



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 002 358 A1** 2006.08.24

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 002 358.4**

(22) Anmeldetag: **18.01.2005**

(43) Offenlegungstag: **24.08.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 12/28** (2006.01)  
**H04L 12/56** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Siemens AG, 80333 München, DE;  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(72) Erfinder:

**Langguth, Torsten, 81925 München, DE**

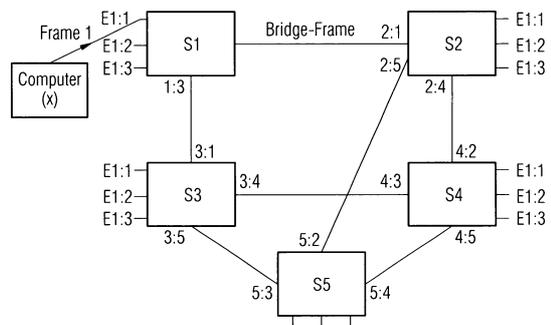
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**US2003/01 79 707 A1**

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

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Bestimmung der Weiterleitungsrichtung von Ethernet-Frames**

(57) Zusammenfassung: Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Bestimmung der Weiterleitungsrichtung von Ethernet-Frames für deren Weiterleitung zu einem Ziel, z. B. einem Computer, mittels Ethernet-Switchen vorgestellt, wobei ein Frame von einem ersten Switch (S1) empfangen wird. Der erste Switch (S1) stellt fest, dass die Ursprungsadresse des Frames keine in dem Switch (S1) registrierte Zieladresse für die Weiterleitung von Frames darstellt. Die Ursprungsadresse wird als eine neue Zieladresse (X) für die Weiterleitung von Frames durch den ersten Switch (S1) registriert. Von dem ersten Switch (S1) wird die neue Zieladresse (X) an einen zweiten Ethernet-Switch (S2, S3) kommuniziert und auf das Eintreffen der Zieladresse (X) hin von dem zweiten Switch (S2, S3) für die Weiterleitung von Frames zu dem durch die neue Zieladresse (X) gegebenen Ziel eine Weiterleitungsrichtung festgelegt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Weiterleitungsrichtung von Ethernet-Frames für deren Weiterleitung zu einem Ziel und einen für die Durchführung eines derartigen Verfahrens angepassten Ethernet-Switch.

### Stand der Technik

**[0002]** Gegenwärtig wird die Ethernet-Technologie, die üblicherweise in lokalen Netzen (LANs) verwendet wird, für den Einsatz in Metronetzen weiterentwickelt. Um die für gewünschte Dienste erforderliche Qualität der Netze realisieren zu können, sind bei der Weiterentwicklung von Ethernet-Netzen vor allem Anstrengungen bzgl. einer hohen Verfügbarkeit (Ausfallsicherheit) notwendig. Da im Bereich der Metronetze oft Ringtopologien (Schleifen) eingesetzt werden, und einfache Schleifen sehr stör anfällig sind – ein Kabelbruch oder ein loser Stecker führt im Normalfall zum Ausfall oder Überlastung des Netzes – muss die hohe Verfügbarkeit auch in Ring-Architekturen gegeben sein.

**[0003]** Für die hohe Verfügbarkeit von besonderem Interesse ist der Mechanismus zur Bestimmung der Weiterleitungsrichtung in Ethernet-Switchen. Ein Switch untersucht jeden durchlaufenden Frame – mitunter finden sich auch die Begriffe Rahmen und Paket statt Frame in der Literatur – auf die Ziel-MAC-Adresse (MAC: Media Access Control) und leitet ihn direkt in die entsprechende Richtung weiter. Dazu wird im Allgemeinen ein Selbstlern-Mechanismus verwendet, der in allen eintreffenden Frames die Quelladresse extrahiert. Verkehr zu einer gelernten Adresse wird in der Regel über den Port gesendet, bei dem der Frame, aus dem die Quelladresse extrahiert wurde, eingetroffen ist. Steht keine Weiterleitungsinformation zu Verfügung, erfolgt meist eine Flutung, d.h. das Frame wird auf allen zu dem entsprechenden Netzsegment gehörenden Ports gesendet. Dadurch werden Netzdimensionierung, Traffic Engineering und die Einhaltung der Dienstgüte schwierig.

