



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 015 983 A1** 2009.10.01

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 015 983.2**  
 (22) Anmeldetag: **27.03.2008**  
 (43) Offenlegungstag: **01.10.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 12/40** (2006.01)  
**H04L 29/02** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Hintermaier, Wolfgang, 85435 Erding, DE; Wechs,  
 Martin, Dr., 81671 München, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Anmelder**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

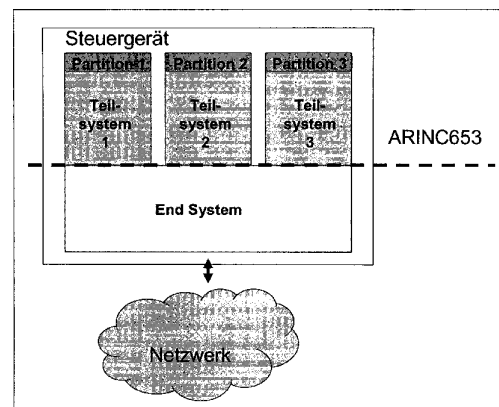
**DE 10 2005 061141 A1**  
**DE 10 2005 040719 A1**  
**DE 10 2006 058818 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Anbindung eines nachrichtenorientierten Bussystems an eine nachrichtenorientierte Middlewa-  
 re**

(57) Zusammenfassung: Kommunikationssystem, umfassend eine Mehrzahl von Endgeräten, die eine nachrichtenorientierte Middleware verwenden, wobei die Endgeräte über ein nachrichtenorientiertes Bussystem miteinander verbunden sind, wobei die Daten, die in einen Kommunikationsport geschrieben werden, für den Datentransport segmentiert werden und den Datensegmenten eindeutig ein Datenrahmen-Identifikator (Datenrahmen-ID) zugeordnet werden, wobei empfangenden Kommunikationsports in anderen Endgeräten sowohl die entsprechende Datenrahmen-Identifikator-zu-Datensegment-Zuordnung als auch die genaue Lage der Datensegmente innerhalb der Datenrahmen zum Empfangen der Datensegmente und zur Zusammensetzung der empfangenen Datensegmente bereitgestellt wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kommunikationssystem, in dem eine Mehrzahl von eine nachrichtenorientierte Middleware verwendenden Endgeräten über ein nachrichtenorientiertes Bussystem miteinander verbunden sind. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung des erfindungsgemäßen Kommunikationssystems zur Synchronisation von Endgeräten.

**[0002]** Die Vernetzung von Steuergeräten, Sensorik und Aktuatorik mit Hilfe eines Bussystems, also einer Kommunikationsverbindung hat in den letzten Jahren beim Bau von modernen Kraftfahrzeugen, Avionik Systemen wie z. B. im Luft- und Raumfahrtbereich oder auch im Maschinenbau, insbesondere im Werkzeugmaschinenbereich als auch in der Automatisierung, drastisch zugenommen. Synergieeffekte durch Verteilung von Funktionen auf mehrere Steuergeräte können dabei erzielt werden. Man spricht hierbei von verteilten Systemen. Die Kommunikation zwischen verschiedenen Stationen findet mehr und mehr über ein Bussystem statt. Der Kommunikationsverkehr auf dem Bussystem, Zugriffs- und Empfangsmechanismen sowie Fehlerbehandlung werden über ein Protokoll geregelt. Insbesondere werden nachrichtenorientierte Kommunikationssysteme verwendet.

**[0003]** In einem nachrichtenorientierten Kommunikationssystem werden mittels Datenrahmen Daten zwischen zwei Netzknoten übertragen, wobei die zu übertragenden Daten innerhalb des Nutzdatenabschnitts des Datenrahmens übertragen werden. Dabei werden den einzelnen Datenrahmen Eigenschaften wie z. B. Sendepriorität und Identifikator (ID) zugewiesen. Systemteilnehmer, die an das Kommunikationssystem angeschlossen sind, enthalten wenigstens einen Netzknoten, welcher die Datenrahmen bereitstellt, insbesondere erzeugt, übermittelt, zwischenspeichert und/oder modifiziert. Beispiele für nachrichtenorientierte Bussysteme stellen der CAN und Flex-Ray-Standard ([www.flexray.com](http://www.flexray.com)) dar.

**[0004]** Im Folgenden wird die Erfindung an Hand des nachrichtenorientierten Bussystems Flex-Ray erläutert. Es ist für den Fachmann jedoch ersichtlich, wie die Erfindung auch auf andere nachrichtenorientierte Bussysteme umgesetzt werden kann.

**[0005]** Der Flex-Ray-Bus ist ein schnelles, deterministisches und fehlertolerantes Bussystem, insbesondere für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug. Das Flex-Ray-Protokoll arbeitet nach dem Verfahren des Time Division Multiple Access (TDMA), wobei den Komponenten also Teilnehmern bzw. den zu übertragenden Botschaften feste Zeitschlitze zugewiesen werden, in denen sie einen exklusiven Zugriff auf die Kommunikationsverbindung haben. Die Zeitschlitze wiederholen sich dabei in einem festgelegten Zyklus, so dass der Zeitpunkt, zu dem eine Botschaft über den Bus übertragen wird, exakt vorausgesagt werden kann und der Buszugriff deterministisch erfolgt. Um die Bandbreite für die Botschaftsübertragung auf dem Bussystem optimal zu nutzen, unterteilt Flex-Ray den Zyklus in einen statischen und einen dynamischen Teil. Die festen Zeitschlitze befinden sich dabei im statischen Teil am Anfang eines Buszyklusses. Im dynamischen Teil werden die Zeitschlitze dynamisch vergeben. Darin wird nun der exklusive Buszugriff jeweils nur für eine kurze Zeit, sogenannte Minislots, ermöglicht. Nur wenn innerhalb eines Minislots ein Buszugriff erfolgt, wird der Zeitschlitz um die benötigte Zeit verlängert. Damit wird Bandbreite also nur verbraucht, wenn sie auch tatsächlich benötigt wird. Dabei kann Flex-Ray über zwei physikalisch getrennte Leitungen mit einer Datenrate von je maximal 10 MByte/s kommunizieren. Die beiden Kanäle entsprechen dabei der physikalischen Schicht, insbesondere des OSI (Open System Architecture) Schichtenmodells. Diese dienen nun hauptsächlich der redundanten und damit fehlertoleranten Übertragung von Botschaften, können jedoch auch unterschiedliche Botschaften übertragen, wodurch sich dann die Datenrate verdoppeln würde. Flex-Ray kann aber auch mit niedrigeren Datenraten betrieben werden.

**[0006]** Ein Flex-Ray-Netzknoten oder Flex-Ray-Teilnehmer oder Host enthält einen Teilnehmerprozessor, also den Host-Prozessor, einen Flex-Ray-Kontroller oder Kommunikationskontroller sowie bei einer Busüberwachung einen Busguardian. Dabei liefert und verarbeitet der Host-Prozessor, also der Teilnehmerprozessor die Daten, die über den Flex-Ray-Kommunikationskontroller übertragen werden. Für die Kommunikation in einem Flex-Ray-Netzwerk können Botschaften bzw. Botschaftsobjekte mit z. B. bis zu 254 Datenbytes konfiguriert werden.

**[0007]** Ein Bus Transceiver stellt die direkte Verbindung zur Datenleitung her. Der Transceiver schreibt einerseits die logische Information, die versendet werden soll, in Form von Spannungspulsen auf den Bus, andererseits liest er die Signale aus, die von anderen Teilnehmern auf dem Bus gesendet werden.

