



(10) **DE 10 2020 000 791 A1** 2020.08.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 000 791.0**
(22) Anmeldetag: **06.02.2020**
(43) Offenlegungstag: **13.08.2020**

(51) Int Cl.: **H04L 12/24 (2006.01)**
H04L 29/06 (2006.01)
H04L 12/26 (2006.01)
H04L 29/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
62/802,655 **07.02.2019** **US**
16/782,649 **05.02.2020** **US**

(71) Anmelder:
**Avago Technologies International Sales Pte.
Limited, Singapore, SG**

(74) Vertreter:
**Bosch Jehle Patentanwaltsgesellschaft mbH,
80639 München, DE**

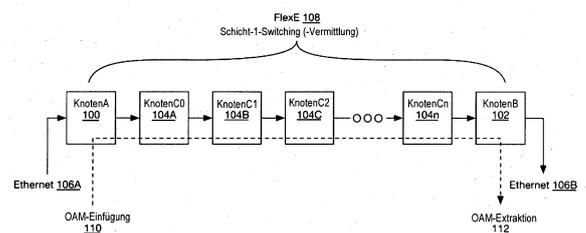
(72) Erfinder:
Oren, Eyal, Yakum, IL; Sheffer, Amir, Yakum, IL

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Systeme für das Überwachen und Isolieren von Problemen über Schicht-1-Pfade unter Verwendung eines FlexE-Client-OAM**

(57) Zusammenfassung: In einigen Aspekten ist die Offenbarung auf Verfahren und Systeme für das Überwachen und das Isolieren von Problemen über Pfade der physikalischen Schicht (Schicht 1) unter Verwendung von FlexE-(Flexible Ethernet)-Protokollen über ein Client-basiertes OAM-(Operations, Administration, and Maintenance; Betriebs-, Verwaltungs- und Wartungs-)Management gerichtet. Jeder Knoten innerhalb eines FlexE-Kommunikationspfads kann OAM-Nachrichten aus FlexE-Datenströmen je nach Bedarf dynamisch einfügen, extrahieren und/oder ersetzen, um zu gewährleisten, dass die OAM-Nachrichten unbeeinträchtigt zu einem Ziel (z.B. ein Überwachungsserver oder eine andere Vorrichtung) zugeführt werden können, sowie auch weitere Überwachungsdaten (z.B. Bitfehlerraten, Verzögerungsmessungen, Verlustmessungen, Schwellenwertüberschreitungen oder andere solche Überwachungsmitteilungen oder -daten) für dazwischenliegende Knoten einfügen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich allgemein auf Systeme und Verfahren für den Betrieb, die Verwaltung und die Wartung (Operations, Administration, and Maintenance; OAM) über FlexE-(Flexible Ethernet; flexibles Ethernet)-Protokolle.

[0002] FlexE (Flexible Ethernet) stellt eine verbesserte bzw. erweiterte Funktionalität und verbesserte bzw. erweiterte Fähigkeiten über die Funktionalität und Fähigkeiten von über standardmäßiges Ethernet verbundenen Vorrichtungen bzw. Geräten hinausgehend bereit, aber dies kann Probleme bei dem OAM-(Operations, Administration, and Maintenance; Betriebs-, Verwaltungs- und Wartungs-)Management verursachen, vor allem bei gemischten Einsätzen (z.B. wenn sowohl FlexE-kompatible als auch FlexE-inkompatible Vorrichtungen miteinander verbunden sind bzw. werden). So sind zum Beispiel viele OAM-Überwachungsimplementierungen als durchgehende bzw. Ende-zu-Ende-Verbindungen oder -Sitzungen definiert, die agnostisch gegenüber den verschiedenen physikalischen Knoten der Schicht 1 zwischen dazwischenliegenden Vorrichtungen sind, die von der Sitzung durchquert werden. Als Folge davon kann eine OAM-Nachrichtenkommunikation unterbrochen werden. Des Weiteren können dazwischenliegende FlexE-kompatible Vorrichtungen eventuell nicht in der Lage sein, ihre eigenen Statusnachrichten zu kommunizieren, wenn sie sich in der Mitte einer Ende-zu-Ende-Kommunikation befinden.

[0003] In Übereinstimmung mit einem Aspekt ist ein Verfahren für ein Client-basiertes OAM-(Operations, Administration, and Maintenance; Betriebs-, Verwaltungs- und Wartungs-)Management bereitgestellt, das die folgenden Schritte umfasst:

Empfangen, durch eine Vorrichtung, eines FlexE-(Flexible Ethernet)-Rahmens, der Client-Daten aufweist, die einen OAM-Block von Daten einschließen;

Ermitteln, durch die Vorrichtung, dass einer zweiten Vorrichtung, die den FlexE-Rahmen empfängt, die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können;

Modifizieren, durch die Vorrichtung, des OAM-Blocks von Daten in dem FlexE-Rahmen in Reaktion auf die Ermittlung; und

Übertragen, durch die Vorrichtung, des modifizierten FlexE-Rahmens.

