



(12)

## Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 1620/2002 (51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H04L 12/64**  
(22) Anmeldetag: 2002-10-25 H04L 29/06  
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-12-15  
(45) Ausgabetag: 2006-10-15

(56) Entgegenhaltungen:

KNIZAK, M., KUNES, M., MANNINGER, M., SAUTER, T.: "APPLYING INTERNET MANAGEMENT STANDARDS TO FIELDBUS SYSTEMS." IN: IEEE INTERNATIONAL WORKSHOP ON FACTORY COMMUNICATION SYSTEMS, 1997. PROCEEDINGS. BARCELONA, SPANIEN 1.-3. OKTOBER 1997, NEW YORK. SEITEN 309-315.  
KASTNER, W.: "JINI CONNECTIVITY FOR FIELDBUS SYSTEMS." IN: PROCEEDINGS OF THE 2000 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTELLIGENT CONTROL, 2000. 17.-19. JULI 2000. SEITEN 229-234.  
PETERSON, LARRY L., DAVIE, BRUCE S.: "COMPUTERNETZE; EIN MODERNES LEHRBUCH." 1. AUFL., HEIDELBERG: DPUNKT-VERLAG, 2000. SEITEN: 603-605, 636, 637.

(73) Patentinhaber:

"LOYTEC" ELECTRONICS GMBH  
A-1080 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

BRÖKER JÖRG DIPL.ING.  
MÖDLING, NIEDERÖSTERREICH (AT).  
REITER NORBERT DIPL.ING.  
WIEN (AT).  
LOY DIETMAR DIPL.ING. DR.  
WIEN (AT).

### (54) VERFAHREN ZUM AUSTAUSCH VON DATEN IN EINEM CONTROL-NETZWERK

- (57) Das Vermittlungsgerät mit Cache-Speicherverwaltung dient als Vermittler zwischen dem Zielknoten und dem Quellknoten in einem Control-Netzwerk nach dem ANSI/EIA-709 Standard. Die Nachricht des Quellknotens wird zunächst an das Vermittlungsgerät geschickt und das Vermittlungsgerät sendet diese Nachricht weiter an den endgültigen Zielknoten. Das Vermittlungsgerät wird dabei mit Funktionalitäten ausgestattet, die ihm besondere Fähigkeiten bei der Weiterleitung der Nachricht verleihen. Ein besonderes Merkmal ist dabei der interne Cache-Speicher im Vermittlungsgerät, der sowohl Update als auch Poll-Anfragen zwischen den Quell- und Zielknoten weiterleiten kann. Defekte oder nicht antwortende Quellknoten können detektiert werden und dieses Fehlverhalten kann an den oder die Zielknoten weitergemeldet werden. Durch aktives Pollen des Vermittlungsgeräts können Quellknoten, die kein Update des Kommunikationsobjektes unterstützen, an Zielknoten angeschlossen werden, die nur Updates empfangen können.

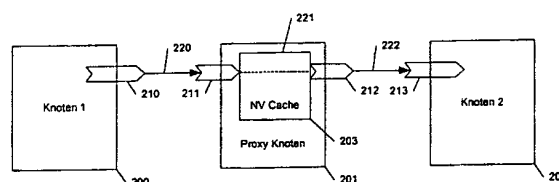


Fig. 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Austausch von Daten zwischen Quell- und Zielknoten in Control-Netzwerken für die Automatisierungstechnik nach dem ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 Standard über ein Vermittlungsgerät, wobei die Kommunikation über Adressraumgrenzen hinweg ermöglicht wird, die Kommunikation zwischen physikalisch getrennten und durch unterschiedliche Konfigurationsinstanzen konfigurierte Netzwerke ermöglicht wird und die Kommunikation zwischen Netzwerkvariablen mit unterschiedlichen Verbindungsattributen ermöglicht wird.

Das Kommunikationsprotokoll nach dem ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 (LonTalk Protokoll) Standard besitzt die folgenden Eigenschaften:

1. Die Kommunikationsverbindungen zwischen unterschiedlichen Netzknoten werden nach dem ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 (LonTalk Protokoll) Standard mit Kommunikationsobjekten durchgeführt, die miteinander gebunden werden. Diese Kommunikationsobjekte werden Netzwerkvariablen genannt, und haben einen Variablentyp zugewiesen. Netzwerkvariablen können nur miteinander verbunden werden, wenn sie vom gleichen Variablentyp sind.

2. Zusätzlich zu dem Variablentyp verfügen Netzwerkvariablen auch über Verbindungsattribute. Diese bestimmen, ob die Verbindung zwischen ausgangsseitigen Netzwerkvariablen (Quellvariable) und eingangsseitigen Netzwerkvariablen (Zielvariable) über das Polling-Verfahren oder über das Update-Verfahren erfolgen soll. Bei dem Polling-Verfahren fragt der Zielknoten den Wert der Quellvariable ab, wenn dieser benötigt wird. Bei dem Update-Verfahren sendet der Quellknoten den Wert der Netzwerkvariablen an den Zielknoten, sobald sich der Wert der Variablen geändert hat. Netzwerkvariablen können nur miteinander verbunden werden, wenn sie die über die gleichen Verbindungsattribute verfügen.

3. Die Adresse jedes zu adressierenden Zielknotens muss im Quellknoten in die eine Zieladresstabelle eingetragen werden. Die Anzahl der Adresstabelleneinträge pro Knoten ist begrenzt (typischerweise 15).

4. Der Adressraum laut ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 (LonTalk Protokoll) Standard ist in mehrere logische Subadressräume, die Domains genannt werden, unterteilt. Zwischen Netzknoten in unterschiedlichen Domains ist keine Kommunikation möglich.

5. Die Konfiguration („Kommissionierung“) eines ANSI/EIA-709 Netzwerks erfolgt mittels spezieller Konfigurationssoftware. Bei Konfigurationssoftware nach heutigem Stand der Technik kann ein Knoten nicht von mehreren unterschiedlichen Konfigurationsinstanzen konfiguriert werden. Dies hat zur Folge, dass zwei Knoten, die durch unterschiedliche Konfigurationssoftwareinstanzen konfiguriert werden, keine Daten austauschen können, da ihre Netzwerkvariablen nicht miteinander verbunden werden können.

