



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 34 928 T2** 2006.05.24

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 777 357 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 34 928.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 308 419.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **21.11.1996**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.06.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.07.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.05.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 12/24** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**565180**      **28.11.1995**      **US**

(73) Patentinhaber:

**NCR International, Inc., Dayton, Ohio, US**

(74) Vertreter:

**v. Bezold & Sozien, 80799 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Bondi, Andre B., Red Bank, US**

(54) Bezeichnung: **Netzwerkverwaltungssystem mit verbesserter Knotenerkennung und -überwachung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Netzverwaltungsstation und insbesondere eine Netzverwaltungsstation, welche die verstrichene Zeit verkürzt, in der die Topologie eines Netzwerks erkannt und aktualisiert wird.

**[0002]** Große Kommunikationsinfrastrukturen, die als "Internets" bekannt sind, setzen sich aus sogenannten Wide Area Networks (landesweiten Netzen) und Local Area Networks (lokalen Netzen) zusammen und bestehen aus Endsystemen, Transitsystemen und Medieneinrichtungen. Die Kommunikation zwischen Knoten in den Netzen wird durch Kommunikationsprotokolle wie beispielsweise das TCP/IP-Protokoll geregelt. Zu den Endsystemen gehören Großrechner, Arbeitsplatzrechner, Drucker und Terminalserver. Zu den Transitsystemen gehören in der Regel Router, die dazu dienen, die Netze miteinander zu verbinden. Die Medieneinrichtungen, wie beispielsweise Brücken, Verteiler (Hubs) und Multiplexer, bilden Kommunikationsverbindungen zwischen verschiedenen Endsystemen im Netz. In jedem Netz eines Internet stammen die verschiedenen Endsysteme, Transitsysteme und Medieneinrichtungen in der Regel von vielen verschiedenen Herstellern, und die Verwaltung dieser aus Produkten zahlreicher Hersteller bestehenden Netze erfordert standardisierte Netzverwaltungsprotokolle.

**[0003]** Im Allgemeinen will das Netzverwaltungspersonal, das Support für das Kommunikationsnetz erbringt, wissen, welche Knoten an das Netzwerk angeschlossen sind, worum es sich bei jedem Knoten handelt (beispielsweise um einen Computer, einen Router oder einen Drucker), welchen Status jeder Knoten hat, welche möglichen Probleme es mit dem Netz gibt, und nach Möglichkeit, welche Korrekturmaßnahmen ergriffen werden können, wenn ein abnormaler Status, eine Störung oder sonstige meldepflichtige Ereignisse eintreten.

**[0004]** Um das Netzverwaltungspersonal bei der Aufrechterhaltung des Betriebes des Internet zu unterstützen, wurde ein Netzverwaltungsrahmen entwickelt, um Regeln, die Verwaltungsinformationen beschreiben, eine Gruppe verwalteter Objekte und ein Verwaltungsprotokoll festzulegen. Ein solches Protokoll ist das Simple Network Management Protocol (SNMP).

**[0005]** Netzverwaltungssysteme müssen mit vorhandener Hardware interagieren und gleichzeitig die Hostprozessorzeit, die zur Durchführung von Netzverwaltungsaufgaben benötigt wird, minimieren. In der Netzverwaltung ist der Rostprozessor oder die Netzverwaltungsstation als der "Netzverwalter" bekannt. Ein Netzverwalter ist in der Regel ein Endsystem, wie beispielsweise ein Großrechner oder ein Ar-

beitsplatzrechner, dem die Durchführung der Netzverwaltungsaufgaben übertragen wurde. Als Netzverwalter kann mehr als ein einziges Endsystem verwendet werden. Der Netzverwalter ist dafür zuständig, den Betrieb einer Anzahl von Endsystemen, Transitsystemen und Medieneinrichtungen zu überwachen, die als "verwaltete Knoten" bekannt sind. Der Netzverwalter, die entsprechenden verwalteten Knoten und die Datenverbindungen zwischen ihnen sind als "Teilnetz" bekannt. Der Netzverwalter führt zahlreiche unterschiedliche Aufgaben aus. Eine solche Aufgabe ist, zunächst die verschiedenen Knoten zu erkennen (beispielsweise Endsysteme, Router und Medieneinrichtungen), die an das Netz angeschlossen sind. Nach der Erkennung ermittelt der Netzverwalter ununterbrochen, wie sich die Netzorganisation verändert. Beispielsweise ermittelt der Netzverwalter, welche neuen Knoten an das Netz angeschlossen sind. Eine weitere Aufgabe nach dem Erkennen ist festzustellen, welche Knoten im Netz in Betrieb sind. Oder anders ausgedrückt: Der Netzverwalter stellt fest, welche Knoten ausgefallen sind.

**[0006]** Sobald die Knoten im Netz erkannt wurden und ihr Status festgestellt wurde, werden die Informationen in einer Datenbank gespeichert, und es können Netztopologiekarten der Netze und/oder Teilnetze erstellt und dem Netzverwaltungspersonal zusammen mit dem Status der verschiedenen Knoten entlang des Netzes angezeigt werden. Topologiekarten helfen dem Personal bei der Behebung von Netzwerkproblemen und beim Routen von Datenübermittlungen über die Netze, insbesondere wenn Knoten ausgefallen sind.

**[0007]** Durch den Erkennungsprozess stellt der Netzverwalter seine Internetprotokolladresse (IP-Adresse), den Bereich der IP-Adressen für die Teilnetzkomponenten (d. h. die Teilnetzmaske), eine Routing-Tabelle für einen Standardrouter und ARP-Cachetabellen (ARP = Address Resolution Protocol) von bekannten und zuvor unbekanntem Knoten mit SNMP-Agenten fest. Um das Vorhandensein von Netzknoten festzustellen, führt der Erkennungsprozess Konfigurationsabfragen von bekannten Knoten durch und ruft die ARP-Cachetabellen von den bekannten Knoten sowie die Routing-Tabellen ab. Der Netzverwalter verifiziert dann das Vorhandensein derjenigen Knoten, die in diesen Tabellen aufgelistet sind, welche er zuvor noch nicht in seiner Datenbank verzeichnet hatte.

**[0008]** Beispiele für Netzverwaltersysteme sind die Netzverwaltungsstation OneVision™ von AT&T und der Netzverwalter OpenView™ von Hewlett Packard. Derzeit erkennen diese Systeme Knoten und verifizieren das Vorhandensein und den Status von Knoten, indem sie an jeden Knoten eine ICMP-Abfrage (ICMP = Internet Control Message Protocol) senden und auf eine Antwort warten. Die ICMP-Abfrage ist

auch als ein "Ping" bekannt. Wenn nach einer bestimmten Zeitspanne keine Antwort erhalten wird, so wird festgestellt, dass der Knoten nicht in Betrieb ist oder ausgefallen ist. Die Änderung des Status' des Knotens wird dann beispielsweise von der Netzverwaltungsstation widergespiegelt, welche die Topologiekarte aktualisiert. Es kann vorkommen, dass der Ping nicht vom Knoten empfangen wird oder dass der Knoten mit anderen Aufgaben beschäftigt ist, wenn der Ping versandt wird. Um also zu verifizieren, ob ein Knoten tatsächlich ausgefallen ist, versendet der Netzverwalter eine Folge von M Pings, wobei M eine willkürliche, aber vorzugsweise feste Zahl ist, beispielsweise vier. Ein Folge-Ping wird jeweils dann gesendet, wenn während eines zugehörigen planmäßigen Timeout-Intervalls keine entsprechende Bestätigung erhalten wird. Das Timeout-Intervall wird vorzugsweise für jeden Folge-Ping verlängert. Die Ping-Folge endet entweder, wenn einer der Pings bestätigt wird oder wenn, nachdem das zum M-ten Ping gehörige Timeout-Intervall abgelaufen ist, noch keine Bestätigung erhalten wurde. Wenn auf den M-ten Ping keine Antwort erhalten wird, so wird der Knoten als "nicht in Betrieb" ("abgeschaltet") erklärt.