[0004] Vorteilhafterweise ist die zweite Vorrichtung ein nachfolgender Knoten in einem Übertragungspfad des FlexE-Rahmens, und wobei das Modifizieren des OAM-Blocks von Daten des Weiteren die folgenden Schritte umfasst:

Extrahieren, durch die Vorrichtung, des OAM-Blocks von Daten in Reaktion auf die Ermittlung, dass der zweiten Vorrichtung, die den FlexE-Rahmen empfängt, die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können, und

Einfügen, durch die Vorrichtung, eines Idle-Blocks (Leerblocks) anstelle des OAM-Blocks von Daten in den FlexE-Rahmen; und

wobei das Übertragen des modifizierten FlexE-Rahmens des Weiteren das Übertragen des modifizierten FlexE-Rahmens zu der zweiten Vorrichtung umfasst.

[0005] Vorteilhafterweise ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu beenden.

[0006] Vorteilhafterweise umfasst das Verfahren des Weiteren das Übertragen des extrahierten OAM-Blocks von Daten zu einer dritten Vorrichtung über einen sekundären Übertragungspfad, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt.

[0007] Vorteilhafterweise umfasst das Verfahren des Weiteren die folgenden Schritte:

Empfangen, durch die Vorrichtung von der zweiten Vorrichtung, eines zweiten FlexE-Rahmens, der einen Idle-Block aufweist;

Ersetzen, durch die Vorrichtung, des Idle-Blocks durch OAM-Daten; und

Übertragen, durch die Vorrichtung, des modifizierten FlexE-Rahmens zu einer dritten Vorrichtung, wobei die dritte Vorrichtung die Fähigkeit hat, die OAM-Daten weiterleiten zu können.

[0008] Vorteilhafterweise ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu initiieren.

[0009] Vorteilhafterweise werden die OAM-Daten entweder durch die Vorrichtung erzeugt oder von einer anderen Vorrichtung über einen sekundären Übertragungspfad, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt, empfangen.

[0010] Vorteilhafterweise umfasst das Verfahren des Weiteren die folgenden Schritte:

Empfangen, durch die Vorrichtung von der zweiten Vorrichtung, der die Fähigkeit fehlt, OAM-Blöcke von Daten weiterleiten zu können, eines zweiten FlexE-Rahmens, der einen Idle-Block aufweist;

Ersetzen, durch die Vorrichtung, des Idle-Blocks durch OAM-Daten; und

Übertragen, durch die Vorrichtung, des modifizierten zweiten FlexE-Rahmens zu einer dritten Vorrichtung.

[0011] Vorteilhafterweise umfasst das Verfahren des Weiteren das Empfangen der OAM-Daten, durch die Vorrichtung, über einen sekundären Übertragungspfad, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt.

[0012] Vorteilhafterweise ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu initiieren.

[0013] In Übereinstimmung mit einem Aspekt ist ein System für ein Client-basiertes OAM-(Operations, Administration, and Maintenance; Betriebs-, Verwaltungs- und Wartungs-)Management bereitgestellt, wobei das System Folgendes aufweist:

eine Vorrichtung, die eine Netzwerkschnittstelle in Kommunikation mit einer zweiten Vorrichtung und einen Prozessor aufweist;

wobei der Prozessor dafür konfiguriert ist:

über die Netzwerkschnittstelle einen FlexE-(Flexible Ethernet)-Rahmen zu empfangen, der Client-Daten aufweist, die einen OAM-Block von Daten einschließen,

zu ermitteln, dass der zweiten Vorrichtung die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können,

den OAM-Block von Daten in dem FlexE-Rahmen in Reaktion auf die Ermittlung zu modifizieren, und

den modifizierten FlexE-Rahmen über die Netzwerkschnittstelle zu übertragen.

[0014] Vorteilhafterweise ist die zweite Vorrichtung ein nachfolgender Knoten in einem Übertragungspfad des FlexE-Rahmens, und wobei der Prozessor des Weiteren dafür konfiguriert ist:

den OAM-Block von Daten in Reaktion auf die Ermittlung zu extrahieren, dass der zweiten Vorrichtung, die den FlexE-Rahmen empfängt, die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können,

einen Idle-Block anstelle des OAM-Blocks von Daten in den FlexE-Rahmen einzufügen, und

den modifizierten FlexE-Rahmen über die Netzwerkschnittstelle zu der zweiten Vorrichtung zu übertragen.