**[0004]** Ein bekanntes, in Ethernet-Netzen verwendetes Verfahren ist das STP-Verfahren (Spanning Tree Protocol). Es ermöglicht eine Timer gesteuerte Umschaltung eines Ethernet-Switches auf einen anderen Port bei der Weiterleitung von Frames, kann damit aber nur relativ große Umschaltzeiten/Unterbrechung von etwa 30-45 Sekunden bei einer empfohlenen und 8-12 Sekunden bei optimierter Konfiguration erzielen. Darüber hinaus beruht die Vermeidung von Schleifen bei dem STP Verfahren auf der Blockierung von Ports. Daher steht im Normalbetrieb die komplette Netzkapazität nicht zur Verfügung.

**[0005]** Mit dem RTSP (Rapid Spanning Tree Proto-

col) können Unterbrechungszeiten verkürzt werden. Die Unterbrechungszeit ist von der Netzgröße abhängig. Zudem wird in der Regel eine Flutung direkt nach der Fehlerbehebung durchgeführt, welche zu einer Verletzung der Dienstgüte führen kann.

**[0006]** Es sind auch Ring-basierte Schleifenvermeidungsverfahren, wie EAPS (Ethernet Automatic Protection Switching), RRSTP (Riverstone's Rapid Spanning Tree) oder patentierten Verfahren von Siemens AG (DE 10 004 432) und Siemens AG/Hirschmann (DE 298 20 587) bekannt. Bei diesen Verfahren wird die Schleife im Ring in einem privilegierten Switch, wahlweise Redundanzmanager oder Master genannt, durch Blockierung einer Leitung unterbrochen.

**[0007]** Durch regelmäßige Signalisierungsnachrichten wird die Konsistenz des Rings überprüft und ggf. der blockierte Port wieder geöffnet. Neben dieser Fehlererkennung können die anderen Switches Fehler melden und eine lokale Umschaltung durchführen. Allerdings ist bei diesen Verfahren eine Ringstruktur notwendig, die in Metronetzen nicht immer vorausgesetzt werden kann. Außerdem tritt auch hier die vorher beschriebene Flutung nach der Unterbrechung auf. Daher kann eine entsprechende Dienstgüte in Verbindung mit Hochverfügbarkeit nicht gewährleistet werden. Durch die Portblockierung steht im Normalbetrieb ebenfalls nicht die komplette Netzkapazität zur Verfügung.

**[0008]** Alle bisher vorgestellten Verfahren haben gemeinsam, dass aufgrund der Portblockierung im Normalbetrieb eine Verteilung der Netzlast nicht möglich ist. Neue Verfahren von Nortel Networks (MLT, Multi Line Truncking) und von 3COM (XRN, Expandable Resilient Networking) vermeiden dieses Problem durch den ständigen Austausch der kompletten Weiterleitungsdatenbank (FDB) zwischen den Switchen. Dieser Austausch führt natürlich zu einer signifikant höheren Netzlast. Außerdem sind diese Verfahren aufgrund der paarweisen Auslegung nur bedingt für Zugangstopologien geeignet.

### Aufgabenstellung

**[0009]** Die Erfindung hat zur Aufgabe, eine Weiterleitungsrichtung von Ethernet-Frames für deren Weiterleitung zu einem Ziel unter Vermeidung der Nachteile herkömmlicher Verfahren zu bestimmen.