Aus den oben genannten Eigenschaften des Kommunikationsprotokolls nach dem ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 (LonTalk Protokoll) Standard ergeben sich folgende Probleme:

1. Verfügen Ziel- und Quellnetzwerkvariable über unterschiedliche Verbindungsattribute, so können sie nicht miteinander verbunden werden.

2. Ist die Anzahl der zu adressierenden Zielknoten größer als die der zu Verfügung stehenden Adresstabelleneinträge (typischerweise 15) eines Quellknotens, so können nicht alle Zielknoten adressiert und somit nicht alle gewünschten Netzwerkvariablen verbunden werden.

3. Da die Anzahl der pro Subadressraum („Domain“) zur Verfügung stehenden Adressen limitiert ist, müssen in großen Installationen mehrere Adressräume verwendet werden. Das ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 (LonTalk Protokoll) Protokoll erlaubt jedoch keine direkte

Kommunikation über Adressraumgrenzen hinweg.

4. Aus Gewährleistungsgründen ist es bei Projekten, an denen mehrere Firmen beteiligt sind üblich, das System durch mehrere Konfigurationsinstanzen zu konfigurieren. In diesem Fall bestehen die von den verschiedenen Firmen installierten Systeme üblicherweise auch aus physikalisch getrennten Netzwerken, zwischen denen keine Datenpakete nach dem ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 (LonTalk Protokoll) Standard direkt ausgetauscht werden können. Meist ist es jedoch notwendig, gewisse Daten zwischen den Netzwerken auszutauschen, um gewisse Sensoren nicht mehrfach ausführen zu müssen (etwa um die Daten einer Wetterstation gemeinsam nutzen zu können).

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zu Grunde, in den genannten Anwendungsszenarien 1 bis 4 einen Datenaustausch zwischen Knoten zu ermöglichen, die sonst auf Grund der oben beschriebenen Umstände nicht dazu in der Lage wären, wobei die Verwendung handelsüblicher Konfigurationssoftware und gebräuchlicher Konfigurationsabläufe beibehalten wird.

Eine derartige Aufgabenstellung kann durch das in der Kommunikationstechnologie übliche Konzept eines Vermittlungs- bzw. Proxy-Knotens gelöst werden. Der Begriff Vermittlungsknoten bzw. Proxy-Knoten beschreibt im wesentlichen ein Gerät, das transparent für den jeweiligen Kommunikationspartner anstelle eines anderen Gerätes agiert. Die genaue Funktion eines Vermittlungsgeräts hängt jedoch von der Kommunikationstechnologie ab, innerhalb der das Vermittlungsgeräts agieren soll, und von der Problemstellung, für die das Vermittlungsgeräts eine Lösung bieten soll. Jede der folgend angeführten Referenzen beschreibt in allgemeiner Weise, wie Systeme über Vermittlungsgeräte hinweg kommunizieren können. Aus ihnen lassen sich jedoch keine Hinweise oder Mechanismen ableiten, die in der beanspruchten Erfindung beschrieben werden.

„Peterson, Larry L., Davie, Bruce S.: Computernetze; Ein modernes Lehrbuch, 1. Aufl., Heidelberg: dpunkt-Verlag, 2000“ ist ein grundlegendes Lehrbuch der Netztechnik und behandelt unter anderem auch allgemeine Proxy- und Caching-Prinzipien. Die beschriebenen Proxy- und Caching-Prinzipien beziehen sich jedoch nicht auf Control-Netzwerke für die Automatisierungstechnik nach ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 (LonTalk Protokoll) Standard bzw. die für diese Kommunikationstechnologie wesentlichen und eingangs erwähnten Prinzipien der Netzwerkvariablen, Adressräume (Domainadressen), Anzahl der möglichen Zieladressen und Kommunikationsverfahren für Netzwerkvariablen („Update“ bzw. „Poll“). Außerdem werden keine Proxy- und Caching- Prinzipien für Geräte mit mehr als zwei Netzwerk-Ports und für logische Verbindungen zwischen einem oder mehreren Quellknoten und einem oder mehreren Zielknoten beschrieben.

„Knizak, M., Kunes, M., Manninger, M., Sauter, T.: Applying Internet management standards to fieldbus systems, In: Proceedings of the IEEE International Workshop on Factory Communication Systems, 1997, Spanien, Seiten 309-315“ beschreibt ein Gateway-Konzept, das es erlaubt, auf bestimmte Datenpunkte in einem Kontrollnetzwerk über SNMP zuzugreifen und so Zugriff auf Feldbussysteme mittels der üblichen Internetwerkzeuge zu erhalten. Insbesondere wird auf die Verwendung von Proxy-Knoten zur Protokollumsetzung hingewiesen. Bei der beanspruchten Erfindung erfolgt jedoch keine Protokollumsetzung sondern vielmehr die Trennung von Kommunikationsbeziehungen, wobei beide Seiten das selbe Kommunikationsprotokoll ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 verwenden. Das Ziel ist auch nicht die Anbindung an andere Kommunikationsprotokolle sondern die Lösung der eingangs erwähnten Probleme bei der Zusammenschaltung unterschiedlicher ANSI/EIA-709 ANSI/EIA-709 Subsysteme.

„Kastner, W.: Jini connectivity for fieldbus systems, In: Proceedings of the 2000 IEEE International Symposium on Intelligent Control, 17.-19. Juli 2000, Seiten 229-234“, behandelt die Anbindung von Feldbussystemen an Internettechnologien wie Jini unter Verwendung von Proxy-Knoten mittels Protokollumsetzung. Wie auch schon bei der Stellungnahme zu Knizak et al

dargelegt, erfolgt bei der beanspruchten Erfindung keine Protokollumsetzung und das Ziel ist auch keine Anbindung an andere Kommunikationstechnologien.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass Netzwerkvariablenwerte von einem oder mehreren Quellknoten an einen oder mehrere Zielknoten weitergeleitet werden, wobei durch einen Umsetzungsmechanismus in einem Cache-Speicher für die Netzwerkvariablen von Poll- auf Update-Kommunikationsbeziehungen bzw. von Update- auf Poll-Kommunikationsbeziehungen gewandelt wird, sodass Quell- und Zielknoten auch dann miteinander kommunizieren können wenn der Quellknoten nur Poll-Kommunikationsbeziehungen und der Zielknoten nur Update-Kommunikationsbeziehungen unterstützt bzw. umgekehrt.