**[0008]** Das Busprotokoll regelt, wie ein Netzwerk startet, wie ein Bustakt etabliert wird und welche Steuergeräte zu welchem Zeitpunkt senden dürfen.

**[0009]** Der Kommunikationskontroller setzt das Busprotokoll in jedem Systemteilnehmer um, beispielsweise verpackt er die zu übertragenden Informationen in ein Datenpaket und übergibt dieses Datenpaket zum richtigen Zeitpunkt zur Übertragung an den Bus Transceiver.

**[0010]** Zum Datentransport verwendet der Flex-Ray-Standard Flex-Ray-Datenrahmen, die einen eindeutigen Datenrahmen-Identifikator (Datenrahmen-ID) besitzen.

**[0011]** Über die Datenrahmen-ID des Flex-Ray-Datenrahmen kann vorteilhafterweise festgelegt werden, auf welchem Flex-Ray-Kanal der Flex-Ray-Datenrahmen gesendet wird, ob der Datenrahmen im synchronen oder asynchronen Teil des Flex-Ray-Kommunikationszyklus gesendet wird, welches Zeitfenster der Datenrahmen im synchronen Teil belegt oder welche Priorität der Datenrahmen im asynchronen Teil erhält und welche Größe der Flex-Ray-Nutzdatenabschnitt des Flex-Ray-Datenrahmens besitzt.

**[0012]** Wünschenswert wäre die Ausweitung der Anwendung von nachrichtenorientierten Bussystemen auf sicherheitskritische Kommunikationssysteme.

**[0013]** Es wurde nun überraschenderweise festgestellt, dass diese Aufgabe durch das erfindungsgemäße Kommunikationssystem gelöst werden kann.

**[0014]** Demgemäß betrifft ein erster Aspekt der Erfindung ein Kommunikationssystem, das eine Mehrzahl von Endgeräten, die eine nachrichtenorientierte Middleware verwenden, umfasst. Die Endgeräte sind über ein nachrichtenorientiertes Bussystem miteinander verbunden. Ein Endgerät stellt damit wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) verdeutlicht die Verbindungseinheit zwischen Teilsystem und Kommunikationsnetzwerk dar. Die Daten, die in einen Kommunikationsport geschrieben werden, werden für den Datentransport segmentiert und den Datensegmenten eindeutig Datenrahmen-Identifikatoren zugeordnet. Den empfangenden Kommunikationsports in anderen Endgeräten wird die entsprechende Datenrahmen-Identifikator-zu-Datensegment-Zuordnung insbesondere wenn die Lage der Datensegmente innerhalb des Nutzdatenabschnittes eines Datenrahmens, sofern mehrere Datensegmente innerhalb eines Datenrahmens übertragen werden, zum Empfangen der Datensegmente und zur Zusammensetzung der empfangenen Datensegmente bereitgestellt.

**[0015]** In dem erfindungsgemäßen Kommunikationssystem sind eine Mehrzahl von Endgeräten miteinander verbunden. In diesem Zusammenhang bedeutet eine Mehrzahl von Endgeräten mindestens zwei Endgeräte. Es können aber auch mehr als zwei, wie drei, vier oder fünf Endgeräte umfasst sein. Typischerweise werden für Kraftfahrzeuganwendungen von fünf bis einhundert Endgeräte in dem Kommunikationssystem umfasst sein. In Avionik Systemen, insbesondere in der Luft- und Raumfahrt, werden typischerweise einhundert bis fünfhundert Endgeräte in dem Kommunikationssystem umfasst sein.

**[0016]** Endgeräte enthalten Anschlüsse für die Kommunikation mit dem Bussystem sowie einen oder mehrere Mikrokontroller und/oder Mikroprozessoren. Die Mikrokontroller/-prozessoren enthalten Software zur Durchführung der jeweiligen Funktionen der Endgeräte. Beispiele für Endgeräte sind Sensoren, Aktoren, Steuereinheiten, Managementsysteme, Versorgungssysteme, Übertragungssysteme, Sicherheitssysteme und externe Systeme. Der Begriff Endgerät soll auch Steuergeräte und Kommunikationsteilnehmer umfassen.

**[0017]** In Kraftfahrzeuganwendungen schließen Beispiele für Endgeräte Steuergeräte für Fahrregelsysteme z. B. dynamische Stabilitätskontrolle, Adaptive Abstandskontrolle (ACC), Anti Blockier Systeme (ABS), Antischlupfregelung, Adaptive Kurvenlicht, Aktives Drehmoment Kontrollsystem, Aktive Längs- und Seitenneigungsstabilisierung bzw. Fahrwerkstabilisierung, Aktive Lenkung, Traktionskontrolle, Drive by Wire Systeme, Elektron./Dynamische/Automatische Stabilitätsprogramm/-kontrolle (ESP, DSC, ASC), Quer-/Längsstabilisierungssystem, Intelligente/Elektronische Bremssystemeassistenten (z. B. Keilbremse), Fahrerassistenzsysteme, Motorsteuerung, Servicebedarfsanzeigen (CBS), Automatische Kupplung, Zugangs- und Identifikationssysteme, Kontinuierliche variable Stoßdämpfung, Zündungssysteme, elektronische Kraftstoff- und Abgasregelsysteme, Federungs- und Dämpfungsregelung, Fahrzeugkommunikationscenter (CCC), Automatisches Bremsdifferential, Sperrdifferential und Differentialbremse, ein. Im Avionikbereich sind insbesondere alle Systeme gemäß ATA-Kapitel (Air Transport Association, [www.airlines.org](http://www.airlines.org)) eingeschlossen.

**[0018]** Die Endgeräte verwenden eine nachrichtenorientierte Middleware. Die Middleware fungiert als "Vermittler" zwischen der Software in den Endgeräten einerseits und den weiteren Software- und Hardwareschichten der Steuergeräteplattform andererseits.

**[0019]** Ferner wird durch Verwendung der Middleware die Software wiederverwendbar, das heißt dass die

Software zwischen verschiedenen Endgeräten ausgetauscht werden kann. Der Austausch der Software setzt voraus, dass die betroffenen Endgeräte für die Ausführung der Software geeignet sind.

**[0020]** Durch die "standardisierte Vermittlertätigkeit" entkoppelt die Middleware die wiederverwendbare Software von der Endgeräteplattform und abstrahiert damit die Kommunikationsports zum Bussystem. Als logische Konsequenz braucht nur noch die Middleware auf die Steuergeräteplattform angepasst zu werden. Die Software hingegen kann ohne Anpassungsaufwand ausgetauscht werden. Die Entwickler von Software brauchen sich somit bei diesem Ansatz nicht mehr um hardwarenahe, d. h. plattformabhängige Kommunikationsdetails zu kümmern.

**[0021]** Die nachrichtenorientierte Middleware arbeitet nicht direkt mit Methoden- oder Funktionsaufrufen geräteübergreifend, sondern über den Austausch von Nachrichten. Das Nachrichtenformat gibt die eingesetzte Middleware vor. Die nachrichtenorientierte Middleware kann sowohl synchron als auch asynchron arbeiten. Bei einer asynchronen Variante wird eine Warteschlange verwendet, in die die Software des Endgeräts ihre Nachrichten stellt. Ein Konsument (eine andere Software desselben oder eines anderen Endgeräts) kann die Nachrichten dann konsumieren. Vorteile sind u. a. die vollständige Entkopplung von Nachrichtensender und -empfänger und dass Anwendungen auch weiterarbeiten können, wenn Teilkomponenten ausgefallen sind.

