen wahlweise einzusetzenden Abschnitt; er besteht aus einem 3-Bit-Kode, gefolgt von einem 4-Bit-Funktionskode. Diese Steuerabschnitte dienen zum Protokollaustausch zwischen TSU-Einheiten wie beispielsweise zu Verbindungs- und Trennvorgängen.

Der nächste Abschnitt ist als Verlängerungsfeld bezeichnet und in Fig. 2 mit dem Bezugszeichen 28 bezeichnet. Das Verlängerungsfeld – wie auch das Steuerfeld – ist nicht in jedem Block der Ebene 2 erforderlich. Das Verlängerungsfeld besteht aus drei 1-Bit-Teilfeldern. Das erste Teilfeld ist eine «Verlängerungs-NAK-Position» (NAK = «Negative Acknowledge», d.h. «negative Rückmeldung»), die, wenn gesetzt, einen Fehler in einem von der anderen TSU-Einheit empfan-

genen bestimmten Informationspaket anzeigt. Das zweite Teilfeld gilt für einen Stopp («break»): wenn gesetzt, zeigt es an, dass ein Stoppsignal nach der Übergabe der 7er-Gruppen-  
daten im gesendeten Paket ausgesendet werden soll. Das  
Stoppsignal hält die Übertragungsleitung über einen längeren  
Zeitraum – z.B. 250 ms – in einem bestimmten Zustand. Die  
letzte Position ist eine Umschaltposition; wenn gesetzt, zeigt  
sie an, dass eine Steuergruppe im Paket vorliegt.

Der nächste Abschnitt ist ein Paketsteuerfeld 30, das in jedem Paket vorhanden sein muss und die Steuerbits enthält, mit denen die Bestätigung und Synchronisierung der Informationspakete zwischen den TSU-Einheiten erfolgt. Das Paketsteuerfeld besteht aus zwei 3-Bit-Feldern, die als Sendepaketnummer (PS) und als Empfangspaketnummer (PR) bezeichnet sind. Obgleich diese Felder unten ausführlicher beschrieben sind, soll hier erwähnt sein, dass die in einem bestimmten Paket gesendete Sendepaketnummer (PS) dieses Paketes in der gesendeten Paketfolge identifiziert, während die Empfangspaketnummer (PR) in einem Paket die Nummer des letzten empfangenen und von der anderen TSU-Einheit bestätigten Pakets darstellt.

Dem Paketsteuerfeld 30 folgt ein Prüfsummenfeld 32, das in der dargestellten Ausführungsform die Fehlerüberwachungsinformation für das Paket enthält. Obgleich unterschiedliche Prüfsummenverfahren in der Erfindung angewandt werden können, handelt es sich hier bei der Prüfsumme 30 um den Rest einer Modulo-2-Division aller Bits im Paket durch ein Generatorpolynom. Diese Rest-Prüfsumme kennzeichnet ein Fehlerüberwachungsverfahren, das aus der synchronen Nachrichtenübertragung bekannt ist. Eine Erläuterung ist zu finden in dem Buch «Error Correcting Codes» von W.W. Peterson, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1961.

Das bei der vorliegenden Erfindung speziell eingesetzte Polynom lautet  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ . Der Rest, der sich aus einer Modulo-2-Division der Paketbits durch das Polynom ergibt, ist eine 16-Bit-Zahl, die den Abschnitt 32 des Formats auf der Ebene 2 der Fig. 2 bildet.

In der anderen TSU-Einheit werden die Bits jedes Pakets einschliesslich der Prüfsumme wieder Modulo 2 durch das gleiche Polynom geteilt. Ist der dabei auftretende Rest gleich Null, ist das empfangene Paket gültig; ist der Rest ungleich Null, liegt ein Fehler vor und das Fehlerkorrektursystem mit Fehlanzeige und Rücksendung tritt in Aktion.

Weiterhin dient das in einem von einer TSU-Einheit gesendeten Paket enthaltene Prüfsummenfeld dazu, zwischen von einer abgesetzten TSU-Einheit einerseits und von der TSU-Einheit selbst gesendeten Paketen zu unterscheiden. Dem Prüfsummenfeld der abgehenden Pakete wird ein fester Vor- bzw. Initialisierungswert hinzugefügt, so dass abgegangene Pakete, die irrtümlicherweise infolge von Kurzschlüssen oder dergl. zurückgesendet worden sind, sich unmittelbar unterscheiden lassen von denjenigen Paketen, die eine abgesetzte TSU-Einheit sendet.

Das abschliessende Feld jedes Pakets ist eine 8-Bit-Folge, bei der es sich um entweder eine Markier- oder eine Abbruch-Bitfolge handelt. Das Ende eines gültigen Pakets wird mit einer Bitfolge signalisiert, die als «Marke» («flag») bezeichnet wird; in der dargestellten Ausführungsform handelt es sich dabei um die Binärfolge 01111110. Die einen Abbruch bezeichnende Bitfolge ist eine Kette von sieben oder mehr aufeinanderfolgenden 1-Bits; die empfangende TSU-Einheit interpretiert sie als Befehl, die in dem vorgehenden Teilpaket enthaltene Information zu ignorieren und verfallen zu lassen. Das Vorhandensein der Abbruch- und Markierfolge beinhaltet an sich die Möglichkeit, dass ansonsten einwandfreie Daten- oder Steuerinformation im Paket fehlinterpretiert wird. Das Vorliegen von sechs oder sieben aufeinanderfolgenden gültigen 1-Bits würde ansonsten als Markier- oder

Abbruchfolge interpretiert werden. Um diese Fehlinterpretation einer gültigen Kette von sechs oder sieben 1-Bits als Marke oder Abbruchbefehl zu verhindern, wird eine Bitausfülltechnik («bit stuffing technique») verwendet.

Dabei wird ein herkömmlicher Bitausfüllalgorithmus ähnlich dem von den Advanced Data Communication Control Procedures (ADCCP) festgelegten befolgt, der wie folgt abläuft. Die sendende TSU-Einheit fügt nach einer Kette von fünf irgendwo in dem bestimmten Paket – einschliesslich des Prüfsummenfeldes – aufeinanderfolgenden 1-Bits jeweils ein 0-Bit ein. Hat sie von der sendenden TSU-Einheit fünf aufeinanderfolgende 1-Bits empfangen, prüft die empfangende TSU-Einheit das nächste Bit. Ist es «0», werden die fünf 1-Bits als gültige Datenstellen weitergegeben und das 0-Bit wird gestrichen. Ist jedoch das sechste Bit ein 1-Bit, prüft die empfangende TSU-Einheit das siebente Bit. Ist dieses ebenfalls ein 1-Bit, weiss sie, dass eine gültige Abbruchfolge empfangen worden ist; ist sie ein 0-Bit, ist eine Marke empfangen worden. Die Implementierung dieses Algorithmus ist herkömmlich und für jeden erfahrenen Programmierer Routine.

Die Kombination der 7er-Datengruppe 24, gegebenenfalls der Steuergruppe 26 und des Verlängerungsfeldes 28, des Paketsteuerfeldes 30, der Prüfsumme 32 und des Markier- bzw. Abbruchfeldes 34 mit gegebenenfalls eingefügten 0-Bits bildet im Format der Ebene 2 ein Paket.

Dieses Paket der Ebene 2 wird dann zu aufeinanderfolgenden Abschnitten von je 8 Bits aufgeteilt und jedem dieser Abschnitte ein Start- und ein Stopbit hinzugefügt; man erhält so 10-Bit-Zeichen, die folglich die Erscheinungsform der Zeichen der Ebene 1 haben. Falls die Länge eines Pakets der Ebene 2 nicht ein gradzahliges Vielfaches von 8 Bits ist, kann das teilweise aufgefüllte letzte Zeichen mit entweder den ersten 1 bis 7 Bits im nächsten Paket, falls vorhanden, oder einer Abbruchfolge gefüllt werden.