**[0009]** Zur Veranschaulichung: Die Netzverwaltungsstation im Open-View-System sendet eine ICMP-Abfrage (Ping) an einen Knoten und wartet auf eine Antwort. Wenn auf den ersten Ping nicht innerhalb von zehn Sekunden eine Antwort erhalten wird, so wird ein zweiter Ping versandt. Wenn auf den zweiten Ping nicht innerhalb von zwanzig Sekunden eine Antwort erhalten wird, so wird ein dritter Ping versandt. Wenn auf den dritten Ping nicht innerhalb von vierzig Sekunden eine Antwort erhalten wird, so wird ein vierter Ping versandt. Wenn auf den vierten Ping nicht innerhalb von achtzig Sekunden eine Antwort erhalten wird, so wird der Knoten für abgeschaltet erklärt. Die Gesamtzeit ab dem Versenden des ersten Pings bis zu der Feststellung, dass der Knoten abgeschaltet ist, beträgt etwa 2,5 Minuten.

**[0010]** Um beispielsweise während der Ersterkennung ein Überlaufen von Pings zu vermeiden, begrenzen diese derzeit existierenden Systeme die Anzahl unbestätigter ICMP-Abfragen auf maximal drei Knoten. Um die Anzahl unbestätigter Abfragen zu beschränken, werden die ICMP-Abfragen für jeden verwalteten Knoten im Speicher (einer Abfrage-Warteschlange) der Netzverwaltungsstation gespeichert und anschließend zu einer Abfrage-Ausführungsschlange transferiert, die lediglich drei Knoten aufnehmen kann. Daher befindet sich in dem Beispiel von [Fig. 1](#) die Schlange für Knoten A in der Schlange 1, die Schlange für Knoten B befindet sich in Schlange 2, und die Schlange für Knoten C befindet sich in Schlange 3. Die drei Knoten in der Abfrage-Ausführungsschlange werden dann jeweils mit einer ICMP-Abfrage abgefragt. Wenn eine Abfrage bestätigt wird oder wenn ein Knoten für abgeschaltet er-

klärt wird, so wird die Schlange gelöscht, und der nächstfolgende Knoten wird in die Abfrage-Ausführungsschlange eingereiht. Nun wird ein Ping zum nächstfolgenden Knoten gesandt.

**[0011]** Wenn die oben dargelegte Einreihungskonfiguration verwendet wird und beispielsweise drei ausgefallene Knoten in rascher Folge abgefragt werden, so kann der Status anderer Knoten für wenigstens die nächsten 2,5 Minuten nicht festgestellt werden, da maximal drei Knoten gleichzeitig unbestätigte Abfragen haben können. Gleichmaßen kann es 5 Minuten dauern, um den Ausfall von sechs Knoten hintereinander zu diagnostizieren. Es kann 7,5 Minuten dauern, den Ausfall von neun Knoten zu diagnostizieren. Infolge dessen könnte sich der von der Netzverwaltungsstation durchgeführte Erkennungs- und/oder Statusabfrageprozess beträchtlich verzögern, wodurch sich die verstrichene Zeit verlängert, die von der Netzverwaltungsstation für die Erledigung von Netzverwaltungsaufgaben aufgewendet wird. Des Weiteren könnte die Topologiekarte verspätet aktualisiert werden, wodurch sich die Zeit für die Diagnose des Netzwerkproblems verlängert.

**[0012]** Mit der Ausweitung und verstärkten Nutzung von Internets ist die Verwaltung solcher Netze zunehmend schwieriger geworden. Die resultierende Zunahme der Anzahl von Knoten erhöht die Möglichkeit, mehrere ausgefallene Knoten hintereinander abzufragen. Derzeit würde ein Ausfall mehrerer Knoten praktisch zu einem Stillstand des Erkennungsvorgangs führen.

**[0013]** EP 0455402 A beschreibt einen automatischen Erkennungsmechanismus für Netzknoten, der einen Ping an einen Knoten sendet und auf eine Antwort wartet.

**[0014]** US 4,638,428 beschreibt eine Terminalsteuerungseinheit mit einer Abfragefunktion. Terminals werden während eines Abfragezyklus' nach dem Rotationsprinzip abgefragt.

**[0015]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine alternative Technik zum Verifizieren des Betriebsstatus' von Netzknoten bereitzustellen, um die verstrichene Zeit der Netzerkennung und die verstrichene Zeit der Statusabfrage zu verkürzen und um rasch Netzkonfigurationsaktualisierungen bereitzustellen, die auf der Topologiekarte angezeigt werden können und die dem Netzverwaltungspersonal helfen, Störungen rascher aufzufinden und zu beseitigen.

**[0016]** Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Überwachen von Knoten in einem Netzwerk bereitgestellt, das wenigstens eine Netzverwaltungsstation und eine Mehrzahl von Knoten aufweist, umfassend folgende Schritte:

Bereitstellen einer Schlange aus Abfragemeldungen zur Übertragung zu den Knoten, wobei jede Abfragemeldung mit der Netzadresse von einem der Knoten indexiert wird; Senden der in die Schlange eingereihten Abfragemeldungen von der Netzverwaltungsstation zu der Mehrzahl von Knoten mit einer zuvor festgelegten Rate; Protokollieren der Übertragung der Abfragemeldungen in einer Tabelle mit einem ersten Abschnitt, der mit der Netzadresse jedes Knotens indexiert ist, und mit einem zweiten Abschnitt, der mit einem Timeout indexiert ist, bei dem es sich um die Zeitspanne zwischen aufeinanderfolgenden Abfragemeldungen für jeden Knoten mit einer noch unbeantworteten Statusabfrage handelt; und Feststellen für jeden Knoten, ob dieser Knoten ausgefallen ist, nachdem eine zuvor festgelegte Anzahl von Abfragemeldungen an diesen Knoten gesandt wurde, wenn die Zeitspanne abgelaufen ist.

**[0017]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zum Verwalten eines Netzwerks bereitgestellt, das wenigstens eine Netzverwaltungsstation und eine Mehrzahl von Knoten umfasst, die mit der Netzverwaltungsstation zur Datenkommunikation untereinander verbunden sind, wobei jede Netzverwaltungsstation Folgendes enthält: eine Schlange aus Abfragemeldungen zum Versenden an die Knoten, und eine Abfragetabelle mit einem ersten Abschnitt, der mit der Netzadresse jedes Knotens indexiert ist, und mit einem zweiten Abschnitt, der mit einem Timeout indexiert ist, bei dem es sich um die Zeitspanne zwischen aufeinanderfolgenden Abfragemeldungen für jeden Knoten mit einer noch unbeantworteten Statusabfrage handelt; und wobei die Netzverwaltungsstation dafür konfiguriert ist, für jeden Knoten festzustellen, ob dieser Knoten ausgefallen ist, nachdem eine zuvor festgelegte Anzahl von Abfragemeldungen an diesen Knoten gesandt wurde, wenn die Zeitspanne abgelaufen ist.

**[0018]** Es wird nun eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beispielhaft anhand der begleitenden Zeichnungen beschrieben.