**[0010]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhaftere Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0011]** Zur Lösung der Aufgabe wird ein Verfahren zur Bestimmung der Weiterleitungsrichtung von Ethernet-Frames für deren Weiterleitung zu einem

Ziel, z.B. einem Endgerät, mittels Ethernet-Switchen vorgestellt, wobei ein Frame von einem ersten Switch empfangen wird. Der erste Switch stellt fest, dass die Ursprungsadresse des Frames keine im Switch registrierte Zieladresse für die Weiterleitung von Frames darstellt. Die Ursprungsadresse wird als eine neue Zieladresse für die Weiterleitung von Frames in dem ersten Switch registriert. Vom ersten Switch wird die neue Zieladresse an einen zweiten Ethernet-Switch kommuniziert und auf das Eintreffen der Zieladresse hin von dem zweiten Switch für die Weiterleitung von Frames zu dem durch die neue Zieladresse gegebenen Ziel eine Weiterleitungsrichtung festgelegt.

**[0012]** Dieses Verfahren wird üblicherweise in einem Netz, z.B. einem Metro-Netz, ausgeführt. Das Netz umfasst z.B. eine Mehrzahl von Ethernet-Switchen. Der erste Switch ist dann derjenige Switch des Netzes, von welchem der Frame zuerst empfangen wird. Ein derartiger Switch hat in der Regel mindestens einen Edge-Port, d.h. einen Port, bei dem keine Informationen von anderen Switchen des Netzes eintreffen. Der erste Switch kann durch das Eintreffen des Frames bei diesem Port erkennen, dass er der erste Switch des Netzes ist, von dem der Frame empfangen wird. Der zweite Switch kann ebenfalls die neue Zieladresse einem weiteren Ethernet-Switch kommunizieren bzw. mitteilen. Die neue Zieladresse wird durch die Mitteilung jeweils von einem Nachbarswitch, z.B. mittels Bridge-Frames, an alle Switches des Netzes außer dem ersten Switch kommuniziert. Ein Bridge-Frame ist dabei ein Frame, welcher zwischen beiden Switchen gesendet wird und Informationen beispielsweise über die Zieladresse des eine Weiterleitungsrichtung zu bestimmenden Frames bzw. die Adresse eines Switches impliziert. Dieser hat dann eine ähnlich Funktion wie die im IEEE Standard 802.1 definierten configuration BPDUs (Bridge Protocol Data Units). Auf das Eintreffen der Zieladresse bei einem Switch hin wird von den Switchen des Netzes für die Übertragung von Frames zu dem durch die neue Zieladresse gegebenen Ziel eine Weiterleitungsrichtung festgelegt und die Zieladresse an die Nachbarswitch kommuniziert.

**[0013]** Da im Zuge der Netzwerktopologie ein Switch mehrere Nachbarswitches haben kann, werden bei der Propagation der neuen Zieladresse im Netz häufig mehrere Mitteilungen mit der Zieladresse von einem Switch empfangen. Dieser Switch kann dann eine Mehrzahl von Weiterleitungsrichtungen registrieren und nach Maßgabe einer Metrikinformation bewerten. Zu diesem Zweck können bei dem Kommunizieren an einen Nachbarswitch Metrikinformationen und/oder eine auf den ersten Switch bezogene Adressinformation, z.B. Ethernet-Adresse, mit der Zieladresse zusammen kommuniziert. Für eine Festlegung einer Weiterleitungsrichtung durch einen Switch, der einen Bridge-Frame erhält, gibt es dann

z.B. folgende zwei Vorgehensweisen:

Das Bridge-Paket enthält die Zieladresse und eine Metrikinformation. Der Switch registriert dann die Richtung, aus der der Bridge-Frame erhalten wurde, als Weiterleitungsrichtung, die mittels der Metrikinformation bewertet wird. Das Bridge-Paket enthält die Zieladresse und die Adresse des ersten Switches. Wenn dem Switch die Topologie des Netzes bekannt ist, können dann der im Sinne der Metrik optimale Weg und evtl. Ersatzwege ermittelt und die zugehörige Weiterleitungsrichtung registriert werden. Diese Vorgehensweise stellt zwar an den Switch höhere Anforderungen, hat aber den Vorteil, dass bei Eintreffen eines Bridge-Paketes optimale Wege ermittelt werden können. Weitere, dieselbe Adresse kommunizierende Bridge-Pakete können dann verworfen werden.