Diese 10-Bit-Zeichen, die das Format der Ebene 3 bilden, werden dann auf den leitungsseitigen Ausgang der TSU-Einheit gegeben, um über die Übertragungsleitung gesendet zu werden. Die TSU-Einheit erscheint also für den eigentlichen Datensender, die anderen Dateneinrichtungen sowie für die Übertragungsleitung transparent. Die Umformatierung von der Ebene 1 bis zu Ebene 3 bewirkt die Aufnahme einer leistungsfähigen, paketweise arbeitenden Fehlerüberwachung in ein asynchron arbeitendes Übertragungssystem, ohne dabei die Übertragungskapazität des Systems zu beeinträchtigen.

Das Hinzufügen einer Fehlerüberwachung ohne Verringerung der Datenübertragungskapazität der Strecke ergibt sich daraus, dass das Paritätsbit von jedem ursprünglichen Zeichen des Pakets abgetrennt worden ist. Aus einem Paket von 40 Zeichen werden also 40 Paritätsbits entfernt. Die Steuergruppe fügt gegebenenfalls sieben Bits, das Verlängerungsfeld gegebenenfalls drei Bits, das Paketsteuerfeld sechs Bits, das Prüfsummenfeld 16 Bits und das Marken/Abbruch-Feld acht Bits hinzu. Es liegen also wiederum 40 Bits pro Paket vor, d.h. nicht mehr als die von den Paritätsbits beanspruchte Bitraum. Obgleich die Anzahl der Zeichen in einem Paket in weiten Grenzen unterschiedlich sein kann (d.h. von 0 bis 64), sollte die durchschnittliche Zeichenanzahl pro Paket in einer gegebenen Sendung gross genug sein, dass die Datenkapazität durch das Hinzufügen der Steuerinformation nicht verringert wird.

Indem man also (1) eine Serie herkömmlich kodierter Zeichen paketiert, (2) dem Paket Steuerinformation einschliesslich einer Fehlerüberwachungsinformation hinzufügt und (3) schliesslich das Paket zu 10-Bit-Zeichen mit jeweils einem Start- und einem Stop-Bit umgruppiert, erhält man ein System für die asynchrone Datenübertragung, in dem eine leistungsfähige Fehlerüberwachung möglich ist, die ursprüngli-

che Übertragungskapazität des Systems aber nicht beeinträchtigt wird.

Empfangsseitig im System werden die ankommenden Zeichen im Format der Ebene 3 paketweise anfänglich zum Format der Ebene 2 zurückformatiert, indem wiederum die Start- und Stop-Bits entfernt und die resultierende Information, d.h. die Daten- und die Steuerinformation zusammengefasst wird. Dann erfolgen die Bestätigungs- und gegebenenfalls auch Rücksendefunktionen.

Nachdem ein Datenpaket als gültig festgestellt worden ist, werden auch das Steuergruppenfeld, 26, das Verlängerungsfeld 28, das Paketkontrollfeld 30, das Prüfsummenfeld 32 und das Marken/Abbruch-Feld 34 abgetrennt und dann die verbleibenden Datenbits zum Format der Ebene 1 zurückformatiert, d.h. zu 10-Bit-Zeichen mit 7 Datenbits, sowie einem Paritäts-, einem Start- und einem Stop-Bit bei ASCII-kodierter Information, und schliesslich zum empfangenden Datenendgerät weitergeleitet. Die so auf das Datengerät gegebene Information hat genau das gleiche Format, das sie beim Verlassen des sendenden Datengeräts aufwies.

Die TSU-Einheit führt diese oben beschriebenen Funktionen mit einer Kombination aus Hardware und fest gespeichertem Arbeitsprogramm aus, die in den Fig. 3, 4 und 5 als Blockdiagramm gezeigt ist. Die Fig. 3 zeigt insbesondere die Architektur der TSU-Einheit. Die dort dargestellten Elemente sind an sich herkömmlich und können unter der in Fig. 3 angegebenen Bezeichnung gekauft werden, sind aber in einer speziellen Kombination angeordnet, die den Daten- und Steuerfluss ermöglicht, die für das oben erläuterte Verfahren erforderlich sind.

Die Eingabe und Ausgabe zu bzw. von der TSU-Einheit erfolgt über herkömmliche RS232-Verbindern 44, 46, die den von der Electronics Industries Association (EIA) festgelegten Normen entsprechen und unter dieser Bezeichnung von mehreren Herstellern erhältlich sind.

Die Verbindern 44, 46 verbinden das Datengerät mit EIA-Treiber- und Empfängerbausteinen 48, 49. Hierbei handelt es sich um herkömmliche Bausteine zur erforderlichen Pegel- und Impedanzanpassung zwischen der TSU-Einheit und dem Modem. Die Kombination aus den Verbindern 44, 46, den Treiber-Empfänger 48, 49 wird in der einen oder anderen Form in jeder Übertragungseinrichtung verwendet, die Teil einer Datenstrecke ist, derartige Elemente sind herkömmlich und derzeit grösstenteils bereits genormt, wie beispielsweise von der EIA.

Die Steuerung und Anzeige aus der TSU lassen sich an der Frontplatte der Einheit, wie in Fig. 3 gezeigt, mit einem Anzeigeblock 50 und einem Steuerblock 52 erreichen. Die Anzeigeelemente und Schalt- bzw. Einstellorgane 50, 52 stehen mit der verbleibenden Schaltung der TSU-Einheit über herkömmliche Schnittstellen 53 in Verbindung. Auf diese Weise erhält man eine Sichtanzeige der verschiedenen Arbeitszustände der TSU-Einheit. Die Bedienungsperson hat weiterhin die Möglichkeit, in die Arbeitsbedingungen und -zustände der TSU-Einheit über den Steuerblock 52 einzugreifen, der auch die Schalter auf der Frontplatte der TSU-Einheit enthält.

Die übrigen Blöcke der Fig. 3 sind hauptsächlich die Hardwareblöcke, aus denen die TSU-Einheiten sich zusammensetzen. Der Zentralprozessor 54 ist ein 8-Bit- oder 16-Bit-Mikroprozessor mit festem Befehlssatz. Der Befehlssatz und die Befehlszyklusdauer sind derart, dass der Zentralprozessor (CPU) 54 die in der TSU-Einheit vorliegenden Bausteine und Programme bedienen bzw. bearbeiten kann.

Der Schreib/Lesespeicher 56 (RAM) kann die von der TSU-Einheit mit 120 Z/s aufgenommenen Daten bis zu 15 Sekunden zwischenspeichern. Das RAM 56 ist kompatibel mit dem Mikroprozessor (CPU) 54 und kann ein Halbleiter-RAM-Speicher sein, der preiswert erhältlich ist.

Der Lesespeicher 58 (ROM) ist ein preiswerter Halbleiterspeicher mit hoher Speicherdichte, der in der Zugriffszeit und Leistungsaufnahme auf den Mikroprozessor (CPU) 54 abgestimmt ist. Der ROM 58 enthält das Arbeitsprogramm, mit dem der Mikroprozessor (CPU) 54 den ankommenden Datenstrom, der im RAM 56 gepuffert worden ist, umformatiert, wie oben allgemein beschrieben wurde und unten ausführlich erläutert werden wird.

Der ROM 58, das RAM 56 und der Zentralprozessor 54 sind auf übliche Weise untereinander über einen Datenbus 60 und einen Adressbus 62 verbunden, so dass Daten verarbeitet werden können. Im Betrieb werden die Befehls Worte aus dem ROM 58 vom Zentralprozessor (CPU) 54 nacheinander mit der im Zentralprozessor (CPU) 54 festgelegten Taktgeschwindigkeit abgerufen und auf dem Datenbus 60 dem Zentralprozessor zur Ausführung zugeleitet. Die vom ROM 58 abgerufenen Befehle werden mit dem Adressbus 62 angewählt, der den Zentralprozessor 54 mit dem ROM 58 direkt, wie mit dem gepunkteten Linienzug 64 gezeigt, oder auch durch eine Speicherschnittstelle 66, den Adressbus 62 und den Datenbus 60 verbinden kann.