[0015] Vorteilhafterweise ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu beenden.

[0016] Vorteilhafterweise ist der Prozessor des Weiteren dafür konfiguriert, den extrahierten OAM-Block von Daten über die Netzwerkschnittstelle zu einer dritten Vorrichtung über einen sekundären Übertragungspfad zu übertragen, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt.

[0017] Vorteilhafterweise ist der Prozessor des Weiteren dafür konfiguriert:

einen zweiten FlexE-Rahmen, der einen Idle-Block aufweist, über die Netzwerkschnittstelle von der zweiten Vorrichtung zu empfangen;

den Idle-Block durch OAM-Daten zu ersetzen; und

den modifizierten FlexE-Rahmen über die Netzwerkschnittstelle zu einer dritten Vorrichtung zu übertragen, wobei die dritte Vorrichtung die Fähigkeit hat, die OAM-Daten weiterleiten zu können.

[0018] Vorteilhafterweise ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu initiieren.

[0019] Vorteilhafterweise werden die OAM-Daten entweder durch die Vorrichtung erzeugt oder von einer anderen Vorrichtung über einen sekundären Übertragungspfad empfangen, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt.

[0020] Vorteilhafterweise ist der Prozessor des Weiteren dafür konfiguriert:

über die Netzwerkschnittstelle von der zweiten Vorrichtung, der die Fähigkeit fehlt, OAM-Blöcke von Daten weiterleiten zu können, einen zweiten FlexE-Rahmen zu empfangen, der einen Idle-Block aufweist;

den Idle-Block durch OAM-Daten zu ersetzen; und

den modifizierten zweiten FlexE-Rahmen zu einer dritten Vorrichtung zu übertragen.

[0021] Vorteilhafterweise ist der Prozessor des Weiteren dafür konfiguriert, die OAM-Daten über die Netzwerkschnittstelle über einen sekundären Übertragungspfad zu empfangen, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt.

[0022] Vorteilhafterweise ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu initiieren.

Figurenliste

[0023] Verschiedene Ziele, Aspekte, Merkmale und Vorteile der Offenbarung werden durch Bezugnahme auf die ausführliche Beschreibung, die in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen vorgenommen wird und in der gleiche Bezugszeichen durchwegs entsprechende Elemente identifizieren, offensichtlicher werden und besser verstanden werden. In den Zeichnungen geben gleiche Bezugszeichen im Allgemeinen identische, funktional ähnliche und/oder strukturell ähnliche Elemente an.

Fig. 1A ist ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform einer Netzwerkumgebung darstellt, die FlexE-Kommunikationen und ein OAM-Messaging (OAM-Nachrichtenübermittlung) verwendet;

Fig. 1B ist ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform einer Netzwerkumgebung darstellt, die ein verbessertes FlexE-Client-OAM-Messaging für das Überwachen und Isolieren von Problemen verwendet;

Fig. 1C ist ein Blockdiagramm einer Implementierung eines Ethernet-Idle-Rahmens (Ethernet-Leerrahmens);

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm einer Implementierung einer Computervorrichtung, die ein verbessertes FlexE-Client-OAM-Messaging für das Überwachen und Isolieren von Problemen verwendet;

Fig. 3A ist ein Ablaufdiagramm einer Implementierung eines Verfahrens eines verbesserten FlexE-Client-OAM-Messaging für das Überwachen und Isolieren von Problemen;

Fig. 3B ist ein anderes Ablaufdiagramm einer Implementierung eines Verfahrens eines verbesserten FlexE-Client-OAM-Messaging für das Überwachen und Isolieren von Problemen;

Fig. 4A ist ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform einer Netzwerkumgebung darstellt, die einen oder mehrere Zugangspunkte in Kommunikation mit einer oder mehreren Vorrichtungen bzw. Geräten oder Stationen einschließt; und

Fig. 4B und **Fig. 4C** sind Blockdiagramme, die Ausführungsformen von Computervorrichtungen bzw. -geräten darstellen, die in Verbindung mit den hier beschriebenen Verfahren und Systemen nutzbar sind.

[0024] Die Einzelheiten von verschiedenen Ausführungsformen der Verfahren und Systeme sind in den beigefügten Zeichnungen und in der Beschreibung unten dargelegt.

Ausführliche Beschreibung

[0025] Für die Zwecke des Lesens der Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen unten können die folgenden Beschreibungen der Abschnitte der Patentspezifikation und ihrer jeweiligen Inhalte hilfreich sein:

- Abschnitt A beschreibt Ausführungsformen von Systemen und Verfahren für das Überwachen und Isolieren von Problemen über einen Schicht-1-Pfad unter Verwendung eines FlexE-Client-OAM-Messaging; und

- Abschnitt B beschreibt eine Netzwerkumgebung und eine Computerumgebung, die für das Praktizieren der hier beschriebenen Ausführungsformen nutzbar sein können.