**[0022]** Beispiele für nachrichtenorientierte Middleware, die in der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, schließen ARINC 653, AUTOSAR, MOM (Message Oriented Middleware), EDA (Event Driven Architectures), RPC (Remote Procedure Calls), MOST und Transaktionsmonitore ein. Im Folgenden wird die Erfindung anhand der nachrichtenorientierten Middleware ARINC 653 ([www.arinc.com](http://www.arinc.com)) erläutert. Der ARINC 653 Avionics Application Software Standard legt eine Schnittstelle zur Integration von Software und Teilsysteme fest. Es ist für den Fachmann jedoch ersichtlich, wie die Erfindung auch auf andere nachrichtenorientierte Middlewares umgesetzt werden kann.

**[0023]** In der Norm ARINC 653 wird das Application Program Interface (API) zwischen Anwendersoftware und Betriebssystem beschrieben, welches besonders für sicherheitskritische und betriebsnotwendige Systeme vor allem in der Luftfahrtindustrie geeignet ist.

**[0024]** Die ARINC 653 Spezifikation definiert eine „APlication EXecutive“ (APEX) für die Zeit und Ressourcen Partitionierung von Anwendungen, die sich einen Mikroprozessor/-kontroller teilen müssen, wobei garantiert wird, dass im Falle eines auftretenden Fehlers innerhalb einer Anwendung die restlichen Anwendungen davon nicht beeinträchtigt werden. Jede Partition in einem ARINC 653 System repräsentiert eine separate Anwendung und verwendet die ihr zugewiesenen Speicherressourcen und Rechenressourcen. Vorteilhafterweise unterstützt jede ARNIC 653 Partition Multitasking.

**[0025]** Die ARINC 653 Spezifikation spezifiziert für den Datenaustausch zwischen Anwendungen (Teilsystemen) innerhalb einer Partition eines Systemteilnehmers (Endgerät) und einer oder mehreren Anwendung bzw. Anwendungen innerhalb von einer oder mehreren Partitionen anderer Systemteilnehmer (Steuergerät) zwei Arten von Kommunikationsports zum Datenaustausch – „Sampling“ Ports und die „Queuing“ Ports

#### Sampling Ports:

**[0026]** Ein so genannter Sampling Port besitzt Puffer-Speicher für einen einzigen Nachricht. Ankommende Nachrichten überschreiben die sich gegenwärtige im Puffer befindliche Nachricht. Das Lesen einer Nachricht von einem Sampling Port entfernt diese nicht aus dem Puffer, so dass die Nachricht mehrfach gelesen werden kann.

**[0027]** Jeder Sampling Port muss einen Indikator besitzen, der die Aktualität der Nachricht innerhalb des Puffers anzeigt.

**[0028]** Ohne diesen Indikator wäre es nicht möglich festzustellen, ob die Datenübertragung des Teilsystems beendet ist oder die Nachricht wiederholt gesendet wird.

**[0029]** Typische Programmierschnittstellen zum Senden und Empfangen von Nachrichten sehen folgendermaßen aus

```
WRITE_SAMPLING_MESSAGE ( SAMPLING_PORT_ID,
                          MESSAGE_ADDR,
                          LENGTH,
                          RETURN_CODE      )
```

```
READ_SAMPLING_MESSAGE ( SAMPLING_PORT_ID,
                         MESSAGE_ADDR,
                         LENGTH,
                         VALIDITY,
                         RETURN_CODE      )
```

**[0030]** Die SAMPLING\_PORT\_ID identifiziert den Kommunikations-Port. Die MESSAGE\_ADDR zeigt auf einen Puffer der entweder die zu übertragende Nachricht enthält oder die zu empfangende Nachricht aufnimmt. LENGTH repräsentiert die Größe der Nachricht.

#### Queuing Ports:

**[0031]** Ein so genannter Queuing Port hat genügend Puffer Speicher, um eine feste Anzahl von Nachrichten aufzunehmen. Neue Nachrichten werden in den Puffer Speicher geschrieben. Das Lesen einer Nachricht von einem Queuing Port entfernt die Nachricht von dem Puffer Speicher (FIFO).

**[0032]** Typische Programmierschnittstellen zum Senden und Empfangen von Nachrichten sehen folgendermaßen aus:

```
SEND_QUEUING_MESSAGE (   SAMPLING_PORT_ID,
                          MESSAGE_ADDR,
                          LENGTH,
                          TIME_OUT,
                          RETURN_CODE      )
```

```
RECEIVE_QUEUING_MESSAGE ( SAMPLING_PORT_ID,
                            MESSAGE_ADDR,
                            LENGTH,
```

```
TIME_OUT,
RETURN_CODE      )
```

**[0033]** Die SAMPLING\_PORT\_ID identifiziert den Kommunikations-Port. Die MESSAGE\_ADDR zeigt auf einen Puffer der entweder die zu übertragende Nachricht enthält oder die zu empfangende Nachricht aufnimmt. LENGTH repräsentiert die Größe der Nachricht.

**[0034]** Typischerweise besteht ein Endgerät, dessen Betriebssystem die ARINC 653 Spezifikation erfüllt und eine oder mehrerer Anwendungen (Teilsystemen) enthält, aus einer oder mehreren Partitionen, in denen die einzelnen Anwendungen verwaltet werden und einem Endsystem, das die Anwendungen (Teilsysteme) innerhalb der Partitionen an ein Kommunikationssystem anbindet. (Beispielhafte Darstellung in [Fig. 1](#)).

**[0035]** Das Endsystem stellt eine Schnittstelle (API) zwischen den Anwendungen (Teilsystemen) innerhalb einer Partition und dem Kommunikationssystem bereit, um einen sicheren und verlässlichen Datenaustausch zwischen den Anwendungen (Teilsystemen) unterschiedlicher Systemteilnehmer (Endgeräte) zu ermöglichen.

**[0036]** Das Endsystem stellt eine für die im ARINC 653 spezifizierten Kommunikationsports passende Schnittstelle zur Verfügung, um diesen Kommunikationsmechanismus zu unterstützen. Beispielhaft ist die Verwendung von Kommunikationsports in [Fig. 3](#) dargestellt.

**[0037]** Nachrichtenorientierte Bussysteme sind aus dem Stand der Technik bekannt und im Einleitungsteil beschrieben. In der vorliegenden Erfindung können als nachrichtenorientierte Bussysteme beispielsweise Flex-Ray oder CAN, DeviceNet, SDS, CAL und CANopen, Profibus, P-NET, FIT, Interbus-S, ASI, DIN-Meßbus, HART, LON, LIN und Ethernet Netzwerke verwendet werden.

**[0038]** Kommunikationssysteme entsprechend der vorliegenden Erfindung sind solche, bei denen insbesondere die Segmentierung der Daten auf Basis der Größe des Nutzdatenbereichs der Nachrichtenrahmen erfolgt. Die Segmentierung der Daten kann auf Basis der Struktur der Daten erfolgen. Darüber hinaus können Kommunikationssysteme mindestens ein Endgerät mit mehreren Netzknoten enthalten.

**[0039]** Die Zuordnung der Datenrahmen-Identifikator-zu-Datensegment wird statisch vorab durchgeführt, dynamisch während der Laufzeit durchgeführt oder innerhalb des Endgeräts durchgeführt.

**[0040]** Das vorliegende Kommunikationssystem vernetzt Kommunikationsteilnehmer (Endgeräte) nach Fig. 1, deren Betriebssystem die ARINC 653 Norm bzgl. dem Austausch von Daten zwischen Partitionen erfüllt oder deren Prinzipien verwendet, durch ein nachrichtenorientiertes Kommunikationssystem miteinander, so dass mit Hilfe des Nutzdatenabschnitts der Datenrahmen Daten zwischen den Partitionen, die sich auf unterschiedlichen Endgeräten befinden, ausgetauscht werden können.