Die Nachrichtenübertragung zwischen den verarbeitenden Teilen der TSU-Einheit, d.h. dem Zentralprozessor 54, dem RAM 56, dem ROM 58, dem Datenbus 60 und dem Adressbus 62 einerseits und den Schnittstellen, d.h. den Verbindern 44, 46 und den Treiber/Empfängern 48, 49 erfolgt über zwei asynchrone Sendeempfängerbausteine 68, 70 (UART). Die UART-Bausteine 68, 70 führen eine Serien-Parallel-Umwandlung und umgekehrt durch. Die Datenübertragung über Fernmeldeleitungen erfolgt bitseriell, d.h. als serieller Datenstrom aus 0-Bits und 1-Bits. Damit erhält man eine serielle zeichenweise Datenübertragung, sofern die geeigneten Start- und Stop-Bits eingefügt sind. Die Verarbeitung und Behandlung von Daten innerhalb eines Mikroprozessors läuft jedoch wirkungsvoller parallel organisiert zu je 8 Bits (1 Byte) ab. Die UART-Bausteine 68, 70 sind herkömmliche Ausführungen und von mehreren Herstellern erhältlich; sie wandeln die Daten aus der seriellen in die parallele Form und umgekehrt um. Auf diese Weise üben die UART-Bausteine auch eine Schnittstellenfunktion zwischen der TSU-Einheit und der Übertragungsleitung aus.

Der verbleibende Block in der TSU-Einheit ist ein Ver- und Entschlüsselungsblock 72, der handelsüblich ist und den Datenverschlüsselungsalgorithmus des US-Department of Commerce National Bureau of Standards ausführt. Im Betrieb führt der Block 72 unter Anwendung eines geheimen Codes eine Verschlüsselungsfunktion an acht bekannten Zeichen durch, so dass man eine Reihe von Verschlüsselungszeichen erhält, mit denen ein ROM-Block in einer als Chiffenrückführung («cipher feedback») bezeichneten Betriebsart über eine Exklusiv-ODER-Verknüpfung aus dem in offener Sprache vorliegenden Nachrichtentext einen verschlüsselten Text herstellt. Diese Ver- und Entschlüsselung wird weiter unten im Zusammenhang mit dem Arbeitsprogramm ausführlicher erläutert.

Eine spezielle Implementierung des allgemeineren Blockdiagramms der Fig. 3 lässt sich mit einem Mikroprozessor des Typs F8 der Firma Fairchild erreichen. Bei dem Mikroprozessor des Typs F8 wird ein Zentralprozessor des Typs 3850 mit einem quartzesteuerten Taktsignal von 2,0 MHz betrieben. Dem Zentralprozessor 3850 sind zwei Eingabe/Ausgabe-Bausteine (peripheral input-output units) des Typs 3861 sowie ein statischer Speicheranschlussbaustein (static memory interface) des Typs 3853 zugeordnet. Vergleichbare Bausteine sind auch von anderen Herstellern erhältlich. Das RAM 56 besteht aus acht  $1K \times 4$ -organisierten RAM-Bausteinen des Typs 2114L, das ROM 58 aus vier  $2K \times 8$ -organisierten statischen EPROM-Bausteinen des Typs 2716E.

Diese Bausteine sind über einen F8-BUS aus acht bidirektionalen Datenleitungen, fünf Steuerleitungen und zwei Taktleitungen miteinander verbunden. Die Parallel-Serienumwandlung erfolgt in zwei UART-Bausteinen des Typs SMC COM 2502. Die erforderliche Spannungs- und Impedanzanpassung wird von 4-fach-Leitungsempfängern des Typs MC1489 sowie 4-fach-Leitungstreibern des Typs MC1488 bewerkstelligt.

Obleich die Anordnung einen erheblichen Hardwareanteil enthält, wird ein wesentlicher Teil der tatsächlichen Funktionen der Anordnung in der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung durch «Firmware» ausgeführt, d.h. ein Arbeitsprogramm für die Datenverarbeitung, das permanent in einen Speicher wie beispielsweise einen Lesespeicher (ROM) eingeschrieben ist. Die vom Zentralprozessor 54 unter der Steuerung durch dieses Arbeitsprogramm auf den Datenstrom ausgeführten Logikfunktionen lassen sich natürlich auch mit diskreten Logikbausteinen implementieren – eine solche Ausführungsform wäre aber sehr umfangreich und teuer.

Die in der vorliegenden Erfindung eingesetzte «Firmware» ist in den Fig. 4 und 5 dargestellt, die die Datenbewegung zwischen den ROM-Bausteinen bzw. die Funktionssteuerung zwischen den ROM-Bausteinen angeben. In Fig. 4 sind die Schnittstellen 80, 82 die Empfangs- und Sendeschnittstellen auf der Leitungsseite der TSU-Einheit; sie sind als DCE-Empfangs- und Sendeschnittstellen («data communications equipment») bezeichnet. Auf der anderen Seite der TSU-Einheit liegen die Schnittstellen 84, 86, die die als DTE-Empfangs- und Sendeschnittstellen («data terminal equipment») bezeichneten Empfangs- und Sendeschnittstellen auf der dem Datengerät, d.h. dem Datenendgerät oder Rechner, zugewandten Seite der TSU-Einheit darstellen. Die Funktion jeder Schnittstelle ist in den folgenden Absätzen erläutert.

Die DCE-Empfangsschnittstelle 80 kontrolliert die Bewegung der Information im Format der Ebene 3 zwischen dem Empfangspufferspeicher im UART-Baustein des Leitungsanschlussgeräts sowie der Bitabtrenneinheit 96. Die Information läuft vom Pufferspeicher im UART-Baustein zur Schnittstelle 90 und dann zur Einheit 96, wenn die Verfahrenssteuerung auf diese Einheit übergeht.

Die DTE-Sendeschnittstelle 84 steuert die Bewegung der Information im Format der Ebene 1 zwischen dem Pufferspeicher 100 und dem Sendepufferspeicher im UART-Baustein der Endstellenseite der TSU-Einheit. Ist im Sendepufferspeicher des UART-Bausteins Platz verfügbar, laufen die Ebene-1-Zeichen vom Empfangspufferspeicher 100 über die Schnittstelle 84 in den UART-Baustein. Jedoch werden gegebenenfalls vorliegende Steuergruppen in die Steuergruppenverarbeitungseinheit 102 geleitet.

Die DTE-Empfangsschnittstelle 86 steuert die Bewegung der Ebene-1-Information zwischen dem Empfangspufferspeicher im endgeräteseitigen UART-Baustein und dem Sendepufferspeicher 90 bzw. der Chiffrier/Dechiffrier-Einheit 88. Ist am Empfangspufferspeicher des UART-Bausteins ein Zeichen verfügbar, wird es entweder unmittelbar auf den Sendepufferspeicher 90 oder zunächst auf die Einheit 88 und dann auf den Sendepufferspeicher 90 gegeben.

Die DCE-Sendeschnittstelle 82 steuert den Fluss der Ebene-3-Information zwischen der Bitauffüllereinheit 94 und dem Sendepufferspeicher des UART-Bausteins auf der Leitungsseite. Ist der Sendepufferspeicher leer, werden ihm Daten in 8-Bit-Gruppen aus der Bit-Auffüllungseinheit 94 zugeführt.

In der einen Richtung des Datenflusses stammen also die Daten im Format der Ebene 1 aus einem Datengerät beim Benutzer, beispielsweise einem Datenendgerät oder einem Rechner, durchlaufen die Schnittstelle 86, dann gegebenenfalls die Ver- und Entschlüsselungseinheit 88 und schliesslich den Sen-

depuffer 90. Der Sendepuffer 90 ist Teil des RAM 56, d.h. einer Hardware-Einheit, ist aber in Fig. 4 zur vollständigen Erläuterung mit gezeigt.