Verfahren und Systeme für das Überwachen und Isolieren von Problemen über Schicht-1-Pfade unter Verwendung eines FlexE-Client-OAM

[0026] FlexE (Flexible Ethernet; flexibles Ethernet) stellt eine verbesserte bzw. erweiterte Funktionalität und verbesserte bzw. erweiterte Fähigkeiten über die Funktionalität und Fähigkeiten von über standardmäßiges Ethernet verbundenen Vorrichtungen bzw. Geräten hinausgehend bereit, aber dies kann Probleme bei dem OAM-(Operations, Administration, and Maintenance; Betriebs-, Verwaltungs- und Wartungs-)Management verursachen, vor allem bei gemischten Einsätzen (z.B. wenn sowohl FlexE-kompatible als auch FlexE-inkompatible Vorrichtungen miteinander verbunden sind bzw. werden). So sind zum Beispiel viele OAM-Überwachungsimplementierungen als durchgehende bzw. Ende-zu-Ende-Verbindungen oder -Sitzungen definiert, die agnostisch gegenüber den verschiedenen physikalischen Knoten der Schicht 1 zwischen dazwischenliegenden Vorrichtungen sind, die von der Sitzung durchquert werden. Als Folge davon kann eine OAM-Nachrichtenkommunikation unterbrochen werden. Des Weiteren können dazwischenliegende FlexE-kompatible Vorrichtungen eventuell nicht in der Lage sein, ihre eigenen Statusnachrichten zu kommunizieren, wenn sie sich in der Mitte einer Ende-zu-Ende-Kommunikation befinden.

[0027] Zuerst wird auf **Fig. 1A** Bezug genommen, in der zum Beispiel ein Blockdiagramm veranschaulicht ist, das eine Ausführungsform einer Netzwerkumgebung darstellt, die FlexE-Kommunikationen und ein OAM-Messaging verwendet. Wie gezeigt ist, kann ein erster Knoten **100** („KnotenA“) mit einem zweiten Knoten **102** („KnotenB“) über einen FlexE-Kommunikationspfad **108** über eine oder mehrere FlexE-kompatible dazwischenliegende Vorrichtungen **104A-104n** („KnotenC0“ bis „KnotenCn“) kommunizieren. Jeder von dem KnotenA und dem KnotenB **100**, **102** kann jeweils mit einem Ethernet-Netzwerk **106A**, **106B** kommunizieren, das einen oder mehrere zusätzliche Knoten oder andere Vorrichtungen aufweisen kann (obwohl sie als ein Ethernet-Netzwerk gezeigt sind, können die Netzwerke **106A**, **106B** jede Art und Form von Netzwerk umfassen, einschließlich Ethernet, FlexE, zellulares Funknetzwerk, etc.). Wie gezeigt ist, können von dem KnotenA **100** OAM-Nachrichten (OAM-Messages) eingefügt werden **110**. In einigen Implementierungen können diese OAM-Nachrichten, die Überwachungsdaten (z.B. Bitfehlerraten, Verzögerungsmessungen, Verlustmessungen, Schwellenwertüberschreitungswarnungen oder andere solche Überwa-

chungsmitteilungen oder -daten) oder andere solche Informationen einschließen, anstelle von Ethernet-Idle-Steuerungsnachrichten eingefügt werden. Die Daten können durch jeden dazwischenliegenden Knoten unverändert bis zur Extraktion **112** durch den Knoten **102** weitergeleitet werden, was eine Ende-zu-Ende-Überwachung des FlexE-Pfades **108** erlaubt. Obwohl sie als eine separate Linie gezeigt sind, werden die OAM-Daten bandintern innerhalb jedes Rahmens übertragen.

[0028] Aber wie oben erörtert worden ist, erlauben solche Implementierungen des OAM-Messaging, weil sie durchgehend bzw. von Ende-zu-Ende, also von Endpunkt zu Endpunkt, sind, keine Isolation eines Problems bei einer dazwischenliegenden Vorrichtung (z.B. ein Problem mit dem Knoten **C1 104B**, zum Beispiel). Das Lösen von Problemen bei dazwischenliegenden Knoten wird somit schwierig oder nahezu unmöglich. Insbesondere weil Standard-OAM-Nachrichten Ende-zu-Ende sind, kann es schwierig sein, Probleme innerhalb eines Kommunikationspfades zu entdecken und zu isolieren. Wenn man zum Beispiel eine hohe Bitfehlerrate oder Verzögerung annimmt, die zwischen dem Knoten **A 100** und dem Knoten **B 102** identifiziert werden, kann unklar sein, welche dazwischenliegende Verbindung oder welcher dazwischenliegende Knoten eine Quelle des Problems ist.