Da das Vermittlungsgerät ein oder mehrere Netzwerkinterfaces besitzt, stellt es dem ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 (LonTalk Protokoll) Standard zufolge einer oder mehrere Netzwerkknöten dar. Jedes dieser Netzwerkinterfaces kann von unterschiedlichen Konfigurationsinstanzen konfiguriert werden, kann in unterschiedlichen Domains konfiguriert werden, verfügt über eine eigene Adresstabelle und kann mit unterschiedlichen physikalischen ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 Netzwerken verbunden sein.

Auf jedem dieser Netzwerkinterfaces werden nun eingangsseitig Netzwerkvariablen mit dem gleichen Variablentyp und mit den gleichen Verbindungsattributen, wie die Netzwerkvariable am Quellknoten angelegt, damit die logische Verbindung zwischen dem Quellknoten und dem Netzwerkinterface des Vermittlungsgeräts konfiguriert werden kann. Ebenfalls werden ausgangsseitig Netzwerkvariablen mit dem gleichen Variablentyp und mit den gleichen Verbindungsattributen wie die eingangsseitige Netzwerkvariable am Zielknoten angelegt, damit die Ausgangsnetzwerkvariable am Vermittlungsgerät mit der Netzwerkvariablen am Zielknoten verbunden werden kann. Diese ausgangsseitigen Netzwerkvariablen können am selben Netzwerkinterface oder auf einem anderen Netzwerkinterface des Vermittlungsgeräts wie die eingangsseitigen angelegt werden.

Die Netzwerkvariablen am Vermittlungsgerät werden intern verbunden, sodass an eingangsseitigen Netzwerkvariablen eingehende Daten auf den zugeordneten ausgangsseitigen Netzwerkvariablen wieder ausgesandt werden. Dabei müssen die verbundenen Netzwerkvariablen den gleichen Variablentyp besitzen, können aber über unterschiedliche Verbindungsattribute verfügen. Die Zuordnung der Variablen im Vermittlungsgerät erfolgt über Tabellen, die mittels einer speziellen Konfigurationssoftware konfiguriert werden.

Die Kommunikation zwischen Netzwerkvariablen mit unterschiedlichen Verbindungsattributen über das Vermittlungsgerät erfolgt über einen Netzwerkvariablen-Cache-Speicher, in dem Werte zwischengespeichert werden können und somit für Abfragen zur Verfügung stehen. Fallweise sorgt ein Timer durch periodisches Abfragen einer ausgangsseitigen Netzwerkvariable für die Bereitstellung eines aktuellen Wertes im Cache-Speicher.

Ein solches System wird beispielsweise anhand der Fig. 1-10 beschrieben. Dabei zeigen:

- Fig. 1 ein Blockschaltbild der Systemarchitektur mit einem Vermittlungsgerät
- Fig. 2 einen Anwendungsfall für ein Update-Update-Szenario
- Fig. 3 einen Anwendungsfall für ein Poll-Poll-Szenario
- Fig. 4 einen Anwendungsfall für ein Update-Poll-Szenario
- Fig. 5 einen Anwendungsfall für ein Poll-Update-Szenario
- Fig. 6 einen Anwendungsfall für ein kombiniertes Szenario
- Fig. 7 ein Blockschaltbild der Gesamtschaltung des Vermittlungsgeräts
- Fig. 8 ein Flussdiagramm des Datenstromes im Vermittlungsgerät bei einem Update
- Fig. 9 ein Flussdiagramm des Datenstromes im Vermittlungsgerät bei Poll Anfrage
- Fig. 10 ein Flussdiagramm des Datenstromes im Vermittlungsgerät bei Active-Poll

Wie Fig. 1 zeigt, enthält ein Control-Netzwerk ein oder mehrere Netzknoten 101-108, kurz Knoten genannt, Netzwerkmedien 120-122, die Knoten miteinander verbinden, Kommunikationsbeziehungen 130-136, die den Datenaustausch zwischen den Knoten 101-108 darstellen und ein Netzwerkmanagement-Tool 150. Da sich die Knoten 101-104 in einer Adress-Domain Domain 1 befinden und die Knoten 105-108 sich in einer unterschiedlichen Adress-Domain Domain 2 befinden, können diese Knoten keine Datenpakete direkt miteinander austauschen. Für eine Kommunikation zwischen den Knoten 101-104 und 105-108 wird ein Vermittlungsgerät 140 nach Ansprüchen 1-14 benötigt. Die beiden Netzwerke 120 und 121 sind mit einem Vermittlungsgerät 140 verbunden. Wenn nun der Knoten 101 an mehr als 15 Knoten 103-104 Nachrichten schickt, dann kann er zunächst die Nachricht mittels der Kommunikationsbeziehungen 130-131 an das Vermittlungsgerät 140 schicken. Dieses leitet die Nachrichten mittels der Kommunikationsbeziehungen 133-134 an die Zielknoten 103-104 weiter. Das Vermittlungsgerät 140 kann bis zu 65535 Zielknoten an jedem Netzwerkanschluss adressieren. Der Knoten 101 muss nun nur noch eine einzige Zieladresse des Vermittlungsgeräts 140 speichern und hat somit die Möglichkeit, an mehr als 15 Zielknoten 103-104 Nachrichten zu senden.

Der Knoten 102 in Domain 1 sendet eine Nachricht an Knoten 106 in Domain 2. Da die Knoten 102 und 106 in unterschiedlichen Domains konfiguriert sind, muss die Nachricht über das Netzwerk 120 an das Vermittlungsgerät 140 geführt werden, der die Umsetzung von Domain 1 nach Domain 2 vornimmt. Mittels der Kommunikationsbeziehung 132 sendet Knoten 102 die Nachricht an das Vermittlungsgerät 140 laut Ansprüche 1-2. Die Nachricht wird dann in einer im Vermittlungsgerät intern hergestellten Kommunikationsbeziehung 135 an das Netzwerk 121 weitergeleitet, von wo sie über das Netzwerk 121 mittels Kommunikationsbeziehung 136 an den Zielknoten 106 weitergeleitet wird. Das Vermittlungsgerät 140 ermöglicht somit eine Kommunikation über Domaingrenzen hinweg laut Ansprüchen 1-14.