Die Einheit 88 führt die Ver- und Entschlüsselungsfunktion der Anordnung durch. Sie enthält Register, die bekannte Zeichen speichern und sie periodisch den Verschlüsselungsbausteinen (Block 72 in Fig. 3) zuführen, die die Ver- und Entschlüsselungszeichen liefern, die dann von der Ver- und Entschlüsselungseinheit 88 benutzt werden, um durch eine Exklusiv-ODER-Verknüpfung der Klartextdaten in den Paketen mit den Ver- und Entschlüsselungszeichen aus dem Klartext den verschlüsselten Text und umgekehrt herzustellen. Das Ergebnis der Exklusiv-ODER-Verknüpfung wird weiterhin in die Register zurückgeschoben, um neue bekannte Zeichen zu bilden. Dieses Verfahren ist bekannt und als Chiffrenrückführung bezeichnet.

Vom Sendepuffer 90 werden die Daten im Format der Ebene 1 (gegebenenfalls chiffriert) an die ROM-Einheit 92 zur Sendeverarbeitung geliefert; dabei handelt es sich um den Zentralprozessor 54 gemeinsam mit der im ROM 58 abgespeicherten Firmware der Sendedaten-Verarbeitungseinheit 92. Die Einheit 92 übernimmt Zeichen vom Sendepuffer 90, leitet die Umformatierung und Paketbildung ein und sendet die resultierende Information an die Bit-Auffüllereinheit 94. Die Paketierung, d.h. die Bestimmung des Endpunktes für die in das zu bildende Paket aufzunehmende Anzahl der Zeichen aus dem Sendepuffer 90, erfolgt, wenn entweder (1) im Sendepuffer 90 keine Zeichen auf das Aussenden warten oder (2) die maximale Paketgrösse von 64 Zeichen erreicht worden ist.

Nach der Paketierung wird die Steuerinformation für das Paket von der Einheit 92 berechnet und dann an die Auffüllereinheit 94 geschickt. Während die Einheit 94 die vom Sendepuffer 90 ankommenden Zeichen und die von der Einheit berechneten Steuerinformationen übernimmt, durchläuft sie den oben beschriebenen Bitauffüllalgorithmus.

Die aus der Einheit 94 austretenden Daten, die in einem gegebenen Paket Zeichen- oder Steuerinformationen sind, haben nun das Format der Ebene 3 und können über die Schnittstelle 82 auf den Sendepuffer des UART-Bausteins und zur Übertragungsleitung gegeben werden. Der UART-Baustein übergibt die Daten über verschiedene Schnittstelleneinrichtungen an die anderen Geräte wie beispielsweise Modems, bevor sie über die Übertragungsleitung an eine empfangene TSU-Einheit gehen. Die im Sendepuffer 90 ursprünglich vorliegenden Datenzeichen verbleiben dort, bis von der anderen TSU-Einheit eine Bestätigung eintrifft. Ist die Bestätigung eingegangen, wird dieser Speicherraum zur Aufnahme weiterer Zeichen vom Datenendgerät des Benutzers geräumt.

In der anderen Richtung, d.h. von der empfangenden TSU-Einheit über die zwischengeschaltete Übertragungsleitung, werden die Daten über die Leitungsanschlusseinrichtung (d.h. das Modem) und die Anschlusshardware an die Schnittstelle 80 geliefert, die sie einer Einheit 96 (sofern diese Einheit die Prozesssteuerung übernommen hat) übergibt, in der die Bitauffüllung rückgängig gemacht wird.

Während aus dem ankommenden Paket die Füllbits entfernt werden, werden die Daten in einem Empfangspuffer 100 gespeichert, der Teil des RAM 56 ist. Diese Daten werden dann von der Empfangsdateneinheit 98 bearbeitet. Die Paketkontrollfeldzahlen und die Prüfsummenfelder werden von der ROM-gespeicherten Einheit 98 auf Gültigkeit des Pakets geprüft. Ein entsprechendes Signal wird an die Sendedatenverarbeitungseinheit 92 geschickt, die gegebenenfalls der anderen TSU-Einheit die Gültigkeit quittiert (NAK-Signal). Die im empfangenen Paket enthaltene Quittierungsinformation dient auch dazu im Fall eines ACK-Signals (bzw. im Fall eines NAK-Signals für die erneute Aussendung den gespeicherten Inhalt im Sendepuffer 90 freizugeben, (NAK, ACK = «nega-

tive acknowledge» bzw. «acknowledge», d.h. «negative Rückmeldung» bzw. «Bestätigung»). Die verbleibenden 7er-Gruppen-Daten werden dann freigegeben, so dass die DTE-Sendeschnittstelle 84 sie später weiterleiten kann.

Gleichzeitig mit dem Empfang des nächsten Datenpakets aus der TSU-Einheit am anderen Leitungsende ruft die DTE-Sendeschnittstelle 84 die Zeichen nacheinander aus dem Puffer 100 ab, leitet sie gegebenenfalls zur Dechiffrierung zur Einheit 88, fügt die Start-, Stop- und Paritätsbits hinzu und übergibt die resultierenden Zeichen an den Sendepuffer des UART-Bausteins auf der dem Datenendgerät zugewandten Seite der TSU-Einheit.

Wird im Puffer 100 eine Steuergruppe erkannt, wird sie auf die Auswerteeinheit 102 gegeben. Diese Auswerteeinheit 102 führt sämtliche Steuergruppenanforderungen aus, die von der TSU-Einheit am anderen Leitungsende angefordert werden. Ist eine Rückantwort erforderlich, wird diese zur Sende-Verarbeitungseinheit 92 geschickt, die sie dann in das nächste zu sendende Datenpaket aufnimmt.

Der Fluss der Prozesssteuerung zwischen den verschiedenen Firmwareblocks ist schematisiert in Fig. 5 gezeigt. Dabei erfolgt der Steuerungsfluss primär über eine zentrale Abfrage- und Wählschleife 110.

Die Schleife 110 fragt mehrere Einheiten in einer Prioritätsfolge ab, einschliesslich der Ver- und Entschlüsselungseinheit 72, der DTE-Empfangsschnittstelle 86 und der DCE-Empfangsschnittstelle 80. Eine Anwahlfolge niederer Priorität enthält die Sende-Verarbeitungseinheit 92, die DTE-Sendeschnittstelle 84 und die DCE-Sendeschnittstelle 82.

Wenn die Ver- und Entschlüsselungseinheit 72 nicht beschäftigt ist und die Daten zum Dechiffrieren oder Chiffrieren durch die Einheit 88 bereit sind, wird die Steuerung an die Ver- und Entschlüsselungseinheit 72 übergeben, die neue dechiffrierte bzw. chiffrierte Zeichen erzeugt, die die Einheit 88 verwenden kann. Nachdem die Einheit 72 angelaufen ist, geht die Steuerung wieder an die Abfrageschleife 110 über.

Ist die Ver- und Entschlüsselungseinheit 72 nicht beschäftigt und liegen keine zu chiffrierenden bzw. zu dechiffrierenden Daten vor, wird der Pufferspeicher in dem der DTE-Empfangseinheit 86 zugeordneten UART-Baustein abgefragt, um festzustellen, ob dort Daten vorliegen. Ist dies der Fall, geht die Steuerung auf die DTE-Empfangsschnittstelle 86 über; sie liest ein Zeichen vom Puffer in den UART-Baustein ein, chiffriert ihn gegebenenfalls und speichert ihn dann im Sendespeicher 90 ab (Fig. 4).

Danach wird der Pufferspeicher in dem der DCE-Empfangseinheit 80 zugeordneten UART-Baustein auf vorliegende Daten abgefragt. Sind Daten vorhanden, geht die Steuerung auf die DCE-Empfangsschnittstelleneinheit 80 über, die das empfangene Zeichen aus dem Pufferspeicher im zugehörigen UART-Baustein ausliest.

Die Steuerung geht dann auf die Einheit 96 über, die die 0-Bits entfernt, die mit dem Auffüllalgorithmus in der abgesetzten TSU-Einheit eingeschoben worden waren, gruppiert die empfangenen Bits zu 7er-Gruppen und speichert sie im Empfangspufferspeicher 100 (Fig. 4) ab. Diese Einheit 96 fragt weiterhin auf eine Markenfolge ab, die das Ende eines Pakets bezeichnet; liegt eine solche Bitfolge vor, geht die Steuerung auf die Empfangsdatenverarbeitungseinheit 98 über. Kann keine Marke ermittelt werden, geht die Steuerung wieder an die Abfrageschleife 110 zurück.