**[0014]** In jedem Switch kann eine Weiterleitungsdatenbank zur Registrierung mehrerer Weiterleitungsrichtungen vorgesehen werden. Dies ermöglicht eine schnelle lokale Umschaltung der Weiterleitungsrichtung eines Frames im Fehlerfall bei einem Switch, da alternative Wege zur Weiterleitung des Frames vorhanden sind. Die Metrikinformationen können sich auf Hopcounts und/oder Übertragungskosten für die Übertragung zwischen Switchen des Netzes beziehen. Somit kann anhand der Metrikinformationen ein optimaler Weg für Weiterleitung eines Frames zu einem Ziel unter allen registrierten Weiterleitungsrichtungen ausgewählt werden. Bei gleicher Metrik kann eine Verteilung auf alle bzgl. der Metrik äquivalenten Ports oder eine Auswahl eines der Ports erfolgen. Die Auswahl kann automatisch erfolgen oder per Konfiguration festgelegt werden. Als automatisches Auswahlverfahren kann beispielsweise der Port ausgewählt werden, über den die Adressinformation zuerst eintrifft. Die Adressinformation kann zur Bestimmung von Wegen bzw. Alternativwegen, welche Ersatzwege bei Ausfall eines Switches darstellen, ausgewertet werden. Eine Weiterleitungsentscheidung kann für Unicast- Multicast- und Broadcast-Verkehr ausgeführt werden. Für Unicast-Verkehr basiert die Weiterleitungsentscheidung auf der Zieladresse und den entsprechenden Registrierung in der Weiterleitungsdatenbank. Die Weiterleitung von Multicast- und Broadcast-Verkehr erfolgt in der Regel nur für Frames, die über den Port mit niedrigster Metrik für die Quelladresse eintreffen. Eintreffende Multicast- oder Broadcast-Frames über andere Ports werden gelöscht.

**[0015]** Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung wird bzgl. der Propagierung der Mitteilungen über die Zieladresse ein Abbruchkriterium vorgegeben, um die Signalisierungslast innerhalb des Netzes zu beschränken. Die Zieladresse wird z.B. nicht an einen Nachbarswitch kommuniziert, wenn von dem Nachbarswitch die eingetroffene Zieladresse übersendet

wurde oder wenn bezüglich des Nachbarswitches ein die Übermittlung der Zieladresse betreffendes Abbruchkriterium erfüllt ist. Das Abbruchkriterium kann dadurch gegeben werden, dass an einen Nachbarswitch die Zieladresse nicht kommuniziert wird, wenn an den Nachbarswitch bereits eine Benachrichtigung über die Erreichbarkeit der Zieladresse mit günstigerer Metrikinformation gesendet wurde.

**[0016]** Eine besondere Funktion hat bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der Switch, welcher als erstes die neue Zieladresse registriert und diese dann an einen oder mehrere Switche weiterkommuniziert. Durch die Eindeutigkeit dieses Switches können Situationen in herkömmlichen Verfahren, die zum Fluten von Frames führen, vermieden werden. Die Identifikation des Switches erfolge beispielsweise über den Port, nämlich einen Edge-Port, bei dem ein Ethernet-Frame mit einer unbekanntenen Adresse eintrifft. Bzgl. dieser Adresse besitzt der Switch dann eine Initiator-Funktionalität bzw. ist ein Initiator-Switch in dem Sinne, dass die Mitteilung der neuen Adresse an andere Switche durch den Initiator-Switch initiiert wird. Es ist sinnvoll, wenn eine etwaige Entfernung der Adresse ebenfalls durch den Initiator-Switch angestoßen wird. Dabei kann die Entfernung durch den Initiator-Switch wie beim herkömmlichen Ethernet zeitgesteuert werden. Die Adresse wird nach einem vorgebbaren Zeitintervall entfernt, wenn innerhalb des Zeitintervalls keine an die Adresse weiterzuleitenden Frames eintreffen. Diese Alterungsfunktion führt aber einzig der Initiator durch. Wird ein Frame entfernt, werden wieder alle anderen Switche per Bridge-Frame davon informiert.