Wie Fig. 2 zeigt, sendet der Knoten 200 für das Kommunikationsobjekt 210 über die logische Verbindung 220 ein Netzwerkvariablen-Update-Paket an das Kommunikationsobjekt 211 am Vermittlungsgerät 201, womit der NV Cache 203 mit einem neuen Wert für das Kommunikationsobjekt 212 aktualisiert wird. Nachdem das Kommunikationsobjekt 212 mit dem aktuellen Wert aus dem NV Cache 203 aktualisiert wurde, sendet das Vermittlungsgerät 201 laut Anspruch 3 über die logische Verbindung 222 ein Netzwerkvariablen-Update-Paket an das Kommunikationsobjekt 213 am Zielknoten 202.

Wie Fig. 3 zeigt, sendet der Knoten 302 eine Poll-Anfrage über die Kommunikationsverbindung 322 an das Kommunikationsobjekt 312 am Vermittlungsgerät 301. Wenn der NV Cache 303 im Vermittlungsgerät 301 ausgeschaltet ist oder ein Cache-Timeout im NV Cache 303 abgelaufen ist, so leitet das Vermittlungsgerät 301 laut Anspruch 4 die Poll-Anfrage über die logische Verbindung 320 an das Kommunikationsobjekt 310 am Knoten 300 weiter. Wenn nun der Knoten 300 auf die Poll-Anfrage mit einem neuen Wert für das Kommunikationsobjekt 311 antwortet, wird laut Anspruch 4 der Inhalt des NV Cache 303 am Vermittlungsgerät 301 mit diesem neuen Wert aktualisiert. Sobald der NV Cache 303 aktualisiert wurde, antwortet das Vermittlungsgerät 301 laut Anspruch 4 auf die ursprüngliche Poll-Anfrage vom Knoten 302 mit dem aktuellen Wert für das Kommunikationsobjekt 313 und der Timeout-Timer für den NV Cache 303 wird für das Kommunikationsobjekt 312 neu gestartet.

Wie Fig. 3 zeigt, sendet der Knoten 302 eine Poll-Anfrage über die Kommunikationsverbindung 322 an das Kommunikationsobjekt 312 am Vermittlungsgerät 301. Wenn das Timeout im NV Cache 303 im Vermittlungsgerät 301 noch nicht abgelaufen ist, so leitet das Vermittlungsgerät 301 laut Ansprüche 4 und 5 die Poll-Anfrage nicht an den Knoten 300 weiter. Das Vermittlungsgerät 301 laut Ansprüchen 4 und 5 antwortet auf die ursprüngliche Poll-Anfrage vom Knoten 302 mit dem Wert für das Kommunikationsobjekt 312 aus dem NV Cache 303, und sendet diesen Wert an das Kommunikationsobjekt 313 am Knoten 302.

Wie Fig. 4 zeigt, sendet der Knoten 402 eine Poll-Anfrage über die Kommunikationsverbindung

422 an das Kommunikationsobjekt 412 am Vermittlungsgerät 401. Wenn im NV Cache 403 im Vermittlungsgerät 401 ein gültiger Wert für das Kommunikationsobjekt 412 vorliegt, so leitet das Vermittlungsgerät 401 laut Anspruch 6 die Poll-Anfrage nicht an den Knoten 400 weiter. Das Vermittlungsgerät 401 laut Anspruch 6 antwortet auf die ursprüngliche Poll-Anfrage vom Knoten 402 mit dem Wert für das Kommunikationsobjekt 412 aus dem NV Cache 403 und sendet diesen Wert an das Kommunikationsobjekt 413 am Knoten 402. Ist jedoch kein gültiger Wert im NV Cache 403 im Vermittlungsgerät 401 für das Kommunikationsobjekt 412 vorhanden, so antwortet das Vermittlungsgerät 401 nicht auf die ursprüngliche Poll-Anfrage von Knoten 402 und zeigt damit an, dass keine gültigen Daten für das Kommunikationsobjekt 413 am Knoten 402 zur Verfügung stehen.

Wie Fig. 4 zeigt, sendet der Knoten 402 eine Poll-Anfrage über die Kommunikationsverbindung 422 an das Kommunikationsobjekt 412 am Vermittlungsgerät 401. Wenn in dieser Konfiguration des NV Cache 403 im NV Cache 403 im Vermittlungsgerät 401 kein gültiger Wert für das Kommunikationsobjekt 412 vorliegt, so leitet das Vermittlungsgerät 401 laut Anspruch 7 die Poll-Anfrage an den Knoten 400 weiter. Falls das Vermittlungsgerät 401 laut Anspruch 7 keine Antwort auf die Poll-Anfrage an das Kommunikationsobjekt 410 am Knoten 400 erhält, so antwortet das Vermittlungsgerät 401 ebenfalls nicht auf die ursprüngliche Poll-Anfrage vom Knoten 402 und zeigt damit an, dass das Kommunikationsobjekt 410 am Knoten 400 oder der gesamte Knoten 400 nicht antworten und möglicherweise defekt sind.

Wie Fig. 5 zeigt, kann der Knoten 500 keine Updates schicken, sondern sein Kommunikationsobjekt 510 kann nur gepollt werden. Andererseits kann der Knoten 502 nicht von sich aus pollen, sondern kann nur Updates an sein Kommunikationsobjekt 513 empfangen. Das Vermittlungsgerät 501 laut Anspruch 8 stellt nun aktiv und zyklisch mit einem programmierbaren Zeitintervall für diesen Zyklus Poll-Anfragen an das Kommunikationsobjekt 510 am Knoten 500. Sobald eine Antwort auf diese Poll-Anfrage vom Kommunikationsobjekt 511 am Vermittlungsgerät 501 empfangen wird, wird der NV Cache 503 mit dem neuen Wert aktualisiert und ein Update mit dem aktuellen Wert des Kommunikationsobjektes 512 über die logische Verbindung 522 an das Kommunikationsobjekt 513 am Zielknoten 502 gesendet. Dieser Vorgang wird als Active-Poll bezeichnet.

Wie Fig. 6 zeigt, können durch Kombinationen der Szenarien aus Fig. 3 bis Fig. 5 komplexe Szenarien laut Anspruch 9 erzeugt werden, wobei der Knoten 600 entweder Updates sendet oder gepollt wird und die Zielknoten 603-604 Updates senden oder Poll-Anfragen aussenden. Das Vermittlungsgerät 601 laut Anspruch 9 konfiguriert sich dabei auf die verwendete Kommunikationsart und verbindet somit die Knoten 600, 603-604, damit diese eine Kommunikationsbeziehung eingehen können.