Die Einheit 98 bearbeitet die empfangenen Zeichen und Steuerinformationen. Liegen Zeichen oder eine Steuergruppe vor, setzt sie eine Marke, mit der der Abfrageschleife 110 mitgeteilt wird, dass die Steuerung an die DTE-Sendeschnittstelle übergeben werden soll. Die Verarbeitungssteuerung geht dann an die Abfrageschleife 110 zurück.

Daraufhin prüft die Abfrageschleife 110 in der erforder-

lichen Priorität die Verarbeitungsanforderungen der kennzeichnenden Marken ab. Ist eine Marke gesetzt, geht die Steuerung an die dazugehörige Einheit über. Wird beispielsweise die Schnittstelle 84 aufgerufen und ist deren UART-Sendepuffer leer, geht die Steuerung an die DTE-Sendeschnittstelle 84 über. In diesem Programmteil wird ein Zeichen aus dem Empfangspufferspeicher 100 abgerufen, die Steuerung gegebenenfalls an den Dechiffrierteil der Einheit 88 übergeben, um das Zeichen zu dechiffrieren, und dann das Zeichen an den Sendepufferspeicher im zugehörigen UART-Baustein weiterzugeben. Die Einheit setzt dann ihre eigene Anfragemarke, so dass bei leerem Sendepufferspeicher des UART-Bausteins erneut ein Einsprung erfolgt. Handelt es sich bei dem angewählten Zeichen um eine Steuergruppe, wird diese nicht an den UART-Baustein übergeben; vielmehr geht die Steuerung an die Einheit 102 über, in der die Steuergruppe ausgewertet wird. Wartet kein Zeichen auf Auslieferung durch die Einheit 98, geht die Steuerung wiederum zur Abfrageschleife 110 zurück.

Wenn in der Abfrageschleife 110 die Anfragemarke für die Sende-Datenverarbeitungseinheit 92 gesetzt ist (was vorkommt, wenn die TSU-Einheit nicht beschäftigt ist), wird die Steuerung an diese Einheit 92 übergeben. Die Einheit 92 prüft den Sendepufferspeicher 90 (Fig. 4) auf von der DTE-Empfangsschnittstelle 86 eingespeicherte Zeichen, die also auf das Weitersenden warten. Ist ein Zeichen ermittelt worden, wird es zu einer 7er-Gruppe umformatiert und wird die Steuerung auf die Auffüllereinheit 94 gegeben, die, wie erforderlich, unter Anwendung des oben beschriebenen Auffüllalgorithmus 0-Bits einfügt. Sind acht Bits zur Aussendung bereit, setzt die Einheit 94 eine Anfragemarke für die DCE-Sendeschnittstelle 82 und die Steuerung geht dann an die Abfrageschleife 110 zurück.

Wenn in der Abfrageschleife 110 nun die DCE-Sendeschnittstelle 82 angefordert wird und der Sendepufferspeicher in dem UART-Baustein leer ist, geht die Steuerung an die DCE-Sendeeinheit 82 über. Dieses Programm übernimmt das von der Auffüllereinheit 92 gelieferte Zeichen und gibt es an den Sendepufferspeicher im zugehörigen UART-Baustein weiter. Die Steuerung geht dann auf die Auffüllereinheit 94 über, die den Auffüllalgorithmus auf die von der Sendedatenverarbeitungseinheit 92 weiter einlaufenden verbleibenden Bits anwendet, bis wiederum acht Bits zur Übertragung bereit sind.

Die DCE-Sendeschnittstelle 82 wird erneut aufgefordert, diese Bits auszuliefern, wenn der Sendepufferspeicher des zugehörigen UART-Bausteins leer ist. Wenn, wie wahrscheinlich ist, der Bitvorrat der Auffüllereinheit 94 erschöpft ist, bevor acht Bits zum Aussenden bereit sind, übergibt sie die Steuerung sofort an die Einheit 29, die daraufhin die nächste zu übersendende Information aufnimmt und dann die Steuerung an die Auffüllereinheit 94 zurückgibt, die den Auffüllvorgang an einer 8-Bit-Datengruppe abschliessen und die DCE-Sendeschnittstelle 82 anfordern kann.

Dieser Vorgang setzt sich fort, wobei die Steuerung zwischen den ROM-Einheiten 92, 94 und 82 hin- und hergegeben wird, während die Zeichen und Steuerinformationen aus dem Sendepufferspeicher 90 abgefragt, verarbeitet und ausgesendet werden. Erkennt die Sende-Datenverarbeitungseinheit 92, dass keine weiteren Daten auf Aussendung warten, geht die Steuerung an die Abfrageschleife 110 zurück.

Der Fluss der Prozesssteuerung innerhalb der TSU-Einheit und der zugehörigen Datenfluss werden mit der Herstellung der Verbindung eingeleitet, setzt sich während des Austauschs und der Verarbeitung der asynchronen Information mit einer entfernten TSU-Einheit fort und endet, wenn die Verbindung getrennt wird. Die Betriebssequenz der TSU-Einheit ist im folgenden ausführlicher erläutert.

Die TSU-Einheit durchläuft anfänglich eine Verbin-

dungssequenz, in der Steuergruppen ohne Daten ausgetauscht werden. Dann erfolgt der normale Datenaustausch mit Fehlerüberwachung einschliesslich Quittierung, oder falls erforderlich, Fehlanzeige und erneuter Sendung. Nach dem Ende der Datenübertragung läuft eine Trennsequenz ab, die ebenfalls aus dem Austausch von Steuergruppen besteht.

Wählt der Benutzer eines Datenendgeräts anfänglich eine Empfangsstelle an, weiss er nicht, ob empfangsseitig eine TSU-Einheit vorliegt, und umgekehrt. Bei der Herstellung der Verbindung muss zunächst festgestellt werden, ob an beiden Enden der Datenstrecke eine TSU-Einheit vorhanden ist. Falls nicht, bleibt die eine TSU-Einheit in der Strecke in ihrem anfänglichen «durchgeschalteten» Zustand, der im wesentlichen auf ein Umgehen der TSU-Einheit hinausläuft. In diesem Zustand haben die Daten das gleiche Format und den gleichen Inhalt wie beim Eintreten in die Einheit. Die TSU-Einheit ist also für sowohl die Übertragungsleitung als auch die angeschlossenen Anlagenteile «unsichtbar».

Zu Beginn der Verbindungsfolge befinden sich die TSU-Einheiten im Durchschaltzustand. Die Bedienungsperson an der Dateneneinheit wählt zunächst das dieser zugeordnete Modem an und tastet dann ein bekanntes Start- bzw. Verbindungszeichen ein. Auf der dem Endgerät zugewandten Seite «sieht» die TSU-Einheit das Zeichen, das die Art des Endgeräts und die Übertragungsgeschwindigkeit bezeichnet, und stellt die Eigenschaften der DTE- und DCE-Schnittstellen entsprechend ein.

Dann wird von der Endgeräteseite der TSU-Einheit ein Startzeichen auf der Übertragungsleitung an die TSU-Einheit der Empfangsstelle geschickt. Empfängt die TSU-Einheit der Empfangsstelle das Zeichen, stellt sie ihre DCE- und DTE-Schnittstellen entsprechend ein und schickt dann eine bestimmte Deklarationsfolge über die Übertragungsleitung zur Sendestelle zurück. Das von der TSU-Einheit der Empfangsstelle aufgenommene Startzeichen wird zur späteren Übersendung an die Empfangsstelle zurückgehalten.

Bei der Deklarationsfolge handelt es sich um eine eindeutige Zeichenkette, die, wenn von der senderseitigen TSU-Einheit erkannt, dieser zeigt, dass die mit der TSU-Einheit ausgerüstete Empfangsstelle erreicht worden ist. Beim Eingang dieser Folge sendet die senderseitige TSU-Einheit die gleiche Folge an die TSU-Einheit der Empfangsstelle zurück und teilt dieser auf diese Weise ihre Anwesenheit mit. An diesem Punkt wissen nun beide TSU-Einheiten, dass eine zweiseitige TSU-Strecke aufgebaut worden ist.