[0029] Des Weiteren erfordern solche Implementierungen, dass jeder dazwischenliegende Knoten **104A-104n** kompatibel ist und die OAM-Nachrichten korrekt weiterleitet. Es kann sein, dass in gemischten Einsätzen oder in Einsätzen, die ältere Vorrichtungen bzw. Geräte verwenden, diese Anforderung nicht erfüllt wird. Selbst wenn jeder der Knoten **104A-104n** kompatibel ist, müssen OAM-Nachrichten nicht notwendigerweise durch Ethernet-Verbindungen **106A-106B** bereitgestellt werden; dementsprechend können OAM-Nachrichten dann, wenn weitere FlexE-Einsätze angeschlossen sind, an einem Ethernet-Abschnitt des Kommunikationspfades verloren gehen. Um diese Probleme anzugehen, kann in einer Implementierung der hier bereitgestellten Systeme und Verfahren jeder Knoten OAM-Nachrichten aus FlexE-Datenströmen je nach Bedarf dynamisch einfügen, extrahieren und/oder ersetzen, um zu gewährleisten, dass die OAM-Nachrichten unbeeinträchtigt zu einem Ziel (z.B. ein Überwachungsserver oder eine andere Vorrichtung) zugeführt werden können, sowie auch weitere Überwachungsdaten (z.B. Bitfehlerraten, Verzögerungsmessungen, Verlustmessungen, Schwellenwertüberschreitungswarnungen oder andere solche Überwachungsmitteilungen oder -daten) für dazwischenliegende Knoten einfügen.

[0030] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1B** ist ein Blockdiagramm veranschaulicht, das eine Ausführungs-

form einer Netzwerkumgebung darstellt, die ein verbessertes FlexE-Client-OAM-Messaging für das Überwachen und Isolieren von Problemen verwendet. Wie gezeigt ist, können zusätzlich zu dem oben erwähnten Einfügen **110** und Extrahieren **112** durch die Endknoten **100**, **102** auch dazwischenliegende Knoten **104A-104n** ein Einfügen **110'** und Extrahieren **112'** sowie auch ein Überwachen **120** und ein Ersetzen **122** durchführen.

[0031] In einigen Implementierungen zum Beispiel kann ein dazwischenliegender Knoten eine OAM-Überwachung **120** durchführen und er kann OAM-Daten aus FlexE-Paketen extrahieren, die die Vorrichtung durchqueren, ohne diese aus dem FlexE-Strom zu entfernen (z.B. wie durch den Knoten **C0** gezeigt ist). Die OAM-Daten können immer noch weitergeleitet werden. Dies kann es einer Vorrichtung erlauben, Messungen von vorgeschalteten Vorrichtungen zu empfangen, um Fehler zu isolieren.

[0032] Des Weiteren kann ein Knoten, wie etwa der dazwischenliegende Knoten **C1**, OAM-Daten extrahieren **112'** oder die Übertragung der OAM-Daten beenden, wobei er diese innerhalb des Datenstroms durch einen FlexE-Idle-Block ersetzt (eine Implementierung von einem solchen Idle-Block (Leerblock) ist in dem Blockdiagramm von **Fig. 1C** gezeigt). Dies kann in einigen Implementierungen durchgeführt werden, weil einer nachfolgenden Vorrichtung (z.B. einer älteren oder FlexE-inkompatiblen Vorrichtung, nicht veranschaulicht) die Fähigkeit fehlen kann, OAM-Daten einfügen zu können, oder weil sie das Einfügen von OAM nicht unterstützt. Die OAM-Daten können in einigen Implementierungen separat zu einem Überwachungsserver, einer Administratorvorrichtung oder einer anderen Computervorrichtung übertragen werden.

[0033] Umgekehrt kann ein Knoten, wie etwa der dazwischenliegende Knoten **C2**, OAM-Daten einfügen **110'** oder die Übertragung der OAM-Daten initiieren, wobei er einen Idle-Block in dem Datenstrom durch erzeugte OAM-Daten ersetzt. Dies kann durchgeführt werden, wenn einer vorhergehenden Vorrichtung die Fähigkeit fehlt, OAM-Daten einfügen zu können, oder wenn diese das Einfügen von OAM nicht unterstützt, oder wenn einem Rahmen sonst OAM-Daten fehlen. In einigen Implementierungen kann ein Paar von Vorrichtungen (z.B. Knoten **C1**, Knoten **C2**) jeweils OAM-Daten extrahieren und einfügen, um eine dazwischenliegende, FlexE-inkompatible Vorrichtung (nicht veranschaulicht) zu überbrücken oder um Knoten für eine Zählung oder eine Messung zu isolieren. Solche OAM-Daten können zwischen den Vorrichtungen separat übertragen werden (z.B. als eine Nutzlast in einem Paket einer höheren Schicht, innerhalb eines Optionsfelds eines Paket-Header, etc.).