**[0041]** Eine besondere Ausprägung dieser Erfindung stellt die Vernetzung von Kommunikationsteilnehmern (Endgeräten) nach Fig. 1, deren Betriebssysteme die ARINC 653 Norm erfüllen, durch den Flex-Ray-Standard dar, da somit ein deterministischer Datenaustausch gewährleistet werden kann.

**[0042]** Die Figuren illustrieren die Erfindung.

**[0043]** Fig. 1 zeigt beispielhaft den Aufbau eines Steuergeräts nach dem ARINC 653 Standard.

**[0044]** Fig. 2 zeigt ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Kommunikationssystems.

**[0045]** Fig. 3 zeigt beispielhaft die Verbindung von Teilsystemen und Endsystem mittels Kommunikationsports.

**[0046]** Fig. 4 zeigt eine beispielhafte Darstellung einer Datenübertragung.

**[0047]** Fig. 5 zeigt eine beispielhafte Konfiguration des Flex-Ray Bus.

**[0048]** Fig. 6 zeigt einen Algorithmus zur Findung geeigneter Flex-Ray-Slots

**[0049]** Fig. 7 zeigt eine beispielhafte Darstellung der ermittelten Flex-Ray-Zeitschlitzze bzw. Flex-Ray-Datenrahmen-IDs.

**[0050]** Fig. 8 zeigt eine beispielhafte Segmentierung der Daten im Sende- und Empfangskommunikationsport.

**[0051]** Im Folgenden wird die Erfindung an Hand eines speziellen Beispiels erklärt. Sie soll aber nicht als darauf eingeschränkt gelten. Vielmehr kann ein Fachmann die Erfindung analog auch für andere nachrichtenorientierte Kommunikationssysteme umsetzen.

Beispiel:

**[0052]** Beispielhaft sind zwei Steuergeräte, welche als Betriebssystem die ARINC 653 Norm erfüllen über ein nachrichtenorientiertes Kommunikationssystem, dem Flex-Ray Bussystem, verbunden (Fig. 2).

**[0053]** Durch die Applikation (Teilsystem), welche sich innerhalb einer Partition befindet, werden Daten erzeugt und sofern sie für den Datenaustausch bestimmt sind nach dem ARINC 653 Standard in einen (Sampling) Port geschrieben, so dass durch sie ein durch den Port definierter Speicherbereich (RAM) belegt wird.

**[0054]** Das Kommunikationssystem ist wie in Fig. 2 dargestellt über ein „Endsystem“ an eine dem ARINC 653 Standard konforme Schnittstelle angebunden. Über ein Flex-Ray-Bussystem werden mittels Flex-Ray-Datenrahmen Daten zwischen den Flex-Ray-Netzknoten übertragen. Damit wird ein Datenaustausch zwischen

Partitionen, die sich nicht auf dem gleichen Steuergerät befinden, ermöglicht.

**[0055]** Damit Daten zwischen Sende- und Empfangsport ausgetauscht werden können, werden dem Sendeport Flex-Ray-Datenrahmen mit der dazugehörigen Flex-Ray-ID zugewiesen.

**[0056]** Somit kann ein Empfangsport als Gegenstelle zu einem Sendeport über die zugehörige Flex-Ray-ID eines Flex-Ray-Datenrahmen Daten (Nachrichten) vom Flex-Ray-Bus entgegennehmen und der Applikation mittels des ARINC 653 Port zur Verfügung stellen.

**[0057]** Zum Zwecke der Datenübertragung müssen die von der Applikation in einen Port geschriebenen Daten (Nachricht) und somit einen Speicherbereich im RAM belegen, in geeigneter Form segmentiert werden, wobei die Segmentierung vorzugsweise auf den Nutzdatenabschnitt der Flex-Ray-Datenrahmen oder auf der Datenstruktur der Daten beruht.

**[0058]** Im Empfänger werden dann die empfangenen Datensegmente zusammengesetzt und über dem Empfangsport der Applikation zur Verfügung gestellt.

**[0059]** Die Segmente der segmentierten Daten werden zum Versenden der Information in die entsprechenden Nutzdatenabschnitte der dem Port zugeteilten Flex-Ray-Datenrahmen geschrieben und laut Flex-Ray-Standard übertragen.

**[0060]** Beispielhaft ist die vorangegangene Beschreibung einer Datenübertragung in [Fig. 4](#) dargestellt. Hier werden die Daten, welche in einen 24 Byte großen Sampling Port geschrieben werden im RAM Speicher segmentiert und in die zugeteilten Flex-Ray-Datenrahmen verpackt und übertragen. Am Empfangs-Port werden dann die empfangenen Daten desegmentiert und der Applikation zur Verfügung gestellt.

**[0061]** Sowohl die Zuteilung der Flex-Ray-IDs zu den einzelnen Ports als auch die Zuteilung der segmentierten Daten auf Flex-Ray-IDs kann sowohl dynamisch im operativen als auch im nicht operativen Betrieb (statisch) durch einen geeigneten Algorithmus durchgeführt werden.

**[0062]** Ein dafür geeigneter Algorithmus kann als Eingangsgröße Konfigurationsparameter des Flex-Ray-Standards und Portkonfigurationsparameter wie z. B. Sendezyklus und Datengröße enthalten. Als Ausgangsgröße wird eine oder mehrere Flex-Ray-Datenrahmen-IDs ermittelt, mit der vorteilhafterweise Flex-Ray-Konfigurationsparameter wie Slot, Zyklus und Kanal verbunden sind, mit der die segmentierten Daten übertragen werden können.

**[0063]** Gleichzeitig ergibt sich durch die darauf folgende Datenrahmen-Identifikator-zu-Datensegment-Zuordnung der durch den Algorithmus gefundenen Flex-Ray-Datenrahmen zu den durch die Segmentierung entstandenen Datensegmenten eine Bandbreitenreservierung für Endgeräte.

**[0064]** Besonders vorteilhaft hat sich gezeigt, dass die Bandbreitenreservierung durch die Zuordnung von Flex-Ray-Datenrahmen-ID Bereichen zu Endgeräten erfolgt, so dass die durch die Zuweisung einem Endgerät zur Verfügung gestellten Flex-Ray-Datenrahmen zum Informationsaustausch zwischen den Endgeräten genutzt werden können, wobei die dafür geeigneten Flex-Ray-Datenrahmen-IDs innerhalb des zugewiesenen Flex-Ray-Datenrahmen-ID Bereichs wie vorangehend beschrieben durch einen geeigneten Algorithmus ermittelt werden können.

**[0065]** Bei nicht deterministischen nachrichtenorientierten Bussystemen wie z. B. der Can-Bus kommen zur Zuordnung von Datenrahmen mit zugehöriger Datenrahmen-ID zu Kommunikationsport statistische Methoden zum Einsatz.

**[0066]** Der Algorithmus zur Zuteilung der Datensegmente auf Datenrahmen mit zugehöriger Datenrahmen-ID und im speziellen Fall auf Flex-Ray-Datenrahmen kann wie bereits erwähnt dynamisch oder statisch ausgeführt werden.

**[0067]** Im Falle der dynamischen Anwendung kann für die Anwendung des Algorithmus noch zwischen nicht operativen und operativen Betrieb unterschieden werden.

**[0068]** Im nicht operativen Betrieb wird während der Initialisierungsphase entweder die Anwendung eines geeigneten Algorithmus während der Initialisierungsphase durchgeführt, wobei dafür die Eingangsdaten des Al-

gorithmus entweder „On-Board“ oder „Off-Board“ geladen werden, die Konfiguration entweder „On-Board“ oder „Off-Board“ mit einem geeigneten Algorithmus berechnet wird, das sich daraus ergebende Ergebnis in das Gesamtsystem eingespielt und das Gesamtsystem getestet und bei erfolgreichem Test gestartet wird oder eine vorab von einem geeigneten Algorithmus berechnete und getestete Konfiguration ausgewählt wird, entweder „On-Board“ oder „Off-Board“ geladen und das System gestartet wird.