Nun können die TSU-Einheiten Protokollinformationen als Steuergruppen in einem Informationspaket austauschen. Diese Pakete werden als datentragende Pakete behandelt, obgleich sie nur Steuergruppeninformation zu enthalten brauchen; daher wird auf die Übertragung dieser Pakete die übliche Fehlerüberwachung angewandt.

Nach dem Austausch der anfänglichen Protokollinformation beginnt nun die Übertragung der asynchronen Daten. Die am senderseitigen Endgerät anfallenden 10-Bit-Datenzeichen werden auf die dem Endgerät der TSU-Einheit zugewandte Seite gegeben. Die TSU-Einheit formatiert sie um, wie oben erläutert, und fügt die Steuerinformation hinzu, d.h. gegebenenfalls ein Steuergruppenfeld, gegebenenfalls ein Verlängerungsfeld, ein Paketkontrollfeld, ein Fehlerüberwachungsfeld sowie ein Marke/Abbruch-Feld.

Das Paketkontrollfeld ist zu zwei Abschnitten unterteilt, d.h. eine Sende- und eine Empfangspaketnummer. Die Sendepaketnummer (PS) basiert auf einer Speicherschleife von 8 Positionen; die Sendepaketnummer wird also immer im Bereich von 0 bis 7 liegen. Anfänglich sind die Register für die Sende- und die Empfangspaketnummer durchwegs auf Null gesetzt. Die von der senderseitigen TSU-Einheit übernommenen Zeichen werden im Pufferspeicher abgelegt und dem Pa-

ket entsprechend identifiziert. Jedem Paket wird eine Nummer aus einer Aufeinanderfolge zugeordnet und diese Nummer ist die Sendepaketnummer (PS). Die Empfangspaketnummer (PR) ist die Nummer des letzten Pakets, das einwandfrei von der empfangsseitigen TSU-Einheit übernommen wurde. Die im Speicher mit der Sendepaketnummer identifizierten Pakete werden dort festgehalten, bis sie von der empfangsseitigen TSU-Einheit quittiert worden sind.

Die gesendeten Pakete enthalten keine Vorlaufinformation. Die 7er-Gruppensdaten werden also an das Modem gegeben, sobald die Umformatierung abgeschlossen und bevor das Paket vollständig ausgebildet ist. Wenn dann das Markenfeld dem Paket hinzugefügt wird, befinden sich die 7er-Gruppensdaten bereits auf der Übertragungsleitung und können unter Umständen bereits die empfangende TSU-Einheit erreicht haben. Dies ist ein Vorteil in Übertragungssystemen mit Bedienungspersonen; diese könnten durch das Warten auf vollständige Pakete vor deren Aussendung irritiert werden.

Während die empfangsseitige TSU-Einheit das Paket übernimmt, durchsucht sie die Daten, bis sie die Markenfolge erkennt, die das Paketende anzeigt. Sie speichert dann das Paket vorläufig ab, während sie am Rest des Pakets die Fehlerprüfung durchführt. Weiterhin prüft sie die Sendepaketnummer und die Empfangspaketnummer sowie gegebenenfalls das Verlängerungsfeld und die Steuergruppenfelder auf weitere Protokollinformation. Findet sich in dem empfangenen Paket kein Fehler, werden die 7er-Gruppensdaten zu 10-Bit-Zeichen umformatiert, das Start-, Stop- und Paritätsbit hinzugefügt und schliesslich der Datenanlage in der Empfangsstelle in der gleichen Form weitergereicht, wie sie sendeseitig vorlagen.

An diesem Punkt können an der empfangsseitigen TSU-Einheit Daten zur Übersendung zur sendeseitigen TSU-Einheit vorliegen oder sie kann einfach eine Bestätigung des einwandfreien Eingangs der Sendung von der Sende-TSU-Einheit zur Sende-TSU-Einheit und die sendeseitige TSU-Einheit zur Empfangs-TSU-Einheit. Beim Vollduplexverkehr, zu dem die TSU-Einheit natürlich in der Lage sind, können Informationen gleichzeitig in beiden Richtungen laufen. Dabei formatiert die ursprünglich empfangsseitige TSU-Einheit die Daten zur Übermittlung an die ursprünglich empfangsseitige TSU-Einheit natürlich genau so wie letztere im umgekehrten Fall.

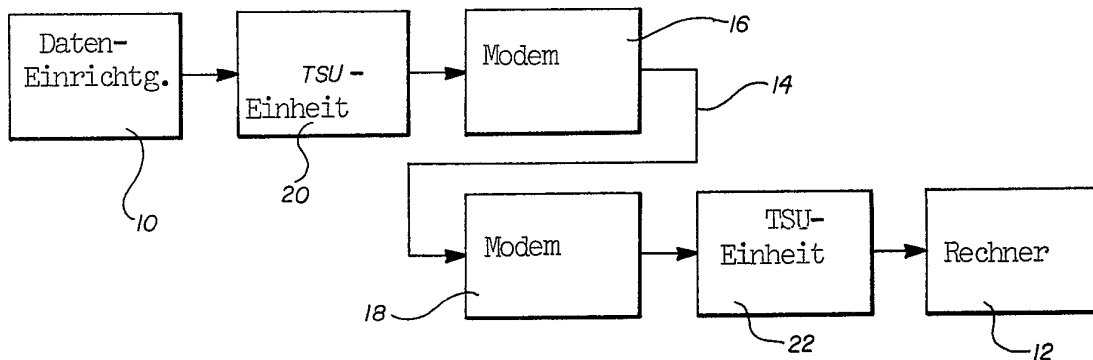
Die Paketkontrollnummern geben im PR-Feld das letzte einwandfrei empfangene Paket sowie die Stellung des gesendeten Pakets an. Wenn das von der ursprünglich empfangsseitigen TSU-Einheit gesendete Paket das erste zu übertragende ist und die ursprünglich empfangsseitige TSU-Einheit gerade das erste Paket der ursprünglich sendeseitigen TSU-Einheit bestätigt hat, enthalten die Felder PS und PF jeweils eine «1». Dann wird das Paket von der ursprünglich empfangsseitigen TSU-Einheit zur ursprünglich sendeseitigen TSU-Einheit abgesandt, die wenn sie die «1» im PR-Feld erkennt, weiss, dass dieses Paket fehlerfrei eingetroffen ist und folglich der Speicherraum den es im Sendepufferspeicher belegt hat, geräumt werden kann.

Dieser Vorgang der Übermittlung und Quittierung setzt sich fort, bis eine der TSU-Einheiten einen Fehler erfasst. An diesem Punkt wird eine Marke im Fehlanzeigegebiet (NAK) des Verlängerungsbereichs im nächsten Paket gesetzt, das an die ursprünglich sendeseitige TSU-Einheit zurückgesandt wird. Ist das NAK-Signal ausgesendet worden und hat die Ursprungsstelle das den Fehler enthaltende Paket erkannt, werden die Daten des fehlerhaften Pakets und sämtliche folgenden Daten aus dem Speicher abgerufen und erneut übermittelt. Erfolgt die Quittierung, wird der Speicherraum von diesen Daten geräumt.