[0034] Wenn man zum Beispiel eine hohe Fehlerate oder Verzögerung annimmt, die zwischen dem KnotenA **100** und dem KnotenB **100B** erfasst wird, kann ein Administrator die Überwachung an dem KnotenC1 und dem KnotenC2 „aufspalten“, indem er veranlasst, dass der KnotenC1 OAM-Nachrichten extrahiert, die von dem KnotenA eingefügt wurden (und diese an einen Überwachungsserver oder ein Netzwerkbetriebssystem weiterleitet), und indem er veranlasst, dass der KnotenC2 OAM-Nachrichten für das Weiterleiten zu dem KnotenB einfügt (und danach an den Überwachungsserver oder das Netzwerkbetriebssystem weiterleitet), was es dem Administrator erlaubt, zu identifizieren, welcher Teil des Netzwerkpfads verantwortlich für die Fehlerrate oder die Verzögerung ist. Weitere Wiederholungen dieses Prozesses können eine effiziente Isolierung von Netzwerkknoten oder Verbindungen bzw. Verknüpfungen für eine Messung und Diagnose erlauben.

[0035] Durch das Kombinieren dieser Merkmale kann in einigen Implementierungen ein Knoten OAM-Daten **122** ersetzen, indem er existierende Daten extrahiert und neue Daten in den Rahmen einfügt (z.B. wie durch den KnotenCn gezeigt ist). Dies kann es einer Vorrichtung erlauben, ihre eigenen Messungen einzufügen oder innerhalb des Kommunikationspfads in Bezug auf Fehler zu überwachen. Zum Beispiel angenommen

[0036] Dementsprechend kann jede Vorrichtung durch das Erweitern der Funktionalität dieser Knoten dahingehend, eine pfadinterne OAM-Initiierung, -Beendigung, -Überwachung und -Ersetzung einzuschließen, eine zusätzliche Konnektivitätsprüfung und Verifizierung (CC und CV), eine Bitfehlerfassung (BIP) und Verzögerungsmessungen (1DM/2DM) durchführen sowie neben anderen Überwachungs- und Fehlererkennungs-/beseitigungsprozessen auch Fern-Fehleranzeigen (REI; Remote Error Indications) und Fern-Störungsanzeigen (RDI, Remote Defect Indications) bereitstellen. Zum Beispiel kann eine Vorrichtung für die CC und CV OAM-Daten überwachen, die ihren Knoten durchqueren, so dass ein erster fehlerhafter bzw. ausfallender Knoten in der Lage sein kann, zu signalisieren, welche Verbindung bzw. Verknüpfungen ausgefallen ist bzw. versagt hat. Durch das Kombinieren von Überwachung und Initiierung können Knoten mannigfaltige Fehlfunktionen bzw. Störungen entdecken, da jeder fehlerhafte bzw. ausfallende Knoten das Ausfallen der Verbindung bzw. Verknüpfung, mit der er verbunden ist, signalisieren wird.

[0037] Für eine BIP kann eine Vorrichtung gleichermaßen das Überwachen und das Initiieren von OAM-Nachrichten verwenden, so dass jede Verbindung bzw. Verknüpfung auf dem Pfad separat gemessen und bewertet werden kann, wie dies oben erörtert worden ist. Für REI/RDI und DM können Knoten

OAM-Nachrichten zum Beispiel weiterleiten und/oder überwachen, wobei sie eine Berechnung einer Verzögerung durch jeden Knoten, die berechnet werden soll, erlauben, wie dies oben erörtert worden ist.