**[0069]** On-Board beschreibt in diesem Sinne lokal im Steuergerät und Off-Board beschreibt die Möglichkeit außerhalb des Steuergerätes vorzugsweise auf einen IT-Server.

**[0070]** Im operativen Betrieb ist ein geeigneter Algorithmus ein Bestandteil einer Applikation und wird situativ während der Laufzeit ausgeführt. Dabei werden durch geeignete Protokolle Informationen ausgetauscht, die unter anderem als Eingangsparameter für den Algorithmus dienen. Ein Beispiel für einen Mechanismus zum Austausch von Informationen stellt das UPnP Protokoll dar.

**[0071]** Bei der statischen Ausführung des Algorithmus wird vorab eine Konfiguration berechnet. Diese wird getestet und bei erfolgreichem Test verwendet.

**[0072]** Ein beispielhafter Algorithmus zur Bestimmung und Zuteilung von Flex-Ray-Datenrahmen mit der zugehörigen Flex-Ray-Frame-IDs zu Kommunikationsports für eine deterministische Datenübertragung soll an Hand eines Arinc 653 Sampling Ports, welcher über die Speicherkapazität von 24 Byte verfügt und einen Sendezyklus von 10 ms haben soll, dargestellt werden.

**[0073]** Der Flex-Ray-Bus, welcher zur Übertragung der Daten des Arinc 653 Sampling Ports verwendet werden soll, ist als Linientopologie konfiguriert und besitzt 64 Zyklen mit einem Zykluszeit von 5 ms. Pro Zyklus sind 92 synchrone Zeitschlitz mit einer Flex-Ray-Nutzdatengröße von 16 Byte definiert. Der Rest sind 288 asynchrone Zeitschlitz. Diese beschriebene Konfiguration wird in [Fig. 5](#) graphisch dargestellt.

**[0074]** Die Daten des Sendeports werden derart segmentiert, so dass ein Datensegment vollständig in einen Datenrahmen passt, wobei mehrere Datensegmente einen Datenrahmen, unter Berücksichtigung der Position und Ausrichtung (Lage), zugeordnet werden können.

**[0075]** Im Allgemeinen ist die Zuordnung derart gestaltet, so dass durch eventuelles Überschneiden der Segmente kein Datenverlust entsteht.

**[0076]** Die Lage der Datensegmente innerhalb eines Datenrahmens wird dem Empfangsport bereitgestellt oder ist bekannt.

**[0077]** Damit entstehen in diesem Beispiel drei Datensegmente, wobei zwei davon in dem Flex-Ray-Datenrahmen 1 und ein Datensegment in dem Flex-Ray-Datenrahmen 2 passen.

**[0078]** Dies führt dazu, dass zwei Flex-Ray-Datenrahmen zur Übertragung der Datensegmente benötigt werden.

**[0079]** Ein geeigneter Algorithmus zur Findung der passenden Flex-Ray-Datenrahmen, welche einem Kommunikationsport zugewiesen werden, um die in ihn geschriebenen Daten segmentweise zu übertragen und somit auch eine Bandbreitenreservierung vornimmt, ist in [Fig. 6](#) graphisch dargestellt.

**[0080]** Die für den in [Fig. 6](#) beschriebenen Algorithmus gefundenen Zeitschlitz mit den dazugehörigen Flex-Ray-Datenrahmen IDs für das eingangs beschriebene Beispiel sind in [Fig. 7](#) graphisch dargestellt.

**[0081]** Die durch den in [Fig. 6](#) dargestellten Algorithmus gefundenen Flex-Ray-Zeitschlitz mit den dazugehörigen Flex-Ray-Datenrahmen-IDs werden nun den Datensegmenten des Sendeports zugewiesen.

**[0082]** Eine besondere Ausprägung der Datenrahmen-ID zu Datensegment Zuordnung tritt auf, wenn jeder Datenrahmen nur ein Datensegment, welches vollständig in den Datenrahmen passt, zugeordnet wird.

**[0083]** Bezogen auf dieses Beispiel heißt das, dass das Datensegment 1 und 2 dem Flex-Ray-Datenrahmen-ID 1 und das Datensegment 3 der Flex-Ray-Datenrahmen-ID 2 zugeordnet werden. Gesendet wird in den Zyklen 1, 3, 5, ..., 63. Graphisch ist dieser Zusammenhang in [Fig. 8](#) dargestellt.



**[0084]** Über den Flex-Ray-Bus werden zyklisch alle 10 ms die Datensegmente des Sendeports in die Flex-Ray-Datenrahmen verpackt und versendet.

**[0085]** Seitens des Empfangsport können nun die innerhalb der Flex-Ray-Datenrahmen gesendeten Daten-segmente entnommen und die einzelnen Datensegmente desegmentiert werden, um die dadurch entstandenen Daten über den dazu definierten Empfangsport der Applikation zur Verfügung zu stellen.

**[0086]** Dieser Vorgang ist beispielhaft in **Fig. 8** graphisch dargestellt.

### Patentansprüche

1. Kommunikationssystem, umfassend eine Mehrzahl von Endgeräten, die eine nachrichtenorientierte Middleware verwenden, wobei die Endgeräte über ein nachrichtenorientiertes Bussystem miteinander verbunden sind, wobei die Daten, die in einen Kommunikationsport geschrieben werden, für den Datentransport segmentiert werden und den Datensegmenten eindeutig Datenrahmen-Identifikatoren zugeordnet werden, wobei empfangenden Kommunikationsports in anderen Endgeräten sowohl die entsprechende Datenrahmen-Identifikator-zu-Datensegment-Zuordnung als auch die Lage der Datensegmente innerhalb der Datenrahmen zum Empfangen der Datensegmente und zur Zusammensetzung der empfangenen Datensegmente bereitgestellt werden.

2. Kommunikationssystem nach Anspruch 1 wobei das nachrichtenorientierte Bussystem ein Flex-Ray Netzwerk ist.

3. Kommunikationssystem nach Anspruch 1 wobei das nachrichtenorientierte Bussystem ein CAN Netzwerk ist.

4. Kommunikationssystem nach Anspruch 1 wobei das nachrichtenorientierte Bussystem ein Ethernet Netzwerk ist.

5. Kommunikationssystem nach einen der Ansprüche 1 bis 4, wobei die nachrichtenorientierte Middleware der ARINC 653 Standard ist.

6. Kommunikationssystem nach einen der Ansprüche 1 bis 4, wobei die nachrichtenorientierte Middleware der Autosar Standard ist.

7. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei mindestens ein Endgerät mehrere Netzknoten enthält.

8. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Segmentierung der Daten auf Basis der Größe des Nutzdatenbereichs der Nachrichtenrahmen erfolgt.

9. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Segmentierung der Daten auf Basis der Struktur der Daten erfolgt.

10. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Zuordnung der Nachrichtenidentifikationsnummern-zu-Datensegment statisch vorab durchgeführt wird.

11. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Zuordnung der Nachrichtenidentifikationsnummern-zu-Datensegment dynamisch während der Laufzeit durchgeführt wird.

12. Kommunikationssystem nach Anspruch 11, wobei die Zuordnung der Nachrichtenidentifikationsnummern-zu-Datensegment innerhalb des Endgeräts durchgeführt wird.

13. Kommunikationssystem nach Anspruch 11, wobei die Zuordnung der Nachrichtenidentifikationsnummern-zu-Datensegment außerhalb des Endgeräts durchgeführt wird.