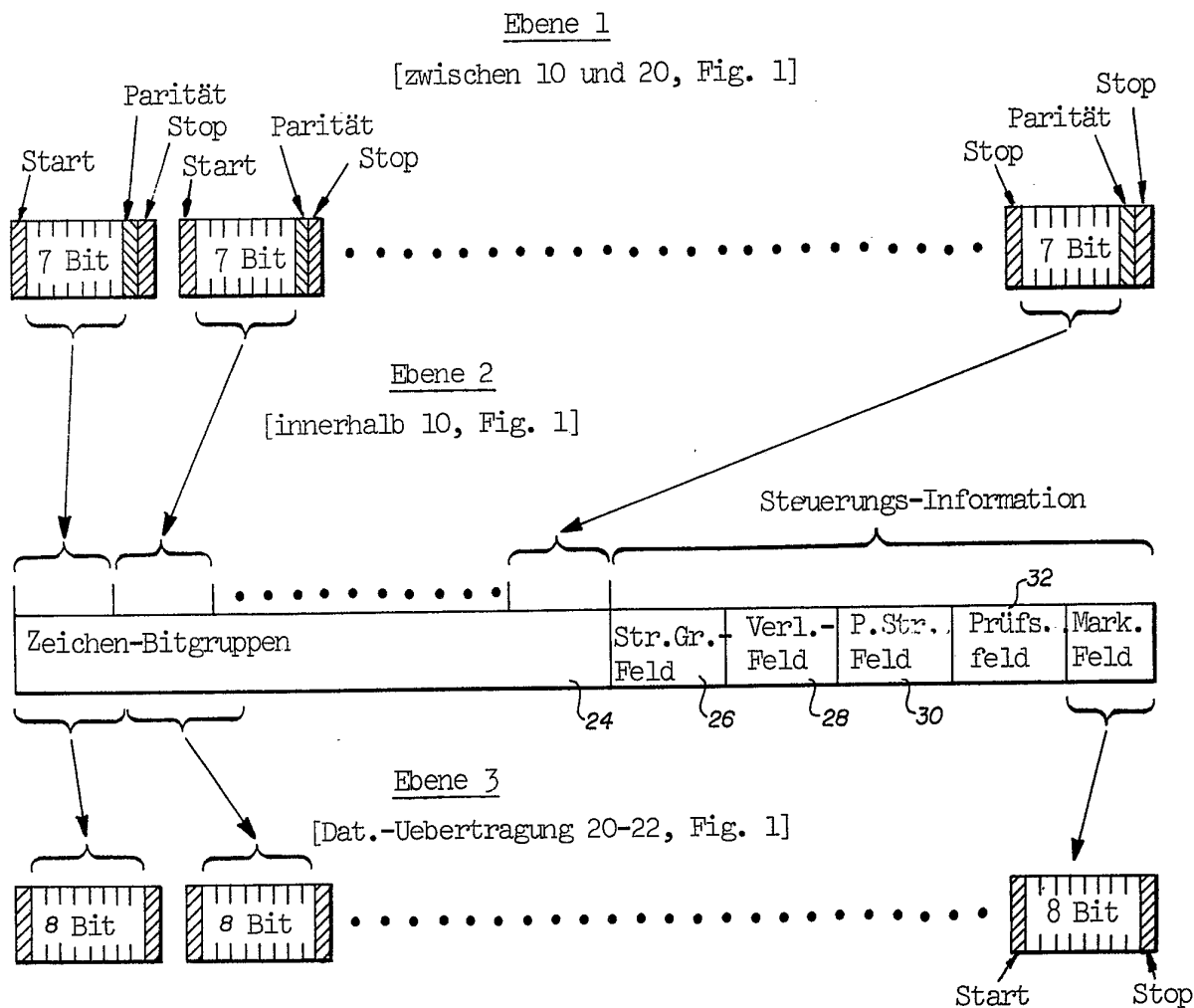
Dieser Vorgang der Quittierung, Fehlanzeige und erneuter Übermittlung setzt sich fort, bis die Übertragung vollständig erfolgt ist. Dann wird die Datenstrecke aufgetrennt; bei diesem Vorgang wird ein datenfreies, aber durch Paketkontrollinformation ergänztes Paket mit Steuergruppeninformation auf die übliche Weise übermittelt und quittiert. Bei der Steuergruppe handelt es sich um ein Kodewort, das eine Trennaufforderung beinhaltet. Beim Empfang dieses Kodewortes sendet die empfangende TSU-Einheit eine Trennantwort; empfängt die sendende TSU-Einheit diese Trennantwort, schickt die sendende TSU-Einheit ihr eigenes Trennantwortsignal zur empfangenden TSU-Einheit zurück. An die-

sem Punkt wird die Strecke aufgetrennt und beide TSU-Einheiten gehen in den Ruhezustand zurück.

Es sind also ein Verfahren sowie eine Anordnung beschrieben worden, die auch für asynchrone Datenstrecken eine leistungsfähige Fehlererkennung und -korrektur ermöglichen. Die eingesetzte Anordnung ist für sende- und empfangsseitige Datengeräte sowie für die Übertragungsleitung transparent und erfordert keinerlei Abänderung an vorhandenen Geräten oder Übertragungsleitungen. Weiterhin bietet sie die Möglichkeit einer Fehlerüberwachung, ohne die Datenübertragungskapazität der Übertragungsanlage zu beeinträchtigen.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