[0038] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm einer Implementierung einer Computervorrichtung, die ein verbessertes FlexE-Client-OAM-Messaging für das Überwachen und Isolieren von Problemen verwendet. Eine Computervorrichtung, wie etwa die Knoten **100**, **102**, **104**, kann (neben anderen Komponenten) einen Prozessor **202**, einen Speicher **204** und eine oder mehrere Netzwerkschnittstellen **206** aufweisen. Die Netzwerkschnittstelle **206** kann einen Networking-(Vernetzungs)-bzw. Netzwerk-Stack umfassen, der verschiedene Schichten **210-218** aufweist. Die Netzwerkschnittstelle **206** kann auch einen OAM-Client **220** aufweisen (in verschiedenen Implementierungen, z.B. ausgeführt durch einen Koprozessor einer Netzwerkschnittstelle **206**, oder ein OAM-Client **220** kann in dem Speicher **204** gespeichert sein, wie etwa ein Teil eines Betriebssystems und ausgeführt durch den Prozessor **202**). Ein OAM-Client **220** kann eine Anwendung, einen Dienst, einen Server, ein Hintergrundprogramm (Daemon), eine Routine oder eine andere ausführbare Logik für das Überwachen von OAM-Nachrichten innerhalb eines FlexE-Rahmens (z.B. Überwachungseinrichtung **220**), das Extrahieren der OAM-Nachrichten und das Einfügen der oder das Ersetzen der Nachrichten durch FlexE-Idle-Blöcke oder ähnliche Datenstrukturen (z.B. Extraktionseinrichtung **224**) und/oder das Einfügen von OAM-Nachrichten anstelle von FlexE-Idle-Blöcken oder ähnlichen Datenstrukturen (z.B. Einfügeeinrichtung **226**) aufweisen. Jede dieser Komponenten sowie auch der OAM-Client **220** kann eine Hardware, eine Software oder eine Kombination aus Hardware und Software aufweisen. In einigen Implementierungen kann zum Beispiel ein ASIC oder FPGA für die Extraktion oder Einfügung von OAM-Daten in FlexE-Blöcke sorgen. In einigen Implementierungen kann der OAM-Client **220** auf höheren Schichten des Netzwerk-Stack **212-218** zusätzlich zu der physikalischen Schicht **210** arbeiten, z.B. indem OAM-Daten über eine Nutzlast eines Transportschicht- oder Vermittlungsschicht-Pakets in Fällen bereitgestellt werden, bei denen ein nachfolgender Knoten OAM-Daten nicht weiterleiten kann. Fig. 3A ist ein Ablaufdiagramm einer Implementierung eines Verfahrens eines verbesserten FlexE-Client-OAM-Messaging für das Überwachen und Isolieren von Problemen. In einigen Implementierungen kann eine Computervorrichtung oder ein Knoten innerhalb eines FlexE-Kommunikationspfads beim Schritt **302** ermitteln, ob benachbarte Knoten die Fähigkeit haben, OAM-Nachrichten einfügen und/oder extrahieren zu können. Wenn beiden benachbarten Knoten diese Fähigkeit fehlt, dann kann der Knoten in einigen Implementierungen Überwachungsdaten einem Überwachungsserver oder einer anderen Vorrichtung über

ein sekundäres Kommunikationsverfahren bzw. einen sekundären Kommunikationspfad (z.B. als Teil einer Nutzlast eines Überwachungspakets, innerhalb des Header eines anderen Pakets, etc.) bereitstellen. Wenn nur einem nachfolgenden Knoten die Fähigkeiten für das Einfügen von OAM fehlen, dann kann der Knoten beim Schritt **306** OAM-Datenblöcke aus ankommenden Rahmen extrahieren und diese durch Idle-Blöcke ersetzen. In einigen Implementierungen können die extrahierten Daten separat einem Überwachungsserver oder einer anderen Vorrichtung wie beim Schritt **308** bereitgestellt werden. Wenn nur einem vorhergehenden Knoten die Fähigkeiten für das Einfügen von OAM fehlen, dann kann die Vorrichtung beim Schritt **304** einen Idle-Block innerhalb eines ankommenden FlexE-Rahmens durch OAM-Daten ersetzen. Die Daten können lokal durch die Vorrichtung erzeugt werden oder sie können über ein separates Mittel (z.B. über eine Nutzlast eines Überwachungspakets, etc.) empfangen werden.

[0039] Wenn die benachbarten Knoten OAM-Daten weiterleiten können, dann kann die Vorrichtung beim Schritt **308** ankommende OAM-Daten überwachen. Wenn die Vorrichtung zusätzliche Daten zum Hinzufügen hat (z.B. lokale Verzögerungsmessungen oder Fehlerratenmessungen, Identifikationen von davor angeordneten Konnektivitätsstörungen, etc.), dann können beim Schritt **310** die OAM-Daten in einem ankommenden Rahmen durch neue Daten ersetzt werden (die z.B. die lokal erzeugten Daten umfassen und in einigen Implementierungen sowohl ankommende Daten als auch die lokal erzeugten Daten umfassen, was erlaubt, dass beide weiter vorwärts übertragen werden können). Falls nicht, dann kann die Vorrichtung beim Schritt **312** die OAM-Daten ohne Modifikation weiterleiten.