14. Kommunikationssystem nach einen der Ansprüche 1 bis 13, wobei den Endgeräten bestimmte Nachrichtenidentifikationsnummern-Bereiche zugewiesen werden, die zum Datenaustausch genutzt werden.

15. Kommunikationssystem nach Anspruch 14 wobei die Zuordnung von Nachrichtenidentifikationsnum-

mern-Bereichen zu Endgeräten statisch vorab durchgeführt wird.

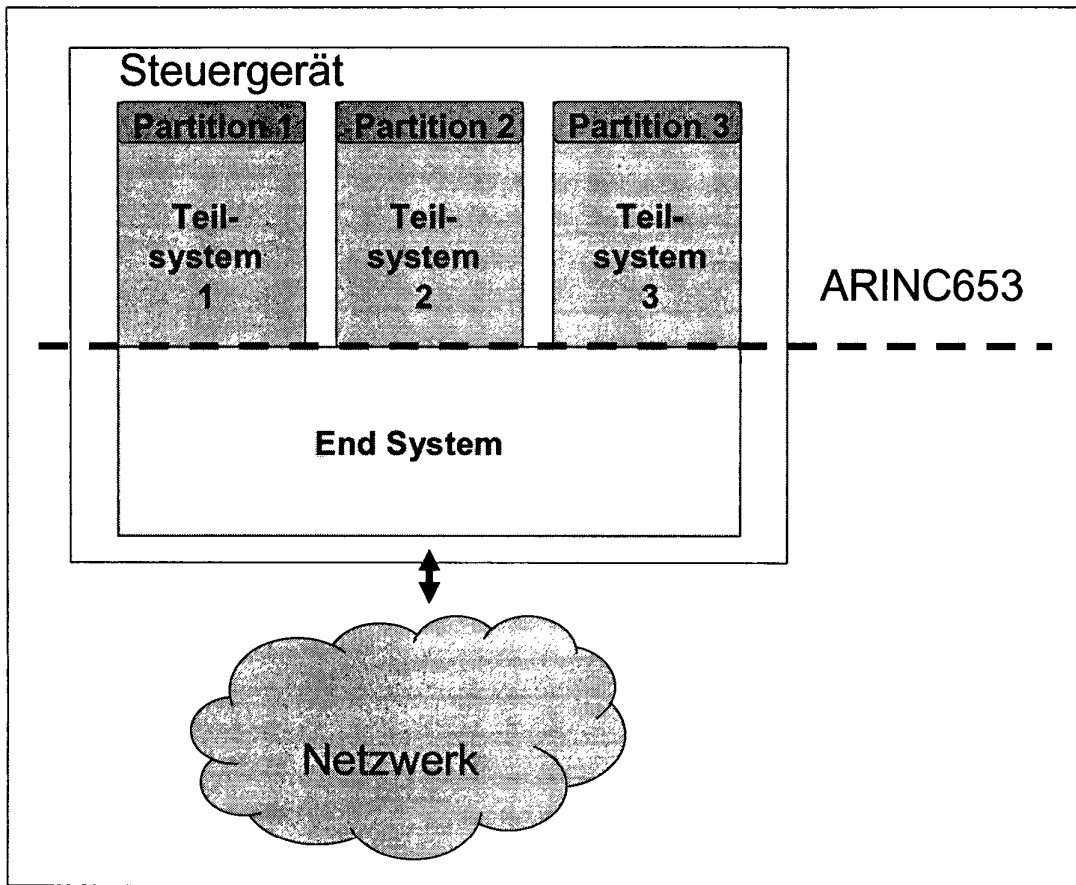
16. Kommunikationssystem nach Anspruch 14 wobei die Zuordnung von Nachrichtenidentifikationsnummern-Bereichen zu Endgeräten dynamisch während der Laufzeit durchgeführt wird.

17. Verwendung des Kommunikationssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 16 zur Synchronisation von Endgeräten.

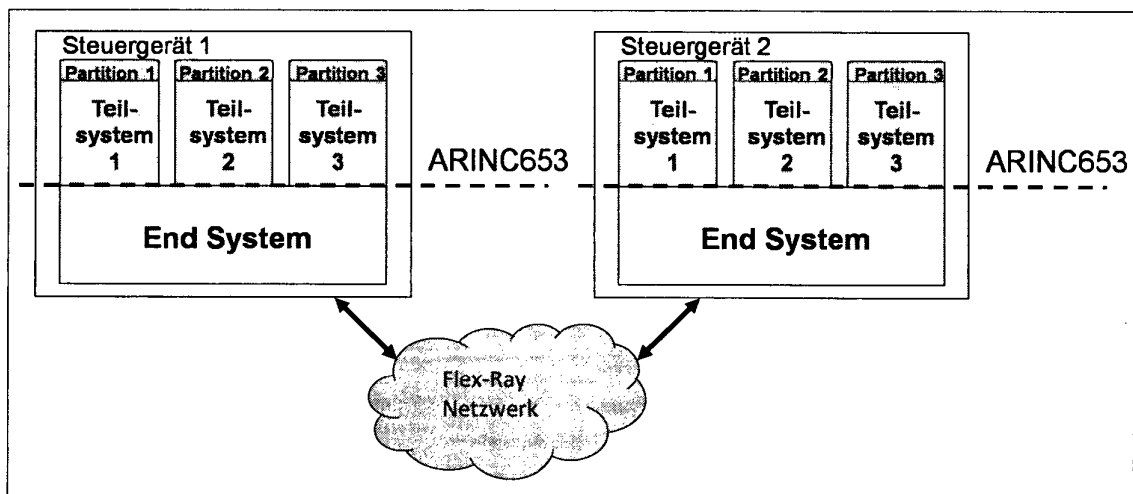
18. Verwendung nach Anspruch 17. wobei die Endgeräte aus Sensoren, Aktoren, Steuereinheiten, Managementsystemen, Versorgungssystemen, Übertragungssysteme, Sicherheitssystemen und externen Systemen ausgewählt sind.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