**[0017]** Eine Weiterbildung der Erfindung ist eine Übertragung der Initiator-Funktionalität. Dabei wird die Zieladresse eines an einem Edge-Port des ersten Switches eingetroffene Frames, welcher vorher schon an einem anderen Edge-Port eines weiteren Switches des Netzes eingetroffen ist, von dem ersten Switch an den zweiten Switch kommuniziert, wenn die Übertragung der Initiator-Funktionalität auf den ersten Switch erwünscht ist. Der weitere Switch wird von dem ersten Switch benachrichtigt und registriert die Zieladresse als eine Zieladresse, die ein Weiterleiten der Frames an einen anderen Switch des Netzes erfordert. D.h. der erste Switch wird der neue Initiator-Switch und kommuniziert an den weiteren Switch, welcher einen anderen Edge-Port umfasst, das Übernehmen der Initiator-Funktionalität bzw. die Umschaltung der Weiterleitungsrichtung für an die Zieladresse zu sendende Frames. Der weitere Switch, d.h. der alte Initiator-Switch, entfernt die Registrierung als Initiator-Switch und behält nur die Weiterleitungsinformation. Ist die Umschaltung dagegen unerwünscht, kann ein derartiger einem Edge-Port des ersten Switches eintreffender Frame von dem ersten Switch ignoriert werden.

**[0018]** Falls eine Weiterleitungsrichtung für einen Frame mit einer Zieladresse nicht festzulegen ist, ist es sinnvoll, den Frame nicht mehr weiterzuleiten, sondern zu entfernen. Fluten von Frames kann so vermieden werden.

**[0019]** In diesem Verfahren ist vorteilhaft, dass das Selbstlernen/Bestimmen der Weiterleitungsrichtung nicht länger auf den Pfad bzw. Weg beschränkt ist, sondern im gesamten Netz verteilt wird. Dadurch sind alle relevanten Weiterleitungsinformationen (z.B. Zieladresse) in allen Switchen bekannt und es kann schnell auf alternative Pfade umgeschaltet werden. D.h. es wird ein unterbrechungsfreier Betrieb eines Netzes bei Ausfall von einzelnen oder wenigen Netzkomponenten (z.B. Switche, Leitungen) ermöglicht. Daraus resultieren sehr kurze Umschaltzeiten, die unabhängig von der Netzdimension sind. Außerdem kann die Last auf mehrere Pfade verteilt werden. Es erfolgt keine Blockierung von Ports, d.h. die gesamte Netzkapazität steht zur vollen Verfügung. Da die Weiterleitungsinformationen bekannt sind, kann auf Flutung verzichtet werden. Es wird also kein zusätzlicher Verkehr erzeugt. Eine Beeinträchtigung der Dienstqualität erfolgt nicht. Das Verfahren ermöglicht den hochverfügbaren Einsatz von Ethernet in Zugangnetzen mit unterschiedlichen Topologien, wie Ringe und Kaskaden. Das Verfahren zeichnet sich durch seine Effizienz, Schnelligkeit und Autonomie aus und stellt damit einen deutlichen Fortschritt gegenüber den bekannten Verfahren dar.

**[0020]** Die Erfindung wird im Folgenden im Rahmen eines Ausführungsbeispiels anhand einer Figur näher dargestellt. Die Figur zeigt eine Ethernet-Netzstruktur mit erfindungsgemäßen Switchen.