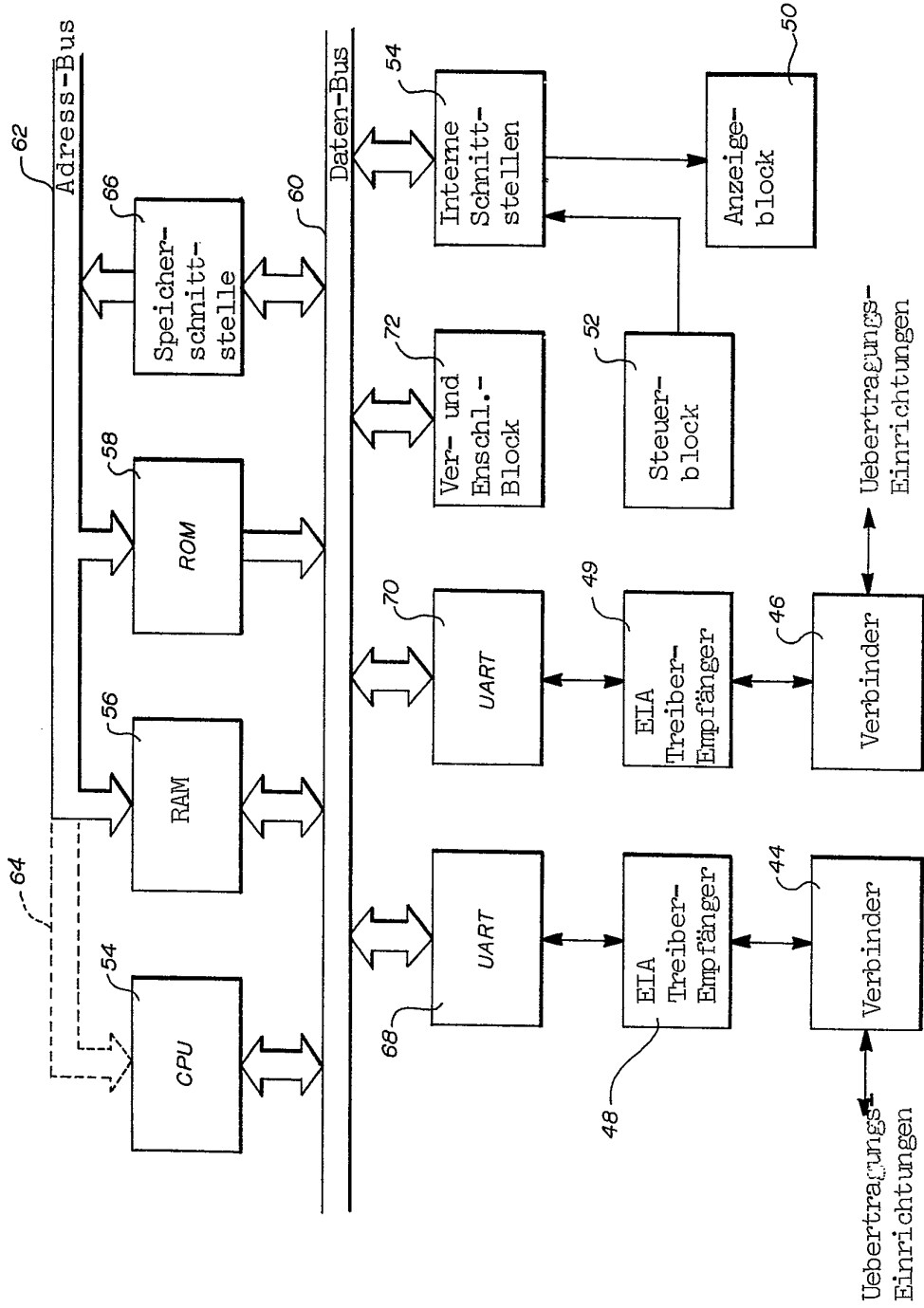


Fig. 3

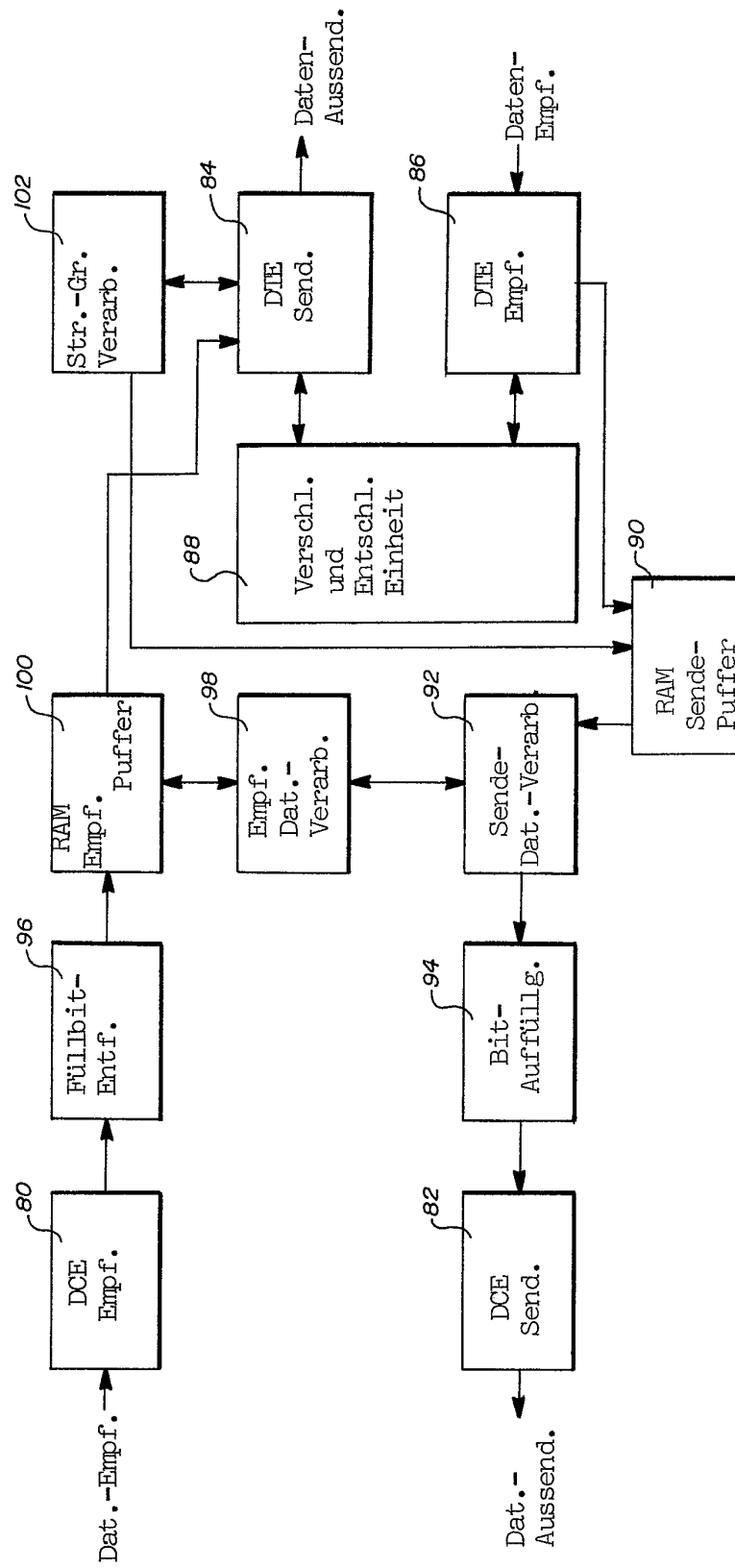
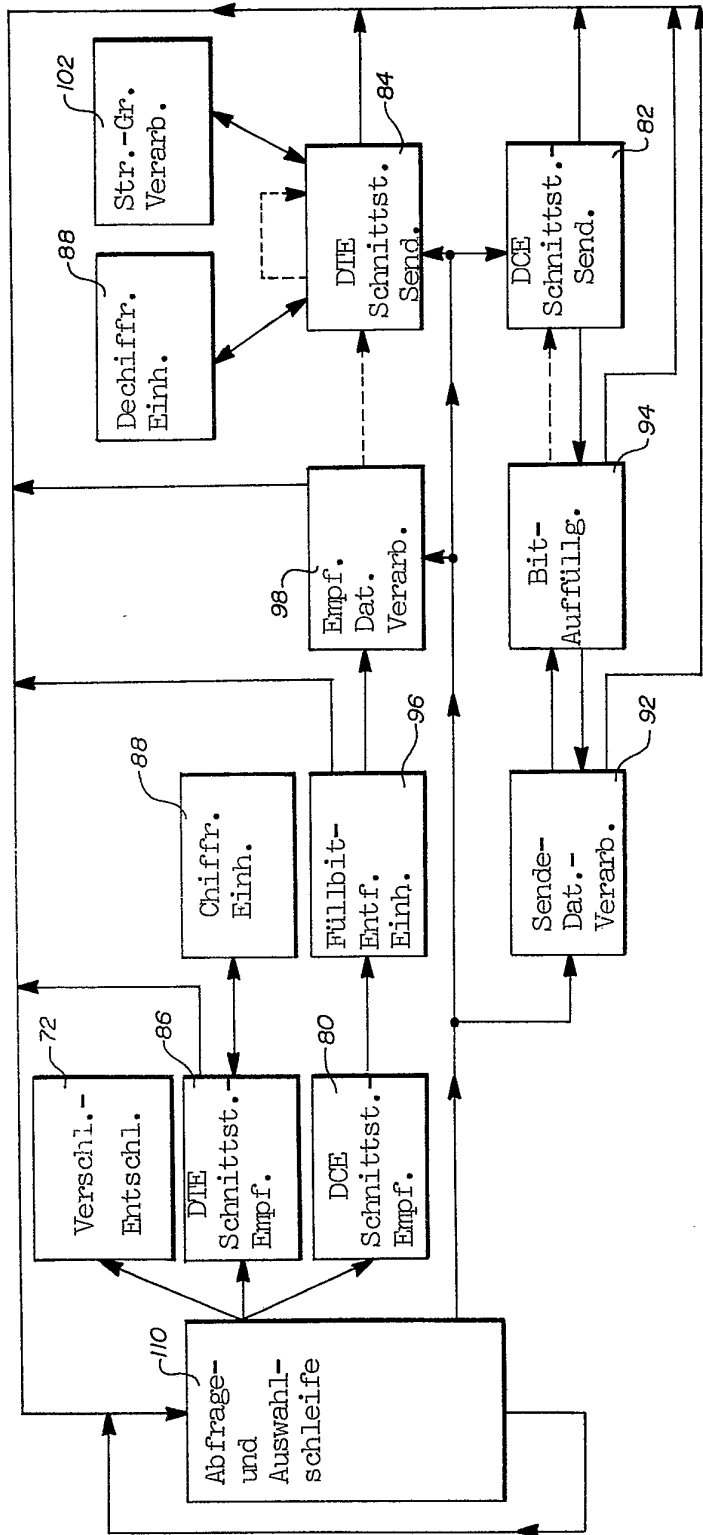


Fig. 4



**Fig. 5**

----- Durch Aufforderung bed. Steuerung  
 — Unbedingter Steuerungszyklus