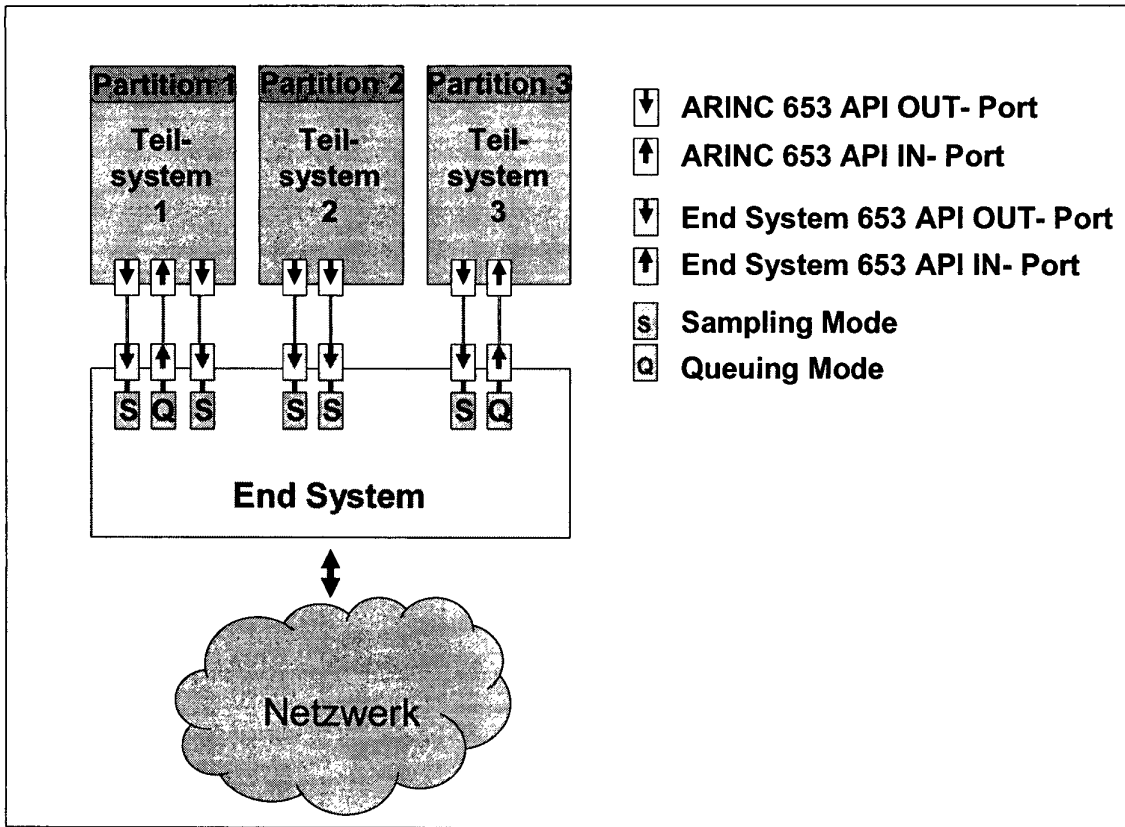
Anhängende Zeichnungen



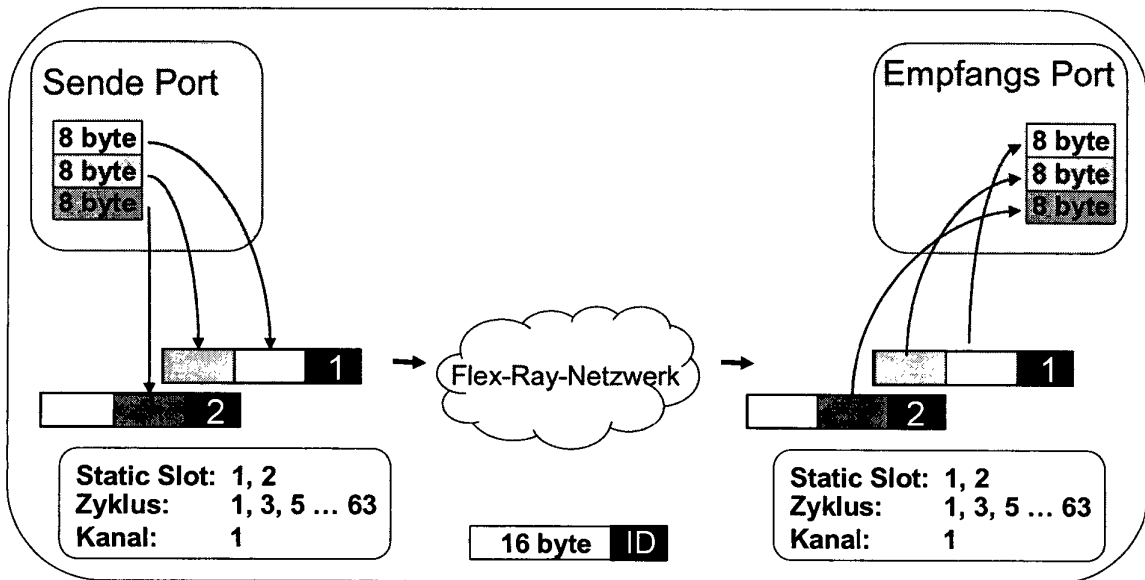
Figur 1.



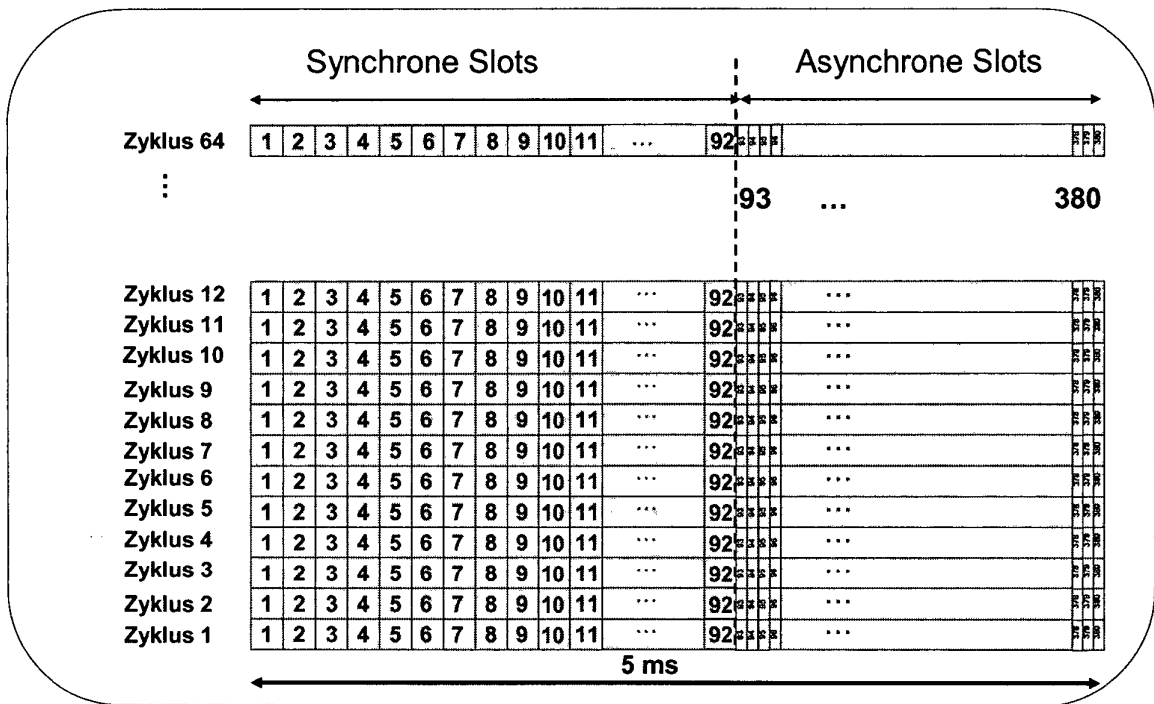
Figur 2.