**[0019]** [Fig. 1](#) ist ein Blockschaubild einer bekannten Abfrageschlange zum Ermitteln des Status' von Knoten.

**[0020]** [Fig. 2](#) ist ein Blockschaubild einer beispielhaften Netzwerktopologie.

**[0021]** [Fig. 3](#) ist ein Blockschaubild eines Statusabfrage-Sendemechanismus' gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0022]** [Fig. 4](#) ist ein Blockschaubild einer Statusabfrage-Sendeschlange und einer Tabelle der unbestätigten Abfragen gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0023]** [Fig. 5](#) ist ein Blockschaubild einer Tabelle

der unbestätigten Abfragen gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0024]** [Fig. 6](#) ist ein Blockschaubild der beispielhaften Netzwerktopologie von [Fig. 2](#), das einen ausgefallenen verwalteten Knoten und andere Knoten und Verbindungen, die durch den ausgefallenen Knoten betroffen sind, veranschaulicht.

**[0025]** [Fig. 7](#) ist ein Ablaufdiagramm für den Betrieb der Netzverwaltungsstation während der Erkennung und der Statusverifizierung.

**[0026]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Netzwerkverwaltungsverfahren und -system bereit, das den Erkennungsprozess und den Statusüberwachungsprozess derzeitiger Netzwerkverwaltungssysteme verbessert. Es ist zu beachten, dass die folgende Beschreibung sich auf ein Kommunikationsnetz, welches das TCP/IP-Kommunikationsprotokoll verwendet, und auf einen Netzwerkverwaltungsrahmen, welcher das SNMP-Protokoll verwendet, bezieht. Die Erfindung gilt aber ebenso für Netzwerkumgebungen, die auf anderen Netzkonfigurationen basieren, welche mit anderen Kommunikations- und Verwaltungsprotokollarten arbeiten.

**[0027]** Wie oben angesprochen, sendet der Netzwerkverwalter während der Knotenerkennung oder während der Knotenstatusverifizierung ICMP-Abfragen (Pings) an jeden Knoten, der beispielsweise in dem ARP-Cache oder in bekannten Router-Tabellen identifiziert wurde. Der Knotenmanager wartet dann auf eine Antwort vom Zielknoten. Die Antwort kann beispielsweise Informationen enthalten wie die Knoten-IP-Adresse, Statusinformationen über den Knoten, den Knotentyp (beispielsweise Computer, Router oder Hub) und die Anzahl der Schnittstellen im Knoten. Wenn eine Antwort empfangen wird, so werden die Knoteninformationen in einer IP-Topologiedatenbank gespeichert. Die Entscheidung, einen Knoten zu verwalten, wird in der Regel vom Netzwerkverwaltungspersonal oder von der Netzverwaltungsstation getroffen.

**[0028]** Die IP-Topologiedatenbank besteht vorzugsweise aus einer Reihe von Tabellen, von denen jede spezielle Informationen bezüglich des Netzes enthält. Beispielsweise enthält eine Netzwerktabelle Informationen zu jedem Netz in der Topologie. Zu diesen Informationen können der Netzwerktyp, die IP-Adresse, die Teilnetzmaske und die Zeiten in Verbindung mit der Erstellung und Modifizierung des Netzwerkeintrags in der Tabelle gehören. Eine Segmenttabelle enthält Informationen in Verbindung mit jedem Segment (oder Teilnetz) in der Netzwerktopologie. Zu diesen Informationen können der Name des Teilnetzes, die Anzahl der Schnittstellen, die mit dem Teilnetz verbunden sind, und die Zeiten in Verbindung mit der Erstellung und Modifizierung des Netz-

werkeintrags in der Tabelle gehören. Eine Knotentabelle enthält Informationen in Verbindung mit jedem Knoten in der Netzwerktopologie. Zu den Knoteninformationen können beispielsweise der IP-Netzverwalter, eine SNMP-Systembeschreibung, die Anzahl der Schnittstellen in dem Knoten und die Zeiten in Verbindung mit der Erstellung und Modifizierung des Knoteneintrags in der Tabelle gehören. Die in der IP-Topologiedatenbank gespeicherten Informationen werden in erster Linie aus dem Erkennungsprozess gewonnen, können aber auch vom Netzwerkverwaltungspersonal eingegeben werden.

**[0029]** Aus der IP-Topologiedatenbank kann eine IP-Topologiekarte erstellt werden. Die IP-Karte ist eine Karte der Netzwerktopologie, welche die erkannten Knoten je nach der Ebene der kartografierten Topologie in entsprechende Teilnetze, Netze und/oder Internets einordnet. In dem System der vorliegenden Erfindung wird die IP-Karte vorzugsweise dann aktualisiert, wenn sich der Status des Knotens ändert. Die IP-Karte zeigt die verschiedenen Knoten mittels Icons oder Symbolen an, die den Knoten beispielsweise aus einer SNMP-MIB-Datei darstellen.

**[0030]** Wie oben besprochen, beschränken einige der derzeitigen Netzwerkverwaltungssysteme die Anzahl der unbestätigten Pings auf drei Knoten, um ein Überschwemmen des Netzes mit Pings zu vermeiden.

**[0031]** Wenden wir uns nun [Fig. 1](#) zu, wo ein Blockschaubild der Einreihungsfolge zum Versenden von Pings an verschiedene Knoten gezeigt ist. Die Schlangen 1, 2 und 3 speichern die Ping-Zählung für die Knoten A, B bzw. C. Die Schlangen werden erst gelöscht, wenn der Ping bestätigt wurde oder wenn die Zeit für jeden Ping abläuft, d. h. wenn ein Timeout für den M-ten Ping erfolgt und der Knoten für ausgefallen erklärt wird. Das heißt, ein Ping kann erst zum Knoten D gesandt werden, wenn eine der Schlangen gelöscht wird.

**[0032]** In [Fig. 2](#) ist ein Blockschaubild einer beispielhaften Netzwerktopologie gezeigt, auf welche die vorliegende Erfindung angewendet werden kann.

**[0033]** Der erfindungsgemäße Netzverwalter stellt eine Statusabfrage-Sendeschlange bereit, welche die Verarbeitung von Bestätigungen beschleunigt, indem unbestätigte Pings in einer geordneten Datentabelle von willkürlicher Größe speichert, die mit der IP-Adresse jedes Zielknotens indexiert ist. Die Größe der Datentabelle kann fest oder variabel sein. Um die Verwaltung von Timeouts zu beschleunigen, werden auch unbestätigte Pings in einer geordneten Datentabelle gespeichert, die mit der Zeit indexiert ist, mit der das Eintreten eines Timeout für einen bestimmten Ping geplant ist. Jeder Datensatz in jeder Datentabelle enthält einen Zeiger zu einem entspre-

chenden Datensatz in der anderen Tabelle, um das rasche Entfernen des verwalteten Knotens aus der Schlange zu unterstützen, falls ein Timeout für den M-ten Ping eintritt oder wenn eine Bestätigung des Pings erhalten wurde, je nachdem, was zuerst eintritt.