#### Ausführungsbeispiel

**[0021]** Die Figur zeigt fünf Switche (S1, S2, S3, S4, S5) eines Netzes sowie einen mit dem Edge-Port E1:1 des Switches S1 verbundenen Computer, welcher mit einer Ethernetadresse X gekennzeichnet ist. Dabei sind weitere Edge-Ports, beispielsweise E1:2, E1:3, beim Switch S1 und E2:1, E2:2, E3:2 beim Switch S2 usw. dargestellt. Trifft beim Switch S1 über den Edge-Port E1:1 ein von dem Computer gesendeter Frame ein, dessen Quelladresse X noch nicht in der Weiterleitungsdatenbank des S1 vorhanden ist, so wird diese Adresse in die Datenbank aufgenommen. Dann ist der Switch S1 sog. Initiator für die Wegwahl zu der Adresse X. Danach erfolgt eine explizite Weiterleitungsinformation in einem Bridge-Frame an die angeschlossenen Nachbarswitche, nämlich Switch S2 und Switch S3. Dieser Bridge-Frame umfasst hier beispielsweise Informationen über die Adresse X und die Adresse von Switch S1. Die Switch S2 und S3 werten die eintreffenden Bridge-Frames aus, fügen die Einträge der Weiterleitungsdatenbank hinzu und senden ebenfalls Bridge-Frames an

allen anderen Ports des Entsprechenden Netzsegments. Beispielsweise würde der Switch S2 die von dem Switch S1 erhaltenen Informationen bearbeiten und an die Switches S4 und S5 weiterleiten: Die Bridge-Frames erhalten ein Feld, welches die Pfadlänge kennzeichnet, die z.B. mittels Hopcount (Anzahl der Hops) oder Verbindungskosten beschrieben wird. So würde der Switch S4 aus dem Bridge-Frame von dem Switch S2 entnehmen können, dass ein zur Adresse X weitergeleiteter Frame innerhalb des Netzes über den Switch S2 zwei Hops benötigt. Nach Einfügen in die Weiterleitungsdatenbank sendet der Switch S4 Bridge-Frames an die Switches S3 und S5. Bei dem Switch S3 sind nun Weiterleitungsinformationen für die an die Adresse X zu sendenden Frames über zwei unterschiedliche Ports vorhanden. Über Port 3:1 ist das Ziel mit einem Hopcount von 1 innerhalb des Netzes erreichbar, über Port 3:4 ist das Ziel mit einem Hopcount von 3 innerhalb des Netzes erreichbar. Beide Einträge werden in die Datenbank aufgenommen. Außerdem kann die Last auf Pfade mit gleicher Metrik verteilt werden (z.B. Port 4:2 und 4:3 an Switch S4). Die Bridge-Frames werden so lange von den Switchen weitergeleitet, bis es keine Notwendigkeit der Weiterleitung in die entsprechende Richtung gibt. Beispielsweise würde der Switch S4 eintreffende Informationen über Port 4:5 (Hopcount 3) nicht an die Switches S3 und 2 weiterleiten, wenn bereits die Informationen über die kürzeren Richtungen über Switch S2 (Hopcount 2) und S3 (Hopcount 3) weitergeleitet wurden.

**[0022]** Bei Erkennung von Netzfehlern ändern die Switches ihre Weiterleitungstabellen und leiten die entsprechenden Informationen an die anderen Switches weiter. Bei Ausfall von Switch S2 teilt z.B. Switch S3 und Switch S5 mit, dass der Hopcount sich von 2 (Richtung Switch S2) auf 3 (Richtung Switch S4) geändert hat.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Weiterleitungsrichtung von Ethernet-Frames für deren Weiterleitung zu einem Ziel mittels Ethernet-Switchen (S1, S2, S3, S4, S5), bei dem