Wie Fig. 7 zeigt, hat ein Vermittlungsgerät 700 ein oder mehrere Anschlüsse 720-723 für ein oder mehrere gleichartige oder unterschiedliche Netzwerkmedien der Netzwerke 730-733 laut Anspruch 13. Datenpakete werden an den Anschlüssen 720-723 empfangen und passieren die Transceiver 714-717, bevor sie in den Portlogikblöcken 710-713 zwischengespeichert werden. Eine Verarbeitungseinheit 701 bestehend aus einer CPU 702, RAM-Speicher 703 und Flash-Speicher 704 holt die Datenpakete aus den Portlogikblöcken 710-713, entfernt die Adress- und Steuerinformation aus den Paketen und analysiert die Nutzdaten im Datenpaket und weist sie der entsprechenden Netzwerkvariable zu. Im Flash-Speicher 704 und RAM-Speicher 703 sind Tabellen abgelegt, die die internen Kommunikationsbeziehungen zwischen den Netzwerkvariablen festlegen. Weiters sind im RAM-Speicher 703 sowie Flash-Speicher 704 der NV Cache-Speicher und der Timeout Timer für den NV Cache-Speicher abgelegt. Wird für die empfangene Netzwerkvariable eine gültige Kommunikationsbeziehung gefunden, so wird der Wert der empfangenen Netzwerkvariable im Cache-Speicher abgelegt, der oder den Ausgangsnetzwerkvariablen zugeordnet und ein oder mehrere Datenpakete generiert, die über die Portlogikblöcke 710-713 und Transceiver 714-717 ausgesendet werden. Die Transceiver 714-717 bereiten beim Empfangen sowie beim Aussenden von Datenpaketen die elektrischen

Signale entsprechend dem gewählten Netzwerkmedium 730-733 auf.

Wie Fig. 8 zeigt ist die Funktionsweise des Vermittlungsgeräts mit Cache-Speicher gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 wie folgt. Wird ein Datenpaket empfangen 800 und ist dieses Datenpaket an das Vermittlungsgerät adressiert 801, wird im Falle, dass es sich nicht um eine Poll-Anfrage handelt, der Dateninhalt analysiert und dem Eingangskommunikationsobjekt (Netzwerkvariable) zugewiesen 803. Der Inhalt des Cache-Speichers wird ebenfalls mit diesem neuen Wert aktualisiert und der Cache-Timeout Timer neu gestartet 804. Nun wird in einer internen Tabelle geprüft, ob und an welches Ausgangskommunikationsobjekt (Netzwerkvariable) die Nachricht weitergeleitet werden sollte 805. Existiert ein gültiges Ausgangskommunikationsobjekt 806, so wird der neue Wert diesem Objekt zugeordnet und ein Datenpaket an den Zielknoten ausgesendet 808.

War das empfangene Datenpaket eine Poll-Anfrage 802, so wird wie in Fig. 9 zunächst überprüft, ob es einen gültigen Cache-Speicherinhalt für diese Poll-Anfrage gibt 900. Liegt ein gültiger Cache-Speicherinhalt vor, so wird dieser Wert in ein Datenpaket verpackt 907 und an den Zielknoten gesendet 906. Liegt kein gültiger Cache-Speicherinhalt vor, wird die Poll-Anfrage an den Quellknoten (Knoten 1) weitergeleitet 901. Wird keine Antwort vom Quellknoten empfangen, so wird auch keine Antwort an den Zielknoten gesendet 902. Wird eine Antwort vom Quellknoten empfangen, so wird der Dateninhalt dieses Datenpakets analysiert und der Eingangsnetzwerkvariablen (Eingangskommunikationsobjekt) zugewiesen 903. Der Inhalt des Cache-Speichers wird ebenfalls mit diesem neuen Wert aktualisiert und der Cache-Timeout-Timer neu gestartet 904. Der neue Wert wird dem Ausgangskommunikationsobjekt zugeordnet 905 und ein Datenpaket an den Zielknoten ausgesendet 906.

Wie Fig. 10 zeigt, besteht nach Anspruch 8 die Möglichkeit, Quellknoten aktiv zu pollen. Wenn der Zyklus-Timer abgelaufen ist 1000, wird eine Poll-Anfrage an den oder die Quellknoten gesendet 1001. Wird eine Antwort vom Quellknoten empfangen 1002, so wird der Dateninhalt dieses Datenpaketes analysiert und der Eingangsnetzwerkvariablen zugewiesen 1003. Der Inhalt des Cache-Speichers wird mit diesem neuen Wert aktualisiert und der Cache-Timeout-Timer neu gestartet 1004. Nun wird in einer internen Tabelle geprüft, ob und an welches Ausgangskommunikationsobjekt (Netzwerkvariable) die Nachricht weitergeleitet werden soll 1005. Existiert ein gültiges Ausgangskommunikationsobjekt 1006, so wird der neue Wert diesem Objekt zugeordnet und ein Datenpaket an den Zielknoten ausgesendet 1008. Nun wird noch der Zyklus-Timer neu gestartet 1009 und zu 1000 verzweigt.

## Patentansprüche:

1. Verfahren zum Austausch von Daten zwischen Quell- und Zielknoten in Control-Netzwerken für die Automatisierungstechnik nach dem ANSI/EIA-709 bzw. prENV13154-2 Standard über ein Vermittlungsgerät, wobei die Kommunikation über Adressraumgrenzen hinweg ermöglicht wird, die Kommunikation zwischen physikalisch getrennten und durch unterschiedliche Konfigurationsinstanzen konfigurierte Netzwerke ermöglicht wird und die Kommunikation zwischen Netzwerkvariablen mit unterschiedlichen Verbindungsattributen ermöglicht wird, *dadurch gekennzeichnet*, dass Netzwerkvariablenwerte von einem oder mehreren Quellknoten an einen oder mehrere Zielknoten weitergeleitet werden, wobei durch einen Umsetzungsmechanismus in einem Cache-Speicher für die Netzwerkvariablen von Poll- auf Update-Kommunikationsbeziehungen bzw. von Update- auf Poll-Kommunikationsbeziehungen gewandelt wird, sodass Quell- und Zielknoten auch dann miteinander kommunizieren können, wenn der Quellknoten nur Poll-Kommunikationsbeziehungen und der Zielknoten nur Update-Kommunikationsbeziehungen unterstützt bzw. umgekehrt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Netzwerkvariablen auf ein oder mehrere Netzwerkanschlüsse verteilt sein können.

3. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Quellknoten ein Netzwerkvariablen-Update schickt, das den Cache-Speicher aktualisiert, und ein Netzwerkvariablen-Update mit dem aktualisierten Datenwert aus dem Cache-Speicher an den Zielknoten gesendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Zielknoten eine Netzwerkvariable mittels Poll abfragt, diese Poll-Anfrage an den Quellknoten weitergeleitet wird, und sobald die Antwort vom Quellknoten auf die Poll-Anfrage eintrifft, diese Antwort an den Zielknoten weiterleitet wird und dabei seinen internen Cache-Speicher mit dem neuen Netzwerkvariablenwert aktualisiert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Poll-Anfrage nur dann an den Quellknoten weitergeleitet wird, wenn ein Cache-Timeout aufgetreten ist und dass sonst der aktuelle Cache-Wert an den Zielknoten gesendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Zielknoten eine Netzwerkvariable mittels Poll abfragt und, falls es einen gültigen Cache-Speicher-Eintrag gibt, der aktuelle Netzwerkvariablenwert aus dem Cache-Speicher genommen wird und an den Zielknoten zurückliefert wird und, falls es keinen gültigen Cache-Speicher-Eintrag gibt, auf die Poll-Anfrage nicht geantwortet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Poll-Anfrage an den Quellknoten weitergeleitet wird und, wenn der Quellknoten auf die Poll-Anfrage nicht antwortet, keine Antwort an den Zielknoten gesendet wird und somit defekte oder nicht antwortende Quellknoten detektiert werden können.
8. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Zielknoten nur Netzwerkvariablen-Updates empfangen kann und der Quellknoten keine Updates aussenden kann sondern nur Poll-Anfragen beantwortet, der Quellknoten aktiv mit einem programmierbaren Zeitintervall gepollt wird, der Cache-Speicher mit der Antwort von der Poll Anfrage aktualisiert wird und ein Update an den Zielknoten gesendet wird.
9. Verfahren nach Ansprüchen 1-8, *dadurch gekennzeichnet*, dass die unterschiedlichen Szenarien aus den Ansprüchen 3-9 zu einem komplexeren neuen Szenario kombiniert werden.
10. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Cache-Speicher ausgeschaltet werden kann und somit alle Poll-Anfragen an den Quellknoten weitergeleitet werden.
11. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein Cache-Speicher-Timeout auf unendlich gestellt werden kann und somit nur die erste Poll-Anfrage an den Quellknoten weitergeleitet wird und alle weiteren Poll-Anfragen aus dem Cache-Speicher beantwortet werden.
12. Verfahren nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass unterschiedliche Netzwerkmedien verwendet werden können.
13. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-12, *dadurch gekennzeichnet*, dass es sich um ein Gerät zur elektronischen Datenverarbeitung mit einem oder mehreren Anschlüssen zur Kommunikation handelt.