**[0034]** In den [Fig. 3–Fig. 5](#) sind ein Statusabfrage-Sendemechanismus und eine Statusabfrage-Sendeschlange für Knoten A-Z veranschaulicht, wobei A-Z die Identität jedes Knotens, der dem Knotenverwalter zugewiesen ist, darstellt. Die Statusabfrage-Sendeschlange **10** identifiziert die Knoten, die planmäßig abgefragt werden sollen. Die Statusabfrage-Sendeschlange **10** speichert die Knotenidentität der Knoten, die auf das Senden eines Abfrage warten, und ist vorzugsweise eine FIFO-Schlange (First in, First out) oder eine FCFS-Schlange (First come, First serve). Es können aber auch andere Arten von Schlangen verwendet werden, beispielsweise eine LCFS-Schlange (Last come, First serve). Eine Schlange könnte auch anhand eines Attributs der in ihr eingereichten Objekte geordnet werden, wie beispielsweise der Prioritätsklasse oder des Knotentyps. Ein Ratensteuerungsmechanismus **12** steuert die Rate, mit der die Pings im Netz zu den Knoten gesendet werden. Während die Pings gesendet werden, werden Datensätze der Versendung der Pings in einer Tabelle der unbestätigten Abfragen gespeichert (siehe [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#)). Wie angesprochen, besteht die Tabelle der unbestätigten Abfragen aus zwei Datensätzen (einem IP-Datensatz und einem Timeout-Datensatz), die so konfiguriert sind, dass eine willkürliche Anzahl von Knoten gleichzeitig abgefragt werden kann, ohne dass eine Bestätigung erhalten wird. Mit dieser Konfiguration ist es möglich, dass viele Statusabfragen auf einmal unbeantwortet (unbestätigt) sein können. Der Ratensteuerungsmechanismus **12** (siehe [Fig. 3](#)) verhindert, dass das Netz mit Pings überschwemmt wird. Durch die kombinierte Verwendung der Konfiguration der Tabelle der unbestätigten Abfragen mit dem Ratensteuerungsmechanismus **12** kann das Netz rasch erkannt werden, selbst wenn Statusabfragen lange Zeit unbestätigt bleiben. Wie in [Fig. 4](#) zu sehen, ist der IP-Datensatz mit der IP-Adresse der Zielknoten indexiert, und der Timeout-Datensatz ist mit dem planmäßigen Timeout für den jeweils gesendeten Ping indexiert. Der Timeout-Datensatz enthält auch einen Abfragezählungsdatensatz. Der planmäßige Timeout ist die Zeitspanne zwischen aufeinanderfolgenden Pings, die an einen bestimmten Knoten gerichtet sind. Der Abfragezählungsdatensatz repräsentiert eine willkürliche Anzahl von Pings, die an den Zielknoten gesendet wurden, bevor festgestellt wird, dass der Knoten ausgefallen ist. Die maximale Ping-Zählung kann durch das Netzwerkverwaltungspersonal oder – was üblicher ist – durch den Entwickler eines Netzwerkverwaltungssystems eingestellt werden. Verschiedene Faktoren, wie beispielsweise die Bestätigungsrücklaufzeit und die Paketverlustwahrscheinlichkeit, werden bei der Festle-

gung der Ping-Zählung berücksichtigt. Die Bestätigungsrücklaufzeit ist die Zeit, die es dauert, bis die Bestätigung durch die Netzverwaltungsstation empfangen wird.

**[0035]** Der planmäßige Timeout kann auf einen festen, zuvor festgelegten Zeitraum zwischen jedem Ping eingestellt werden. Der planmäßige Timeout zwischen Pings variiert vorzugsweise in Abhängigkeit von der Ping-Zählung. Beispielsweise kann bei einer Konfiguration, in der die Ping-Zählung vier ist, der planmäßige Timeout zwischen einem ersten Ping und einem zweiten Ping auf etwa zehn Sekunden eingestellt werden; der Timeout zwischen dem zweiten Ping und einem dritten Ping kann auf etwa zwanzig Sekunden eingestellt werden; der Timeout zwischen dem dritten Ping und einem vierten Ping kann auf etwa vierzig Sekunden eingestellt werden; und der Timeout zwischen dem vierten Ping und dem Moment, da ein Knoten für ausgefallen erklärt wird, kann auf etwa achtzig Sekunden eingestellt werden.

**[0036]** Sobald eine vorgeschriebene Timeout-Folge durch die Netzverwaltungsstation protokolliert wurde, wird der Knoten für ausgefallen erklärt, und die Änderung des Netzstatus wird in der IP-Topologiedatenbank gespeichert und in der IP-Karte widerspiegelt.

**[0037]** In [Fig. 6](#) ist eine beispielhafte Netzwerktopologiekarte veranschaulicht, wobei festgestellt wurde, dass der Hub und seine zugeordneten verwalteten Knoten die Pings nicht bestätigt haben.

**[0038]** Während des Erkennungsprozesses kommen die IP-Adressen neuer Knoten in Form größerer Datenmengen auf einer abgerufenen Liste (ARP-Cache) an, wodurch Statusabfrageaufforderungen (Pings) zuvor unbekannter Knoten blockweise erzeugt werden. Um zu verhindern, dass die nachfolgenden Ping-Meldungen das Netz überschwemmen, reguliert das System der vorliegenden Erfindung das Versenden der Pings. Das heißt, das System der vorliegenden Erfindung plant die Pings zum Versenden in rascher Folge mit einer kontrollierten Rate, die vom Benutzer eingestellt werden kann. Die kontrollierte Ping-Senderate kann von verschiedenen Faktoren abhängig sein, einschließlich beispielsweise der aktuellen Nutzdatenlast im Netz, der aktuellen freien Kapazität des Netzes und der Puffergröße in dem Abschnitt des Kernel des Betriebssystems der Netzverwaltungsstation, der die Netzaktivität unterstützt. Die Rate ist vorzugsweise nicht schneller als die, mit der der Kernel (d. h. der Abschnitt des Betriebssystems der Netzverwaltungsstation, der die Prozessverwaltung und einige weitere Systemfunktionen unterstützt) Bestätigungen verarbeiten kann. Alternativ kann die Rate automatisch angepasst werden, wenn sich die Fähigkeit des Kernel, Bestätigungen zu verarbeiten, ändert. Wenn beispielsweise die freie Kapa-

zität des Netzes größer wird oder wenn die Nutzdatenlast im Netz abnimmt, so kann die Rate, mit der Pings versendet werden können, ebenfalls erhöht werden. Oder anders herum: Wenn die freie Kapazität des Netzes kleiner wird oder wenn die Nutzdatenlast im Netz zunimmt, so kann die Rate, mit der Pings versendet werden können, ebenfalls verringert werden.

**[0039]** Wie angemerkt, werden die Pings, um eine Ping-Überflutung des Netzes zu vermeiden, zum Versenden in rascher Folge mit der kontrollierten Rate beispielsweise unter Verwendung des Ratensteuerungsmechanismus' geplant. Ein Verfahren zum Überwachen des Ping-Durchsatzes ähnelt dem "Leaky Bucket"-Überwachungsalgorithmus, der dazu verwendet wird, einen ununterbrochenen Durchsatz für die Übertragung von ATM-Zellen (ATM = Asynchroner Transfermodus) in einem ATM-Netz zu gewährleisten. Eine Beschreibung des Leaky-Bucket-Algorithmus findet sich in "Bandwidth Management: A Congestion Control Strategy for Broadband Pocket Networks-Characterizing the Throughput-burstiness Filter" von A. E. Eckberg, D. T. Luan und D. M. Lucantoni, Computer Networks and ISDN Systems 20 (1990), Seiten 415–423. Im Allgemeinen wird beim Leaky-Bucket-Algorithmus eine feste Anzahl Pings innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens gesendet, und Pings, die über diese Anzahl hinausgehen, können in eine Schlange eingereiht werden. Wie angemerkt, kann die kontrollierte Rate durch Netzverwaltungspersonal eingestellt werden, oder sie kann automatisch durch die Netzverwaltungsstation angepasst werden.

**[0040]** In [Fig. 7](#) ist ein Ablaufdiagramm des Betriebes der Netzverwaltungsstation während der Erkennung und Statusverifizierung gezeigt. Zu Beginn empfängt die Netzverwaltungsstation während des Erkennens ARP-Caches und Router-Tabellen von verschiedenen Knoten im Netz über eine Konfigurationsabfrage. Die ARP-Caches und Routing-Tabellen nennen der Netzverwaltungsstation beispielsweise die IP-Adresse der Knoten entlang des Netzes. Die aus dem ARP-Cache und den Routing-Tabellen gewonnenen Informationen werden dann in einer IP-Topologiedatenbank gespeichert. Wie angemerkt, erfolgt die Festlegung, den Knoten zu verwalten, durch die Netzverwaltungsstation oder das Netzverwaltungspersonal.