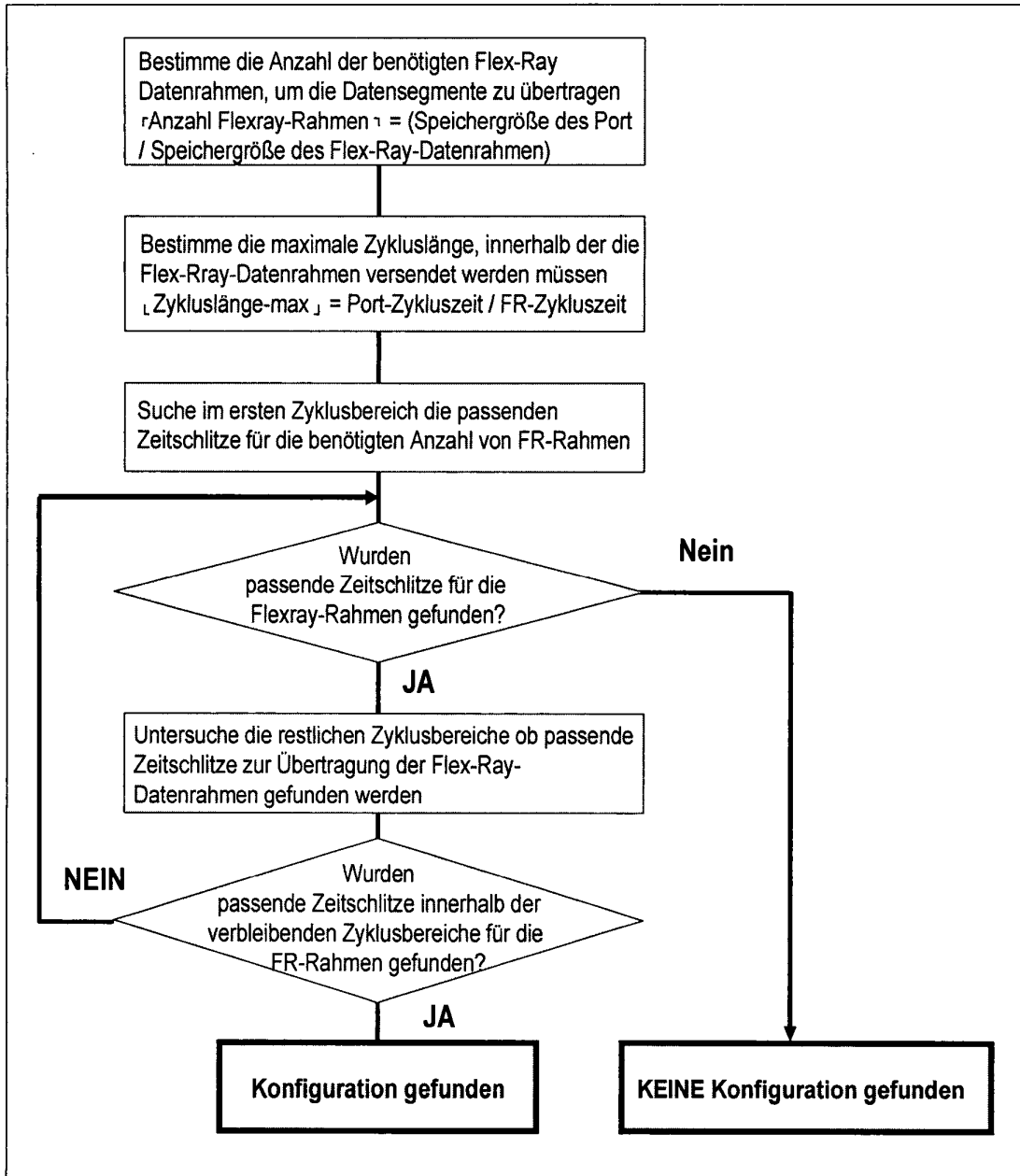
Figur 3.



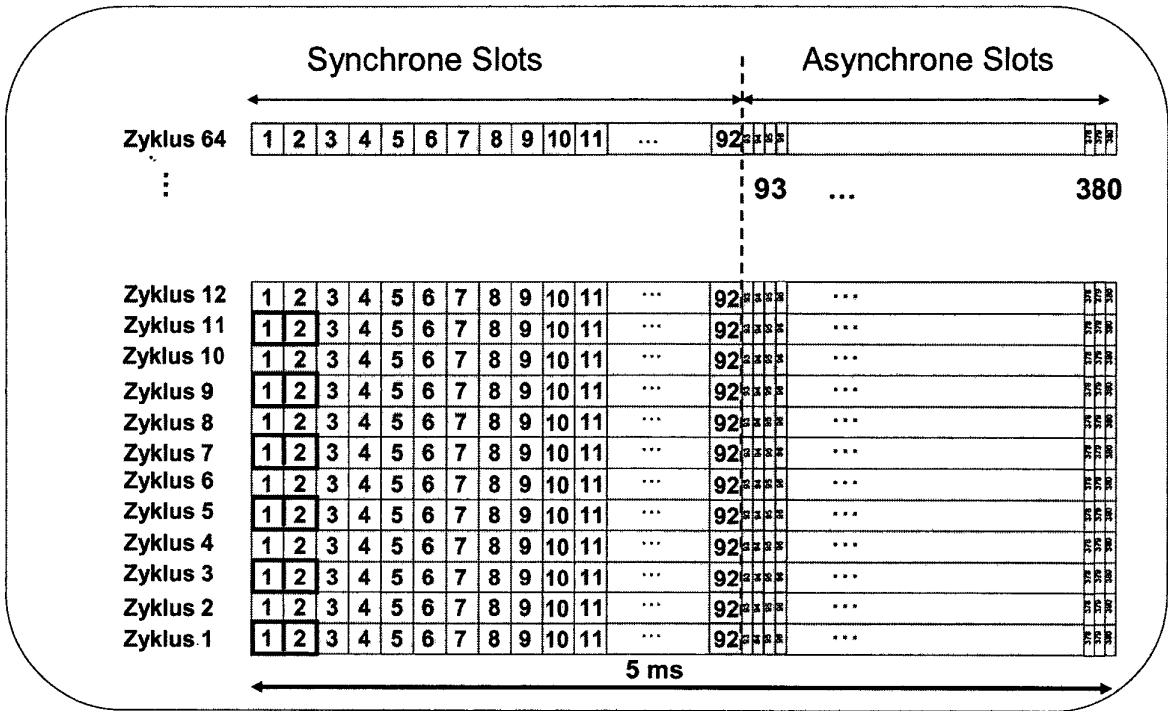
Figur 4.



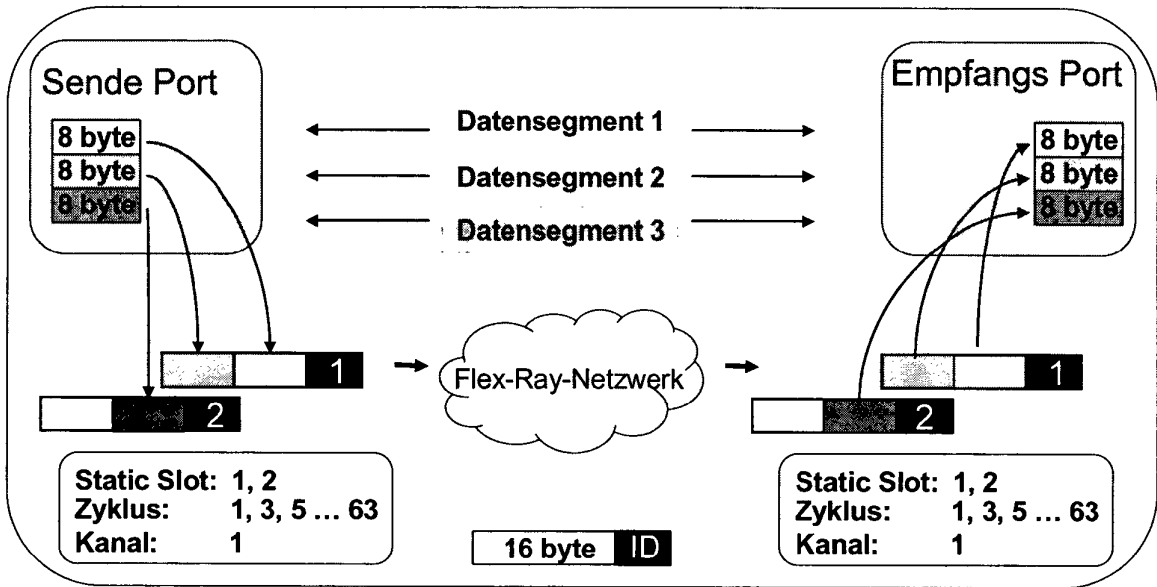
Figur 5.



Figur 6.



Figur 7.



Figur 8.