**Hiezu 6 Blatt Zeichnungen**



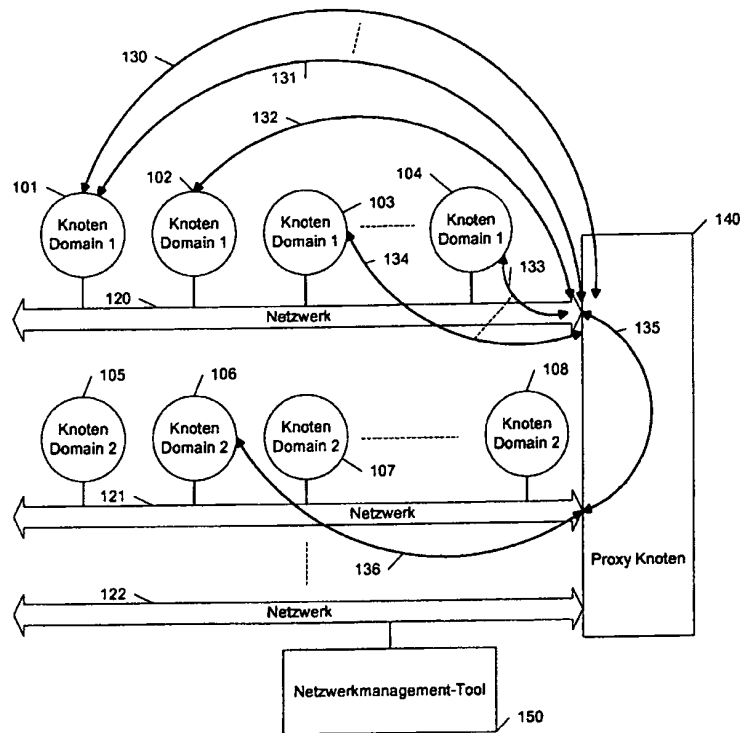


Fig. 1

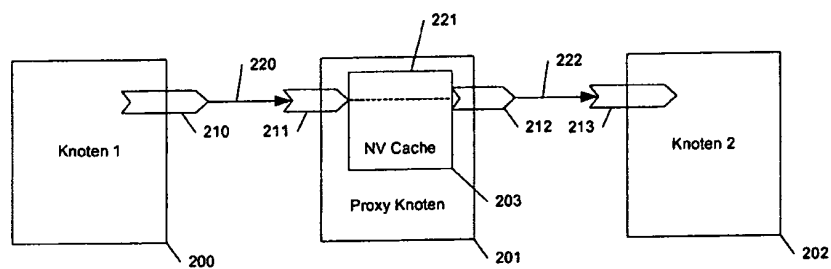


Fig. 2

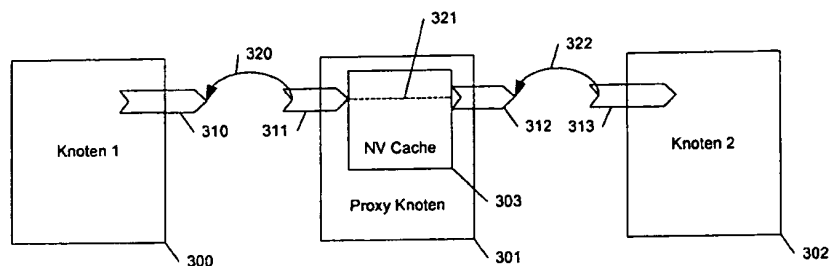


Fig. 3

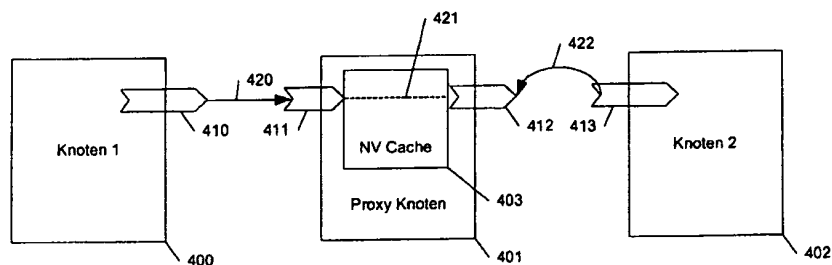


Fig. 4

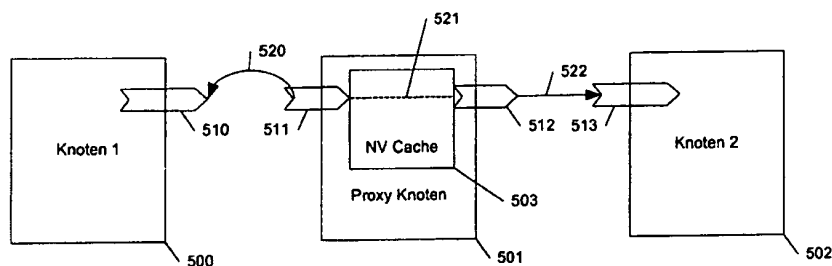