**[0041]** Um den Status von Knoten zu verifizieren, werden die IP-Adressen der bekannten Knoten beispielsweise in einer Statusabfrage-Sendeschlange (in [Fig. 3](#) zu sehen) gespeichert, welche die Knoten identifiziert, die abgefragt werden sollen (Schritt 514). Wenn die Netzverwaltungsstation Statusverifizierungsaufgaben ausführt, so werden Pings zu den neu erkannten Knoten und zu Knoten, die in der Statusabfrage-Sendeschlange an den benannten IP-Adres-

sen identifiziert wurden, gesandt (Schritt **516**). Wie oben besprochen, werden die Pings in einer kontrollierten Folge mit einer zuvor festgelegten Rate gesendet.

**[0042]** Während die Pings gesendet werden, wird die IP-Adresse, die jedem abgefragten Knoten zugeordnet ist, in einem IP-Datensatz einer Tabelle der unbestätigten Abfragen gespeichert. Gleichzeitig wird ein Abfragezählungsdatensatz in einem Timeout-Datensatz der Tabelle der unbestätigten Abfragen um Eins erhöht, und der Timeout wird zu dem Timeout, welcher der neuen Abfragezählung zugeordnet ist (Schritt **518**). Danach wird die IP-Adresse für den Knoten aus der Statusabfrage-Sendeschlange gelöscht (Schritt **520**). Sobald der Ping gesendet ist und die IP-Adresse für den Knoten aus der Schlange gelöscht ist, geht das System bezüglich des betreffenden Knotens in einen Schlafmodus, bis der Ping bestätigt wird oder ein entsprechender Timeout erfolgt, je nachdem, was zuerst eintritt (Schritt **522**). Für jeden Knoten in dem neu abgerufenen ARP-Cache, welcher der Netzverwaltungsdatenbank nicht bekannt ist, wird eine Statusabfrage (Ping) entsprechend dem oben erwähnten Schritt **514** versandt. Wenn der Ping bestätigt wurde, so löscht die Netzverwaltungsstation vorzugsweise den IP-Datensatz und die Timeout-Datensätze in der Tabelle der unbestätigten Abfragen (Schritt **524**).

**[0043]** Wenn der planmäßige Timeout für einen Ping zuerst erfolgt, so ruft die Netzverwaltungsstation die Ping-Zählung aus dem Pingzählungsdatensatz ab (Schritt **526**) und ermittelt, ob die Ping-Zählung mit der zuvor festgelegten Zählzahl übereinstimmt; d. h. die Station stellt fest, ob die Ping-Zählung die Maximalzahl erreicht hat (Schritt **528**). Wenn die Ping-Zählung nicht mit der zuvor festgelegten Zählzahl übereinstimmt, so wird die IP-Adresse für den Knoten in der Statusabfrage-Sendeschlange gespeichert (Schritt **514**), und es wird ein neuer Ping an denselben Zielknoten gesendet, und die Netzverwaltungsstation wiederholt die Schritte, wie in [Fig. 7](#) gezeigt.

**[0044]** Wenn bei Schritt **528** die Ping-Zählung mit der zuvor festgelegten Zählzahl übereinstimmt, so wird entschieden, dass der Knoten ausgefallen ist (Schritt **530**). Danach wird die IP-Topologiedatenbank mit der Änderung des Knotenstatus' aktualisiert. Der Datensatz für diesen Knoten wird dann aus der Statusabfrage-Sendeschlange und der Tabelle der bestätigten Abfragen gelöscht (Schritt **532**).

**[0045]** Dieser Prozess kann gleichzeitig für viele Knoten durchgeführt werden, wodurch die Verzögerung, bis jeder verwaltete Knoten abgefragt wird, verringert wird und die Aktualität der IP-Topologiekarte erhöht wird.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen von Knoten in einem Netz, das wenigstens eine Netzverwaltungsstation und eine Mehrzahl von Knoten aufweist, umfassend folgende Schritte:

Bereitstellen einer Schlange (**10**) aus Abfragemeldungen (**514**) zur Übertragung zu den Knoten, wobei jede Abfragemeldung mit der Netzadresse von einem der Knoten indexiert wird;

Senden (**516**) der in die Schlange eingereihten Abfragemeldungen von der Netzverwaltungsstation zu der Mehrzahl von Knoten mit einer zuvor festgelegten Rate;

Protokollieren (**518**) der Übertragung der Abfragemeldungen in einer Tabelle mit einem ersten Abschnitt, der mit der Netzadresse jedes Knotens indexiert ist, und mit einem zweiten Abschnitt, der mit einem Timeout indexiert ist, bei dem es sich um die Zeitspanne zwischen aufeinanderfolgenden Abfragemeldungen für jeden Knoten mit einer noch unbeantworteten Statusabfrage handelt; und

Feststellen (**526**, **528**, **530**) für jeden Knoten, ob dieser Knoten ausgefallen ist, nachdem eine zuvor festgelegte Anzahl von Abfragemeldungen an diesen Knoten gesandt wurde, wenn die Zeitspanne abgelaufen ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Feststellens, ob ein Knoten ausgefallen ist, folgende Schritte umfasst:

Ermitteln (**528**), ob die Zählung von Abfragemeldungen (**10**), die zu dem Knoten gesandt wurden, die zuvor festgelegte Zahl erreicht hat; und

Ermitteln, ob der Zeitraum für diese bestimmte Abfragemeldungszählung abgelaufen ist, dergestalt, dass, wenn die an einen Knoten gesandten Abfragemeldungen unbestätigt sind und die Abfragemeldungszählung die zuvor festgelegte Zahl erreicht und der Zeitraum abgelaufen ist, entschieden wird, dass der Knoten ausgefallen ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Zeitraum etwa 2,5 Minuten beträgt.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, das des Weiteren folgende Schritte umfasst:

Löschen der Netzadresse eines Knotens aus der Schlange (**10**), nachdem eine Abfragemeldung an diesen Knoten gesendet wurde; und

wenn diese Abfragemeldung unbestätigt ist und festgestellt wurde, dass der Knoten nicht ausgefallen ist, Hinzufügen der Netzadresse dieses Knotens zu der Schlange, dergestalt, dass eine weitere Abfragemeldung an diesen Knoten gesendet wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Abfragemeldung eine Abfragemeldung gemäß dem Internet Control Message Pro-

tol ist, die Netzadresse eine Internet Protocol-Adresse ist und die zuvor festgelegte Zahl von Abfragemeldungen vier ist.

6. System zum Verwalten eines Netzes, das wenigstens eine Netzverwaltungsstation und eine Mehrzahl von Knoten umfasst, die mit der Netzverwaltungsstation zur Datenkommunikation untereinander verbunden sind, wobei jede Netzverwaltungsstation Folgendes enthält: eine Schlange (**10**) aus Abfragemeldungen zum Versenden an die Knoten, und eine Abfragetabelle mit einem ersten Abschnitt, der mit einer Netzadresse jedes Knotens indexiert ist, und mit einem zweiten Abschnitt, der mit einem Timeout indexiert ist, bei dem es sich um die Zeitspanne zwischen aufeinanderfolgenden Abfragemeldungen für jeden Knoten mit einer noch unbeantworteten Statusabfrage handelt; und wobei die Netzverwaltungsstation dafür konfiguriert ist, für jeden Knoten festzustellen, ob dieser Knoten ausgefallen ist, nachdem eine zuvor festgelegte Anzahl von Abfragemeldungen an diesen Knoten gesandt wurde, wenn die Zeitspanne abgelaufen ist.