- ein Frame von einem ersten Switch (S1) empfangen wird,
- festgestellt wird, dass die Ursprungsadresse des Frames keine in dem Switch (S1) registrierte Zieladresse für die Weiterleitung von Frames darstellt,
- die Ursprungsadresse als eine neue Zieladresse (X) für die Weiterleitung von Frames in dem ersten Switch (S1) registriert wird,
- von dem ersten Switch (S1) die neue Zieladresse (X) an einen zweiten Ethernet-Switch (S2, S3) kommuniziert wird, und
- auf das Eintreffen der Zieladresse (X) hin von dem zweiten Switch (S2, S3) für die Weiterleitung von Frames zu dem durch die neue Zieladresse (X) gegeb-

nen Ziel eine Weiterleitungsrichtung festgelegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- von dem zweiten Switch (S2, S3) die neue Zieladresse (X) an einen weiteren Ethernet-Switch (S4, S5) kommuniziert wird, und
- auf das Eintreffen der Zieladresse (X) hin von dem weiteren Switch (S4, S5) für die Weiterleitung von Frames zu dem durch die neue Zieladresse (X) gegebenen Ziel eine Weiterleitungsrichtung festgelegt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass

- ein Netz gegeben ist, welches eine Mehrzahl von Ethernet-Switchen (S1, S2, S3, S4, S5) umfasst,
- an alle Switches (S2, S3, S4, S5) des Netzes außer dem ersten Switch (S1) die neue Zieladresse (X) durch Mitteilung durch einen Nachbarswitch kommuniziert wird, und
- auf das Eintreffen der Zieladresse (X) hin von den Switchen (S1, S2, S3, S4, S5) des Netzes für die Übertragung von Frames zu dem durch die neue Zieladresse (X) gegebenen Ziel eine Weiterleitungsrichtung festgelegt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- auf das Eintreffen der Zieladresse (X) bei einem Switch hin die Zieladresse (X) an die Nachbarswitches kommuniziert wird, außer
- wenn von dem Nachbarswitch die eingetroffene Zieladresse (X) übersendet wurde, oder
- wenn bezüglich des Nachbarswitches ein die Übermittlung der Zieladresse (X) betreffendes Abbruchkriterium erfüllt ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass – eine Mehrzahl von Weiterleitungsrichtungen registriert und nach Maßgabe einer Metrikinformation bewertet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass

- bei dem Kommunizieren an einen Nachbarswitch Metrikinformationen mit der Zieladresse (X) zusammen kommuniziert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass – Metrikinformationen über Hopcounts und/oder Verbindungsarten sind.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass – bei dem Kommunizieren an einen Nachbarswitch eine auf den ersten Switch (**51**) bezogene Adressinformation, z.B. Ethernet-Adresse, mit der Zieladresse zusammen kommuniziert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass – das Abbruchkriterium dadurch gegeben ist, dass an einen Nachbarswitch die Zieladresse (X) nicht kommuniziert wird, wenn an den Nachbarswitch bereits eine Benachrichtigung über die Erreichbarkeit der Zieladresse (X) mit günstigerer Metrik gesendet wurde.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass – der erste Switch (S1) derjenige Switch des Netzes ist, von welchem der Frame zuerst empfangen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass

- Edge-Ports von Switchen (S1, S2, S3, S4, S5) des Netzes Ports sind, bei denen keine Informationen von anderen Switchen des Netzes eintreffen,
- der erste Switch (S1) einen Edge-Port (E1:1) umfasst, und
- der erste Switch (S1) durch das Eintreffen des Frames bei diesem Port (E1:1) erkannt wird, dass er der erste Switch (S1) des Netzes ist, von dem der Frame empfangen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass – ein an einem Edge-Port (E1:1) des ersten Switches (S1) eingetroffener Frame, welcher vorher schon an einem anderen Edge-Port eingetroffen ist, von dem ersten Switch (S1) ignoriert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Zieladresse (X) eines an einem Edge-Port (E1:1) des ersten Switches (S1) eingetroffene Frames, welcher vorher schon an einem anderen Edge-Port eines weiteren Switches (S2) des Netzes eingetroffen ist, von dem ersten Switch (S1) an den zweiten Switch (S2, S3) kommuniziert wird,
- und der weitere Switch (S2), die Zieladresse (X) als eine Zieladresse (X) registriert, die ein Weiterleiten von Frames an einen anderen Switch (S3, S4, S5) des Netzes erfordert.

14. Ethernet-Switch mit Mitteln zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