Fig. 5

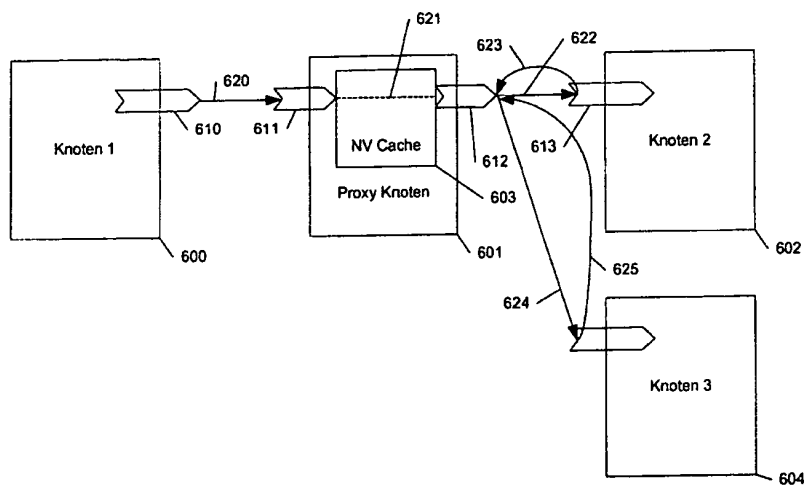


Fig. 6

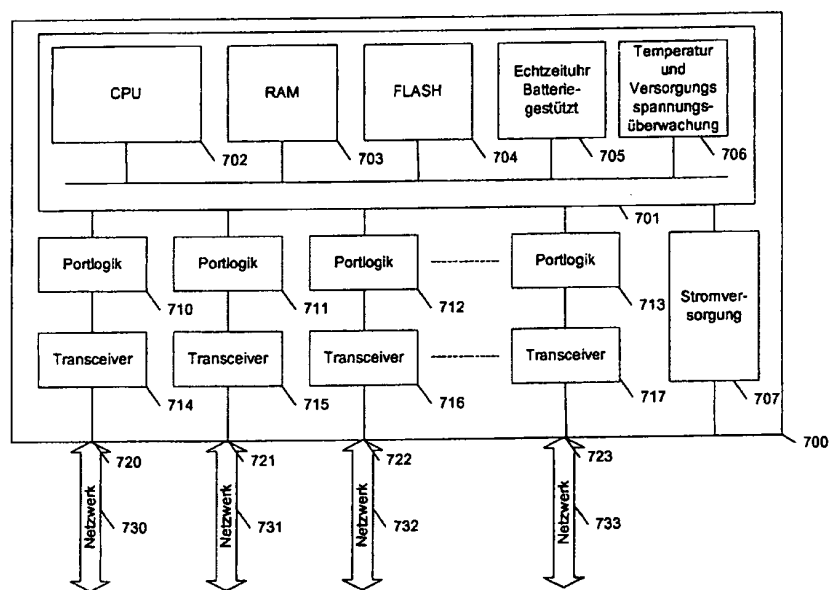


Fig. 7

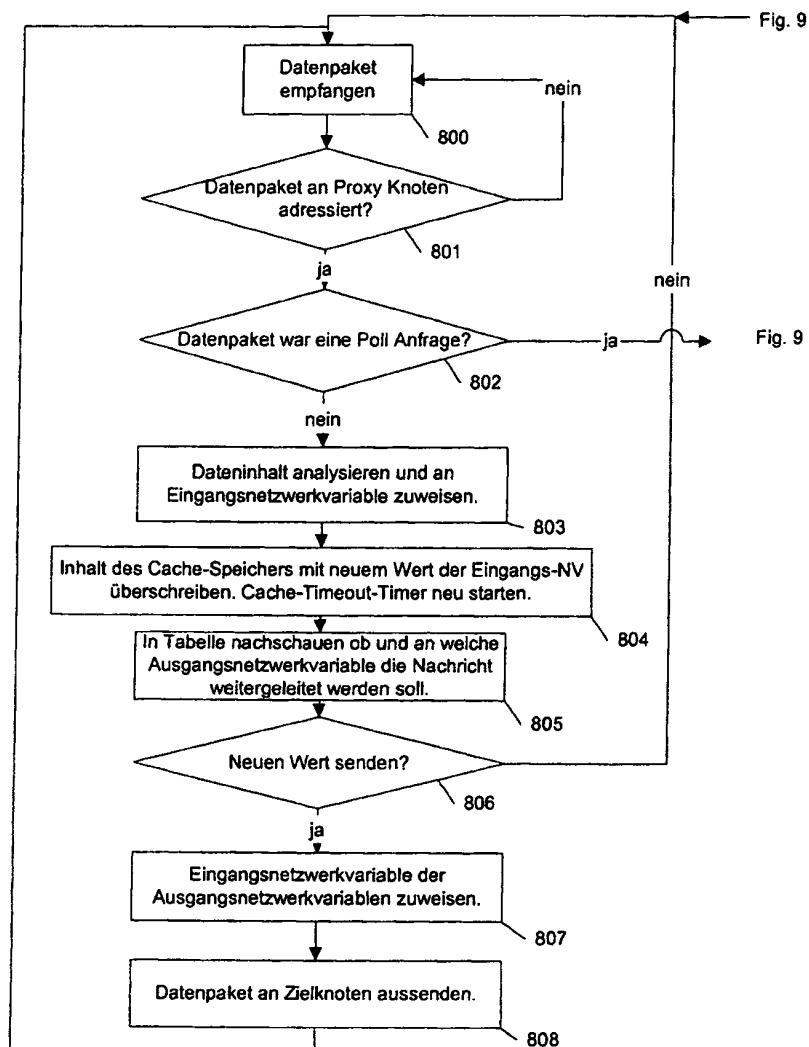


Fig. 8

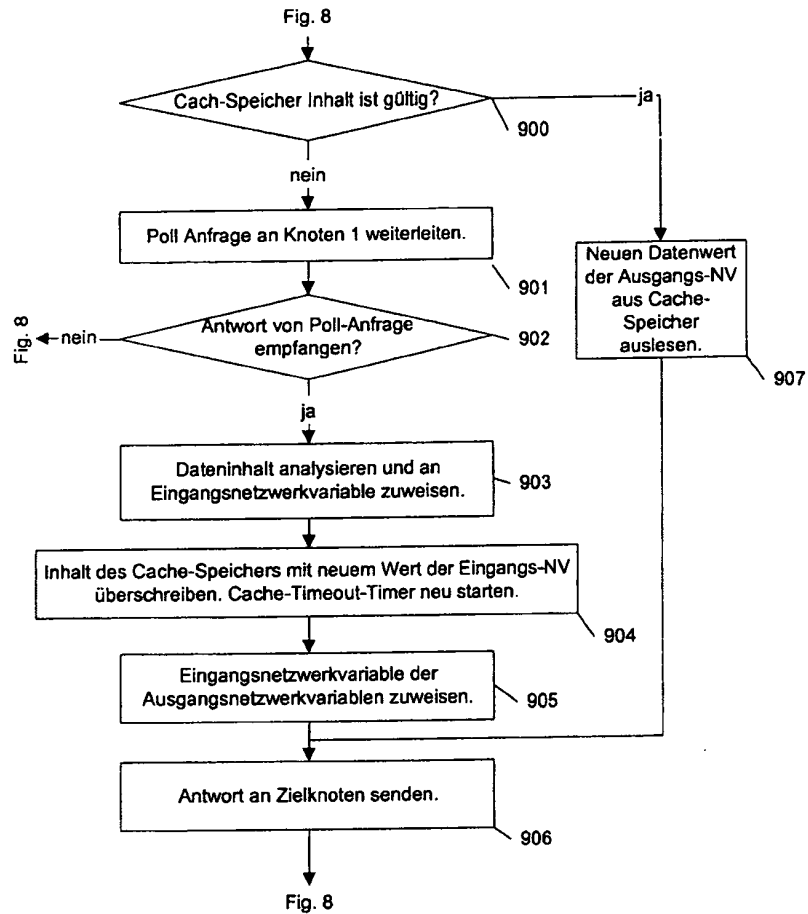


Fig. 9

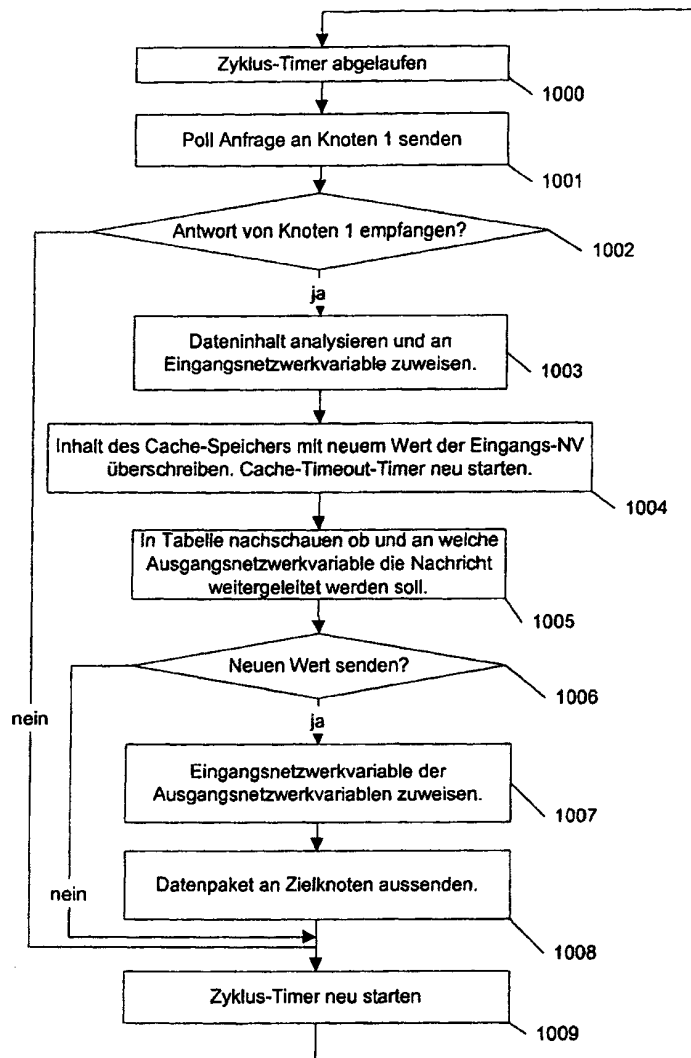


Fig. 10