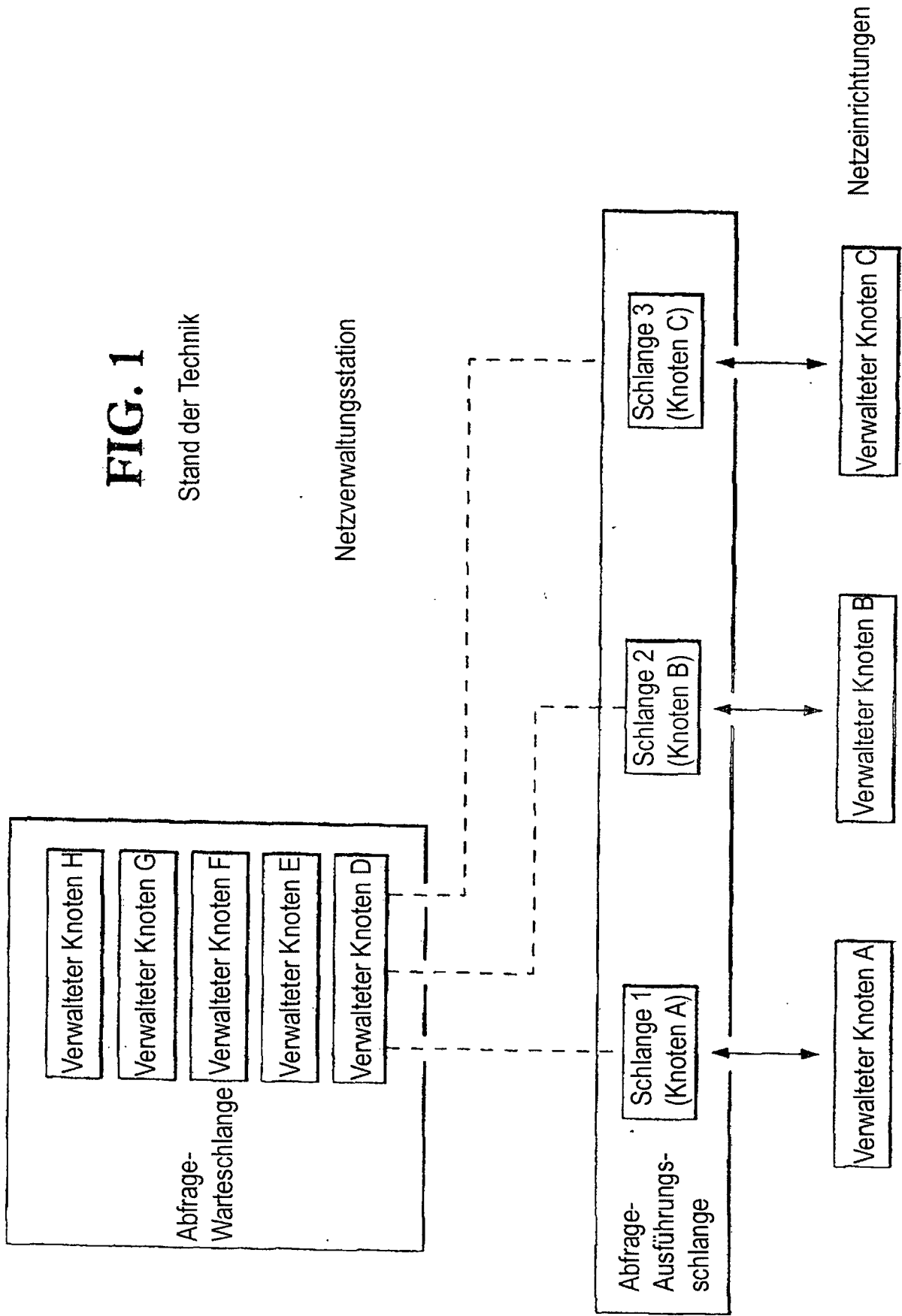
7. System nach Anspruch 6, wobei die Netzverwaltungsstation einen Ratensteuerungsmechanismus (**12**) zum Kontrollieren der Rate aufweist, mit der Abfragemeldungen gesendet werden.

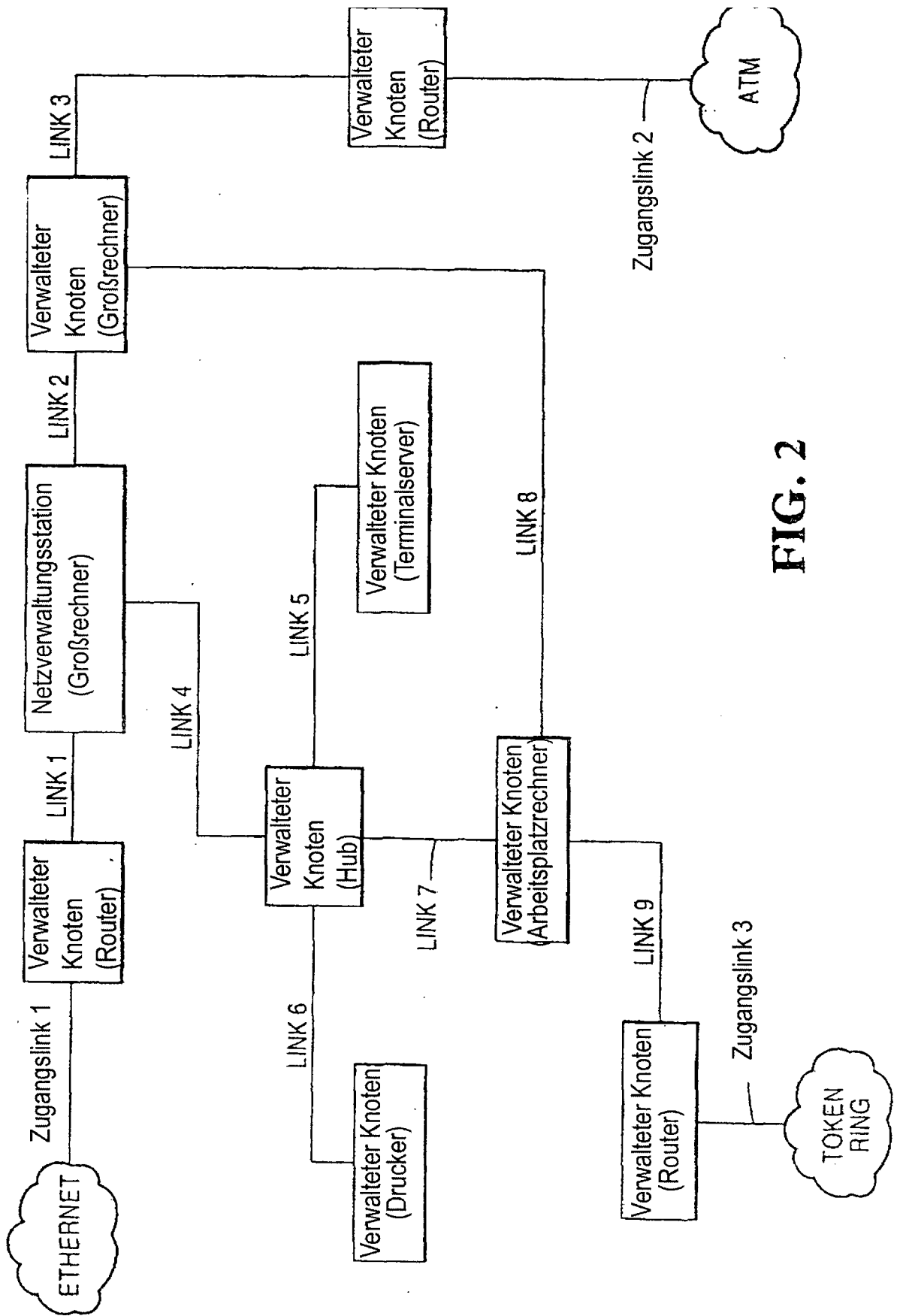
Es folgen 7 Blatt Zeichnungen



**FIG. 1**

Stand der Technik





**FIG. 2**

**FIG. 3**

Statusabfrage-Sendemechanismus

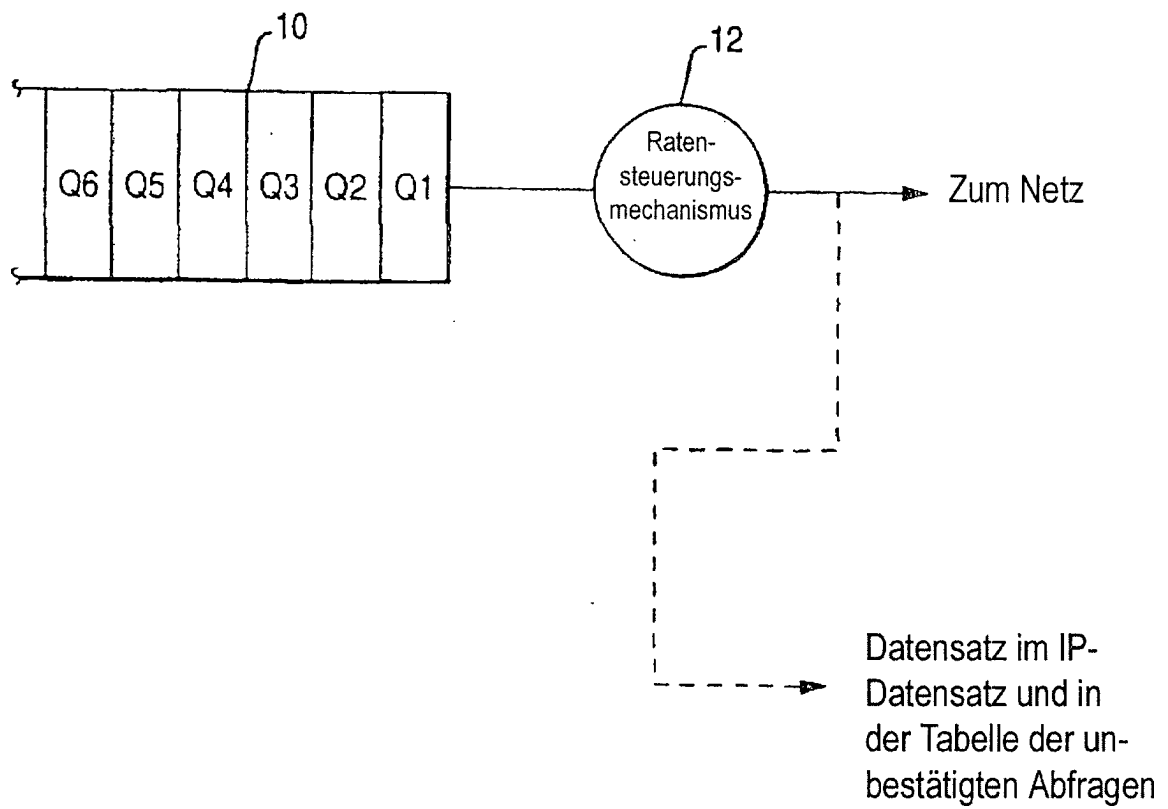
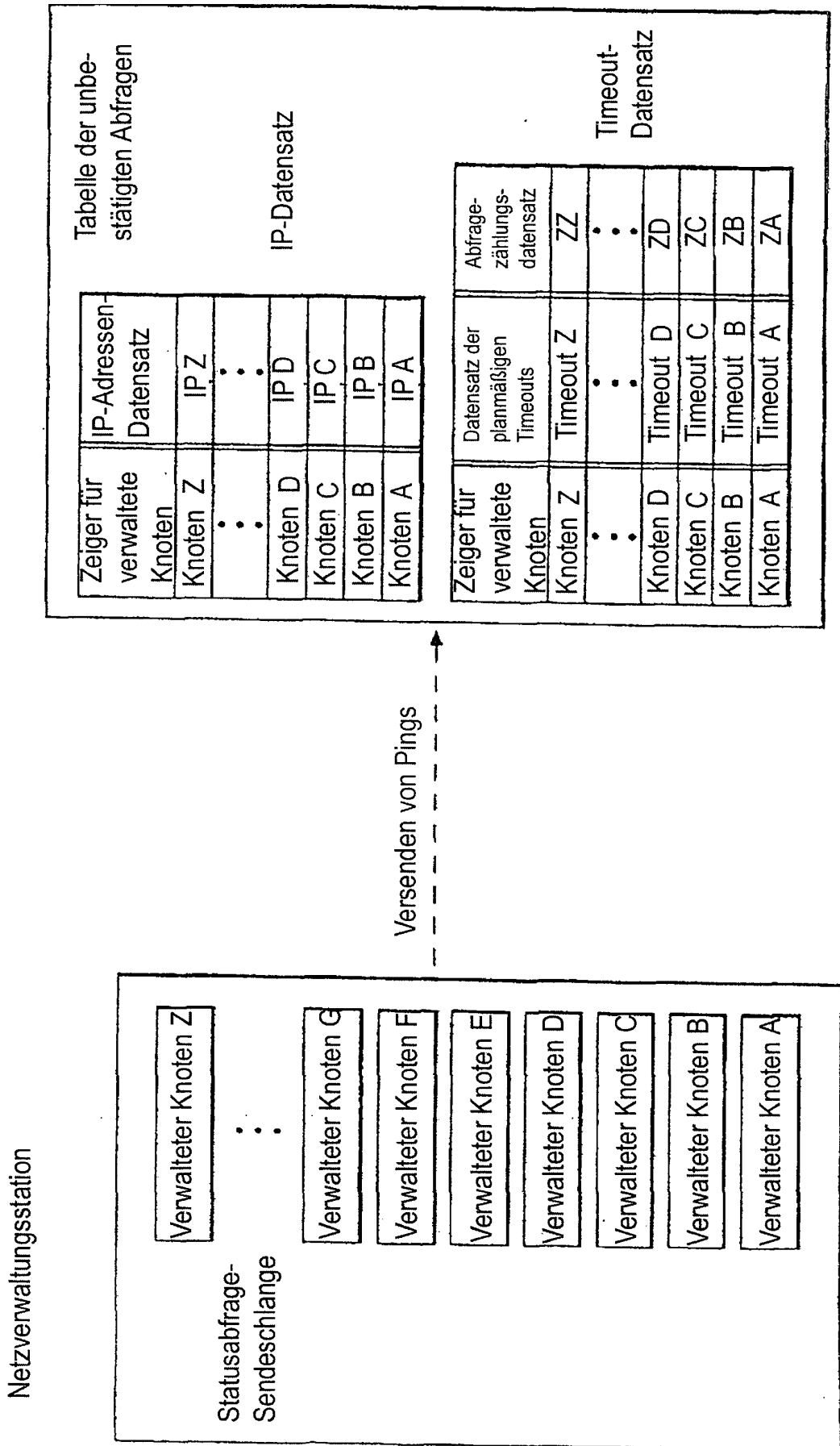
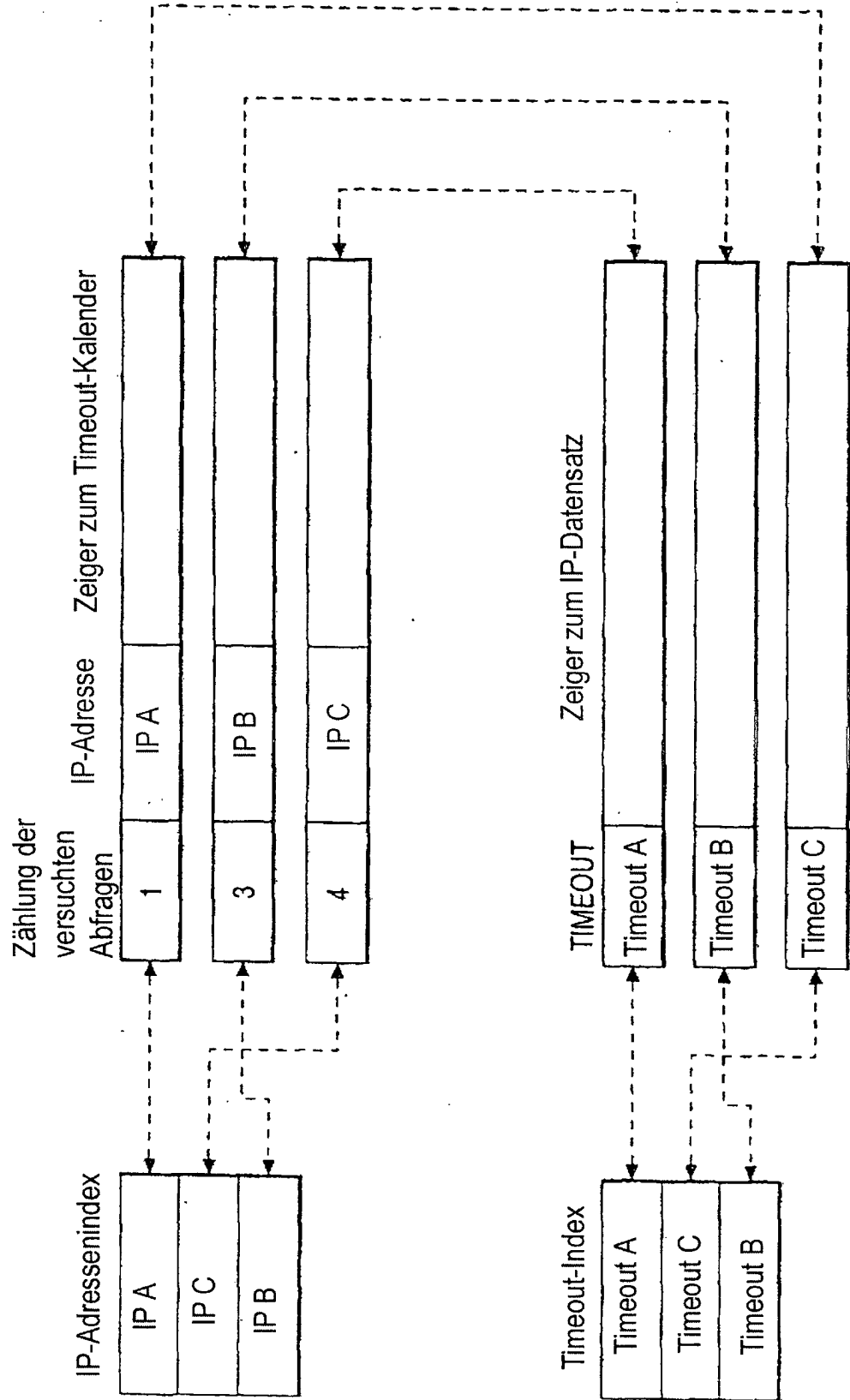


FIG. 4



**FIG. 5**

Tabelle der unbestätigten Abfragen



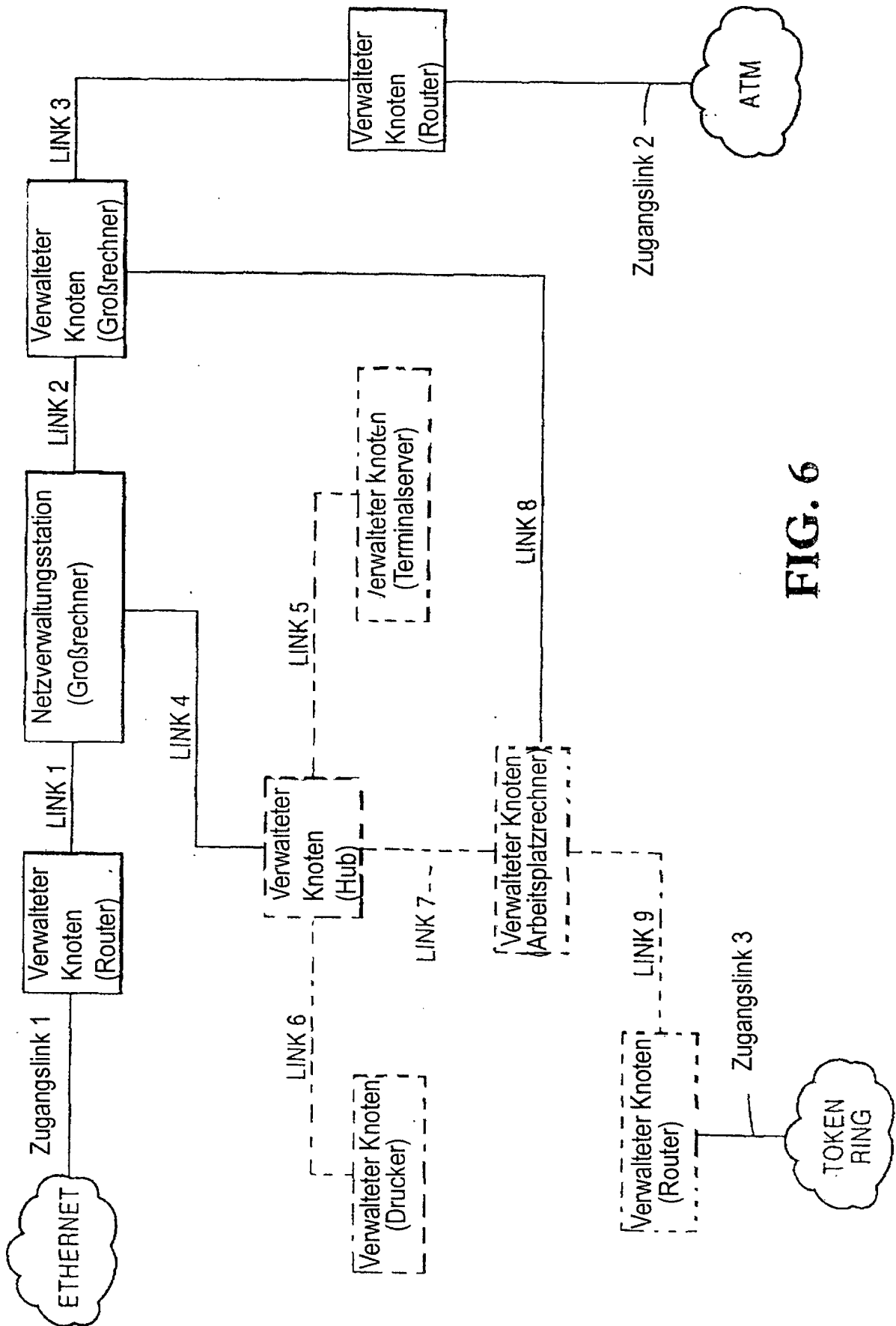


FIG. 6

FIG. 7