[0040] Fig. 3B ist ein anderes Ablaufdiagramm einer Implementierung eines Verfahrens eines verbesserten FlexE-Client-OAM-Messaging für das Überwachen und Isolieren von Problemen. Beim Schritt **350** kann ein Knoten einen Datenrahmen empfangen. In einigen Implementierungen kann der Rahmen OAM-Daten enthalten oder er kann einen IDLE-Block enthalten. Der Rahmen kann ausgehend von einer anderen FlexE-Vorrichtung empfangen werden oder in einigen Implementierungen ausgehend von einem Nicht-FlexE-Netzwerk empfangen werden.

[0041] Wenn die Vorrichtung dafür konfiguriert ist, OAM zu initiieren, dann kann die Vorrichtung beim Schritt **352** einen IDLE-Block in dem empfangenen Rahmen durch OAM-Daten ersetzen und sie kann den Rahmen weiter vorwärts zu seinem Ziel beim Schritt **362** weiterleiten. Wenn die Vorrichtung dafür konfiguriert ist, OAM-Daten zu beenden, dann kann die Vorrichtung beim Schritt **354** die OAM-Daten in dem Rahmen extrahieren und in dem Rahmen durch einen IDLE-Block ersetzen. Beim Schritt **356** kann die

Vorrichtung die extrahierten OAM-Daten einem Netzwerkbetriebssystem oder einem Überwachungsserver über einen separaten Kommunikationspfad bereitstellen. Der Rahmen mit dem IDLE-Block, der die OAM-Daten ersetzt, kann beim Schritt **362** weiter vorwärts weitergeleitet werden.

[0042] Wenn die Vorrichtung dafür konfiguriert ist, OAM zu überwachen, dann kann die Vorrichtung beim Schritt **358** die OAM-Daten in dem Rahmen lesen, ohne die Daten zu modifizieren oder zu ersetzen. Beim Schritt **358** können die OAM-Daten, die aus dem Rahmen ausgelesen wurden, einem Netzwerkbetriebssystem oder einem Überwachungsserver über einen separaten Kommunikationspfad zugeführt werden, und der Rahmen kann beim Schritt **362** weitergeleitet werden.

[0043] Wenn die Vorrichtung dafür konfiguriert ist, OAM zu überwachen und zu initiieren, dann kann die Vorrichtung beim Schritt **360** OAM-Daten aus dem Rahmen extrahieren, und sie kann lokal erzeugte OAM-Daten in den Rahmen einfügen, um die extrahierten OAM-Daten zu ersetzen. Die extrahierten OAM-Daten können einem Netzwerkbetriebssystem oder einem Überwachungsserver über einen separaten Kommunikationspfad beim Schritt **356** bereitgestellt werden, und der Rahmen mit den ersetzten, lokal erzeugten OAM-Daten kann beim Schritt **362** weiter vorwärts weitergeleitet werden.

[0044] Wenn die Vorrichtung nicht dafür konfiguriert ist, irgendeine OAM-Verarbeitung durchzuführen, dann kann der Rahmen beim Schritt **362** anderweitig verarbeitet und/oder normal weiter vorwärts weitergeleitet werden.

[0045] Dementsprechend erlauben es die vorliegend beschriebenen Systeme und Verfahren, dass mehrere dazwischenliegende Knoten innerhalb eines FlexE-Kommunikationspfads eine Überwachung durchführen und/oder Überwachungsdaten bereitstellen können, die lokal erzeugte Messdaten oder Fehleridentifikationen einschließen, was zu einer Verbesserung gegenüber früheren OAM-Systemen führt, die lediglich auf eine Ende-zu-Ende-Überwachung beschränkt sind. Dies kann es Administratoren oder Benutzern erlauben, nicht richtig funktionierende Verbindungen oder Knoten sogar innerhalb des Pfads zu identifizieren und Störungen schneller zu beheben.

[0046] In einem Aspekt ist die vorliegende Offenbarung auf ein Verfahren für ein Client-basiertes OAM- (Operations, Administration, and Maintenance; Betriebs-, Verwaltungs- und Wartungs-)Management gerichtet. Das Verfahren umfasst das Empfangen, durch eine Vorrichtung, eines FlexE-Rahmens, der einen OAM-Block von Daten aufweist. Das Verfahren umfasst auch das Ermitteln, durch die Vorrichtung,

dass einer zweiten Vorrichtung, die den FlexE-Rahmen empfängt, die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können. Das Verfahren umfasst auch das Modifizieren, durch die Vorrichtung, des OAM-Blocks von Daten in dem FlexE-Rahmen in Reaktion auf die Ermittlung. Das Verfahren umfasst auch das Übertragen, durch die Vorrichtung, des modifizierten FlexE-Rahmens.

[0047] In einigen Implementierungen ist die zweite Vorrichtung ein nachfolgender Knoten in einem Übertragungspfad des FlexE-Rahmens, und wobei das Modifizieren des OAM-Blocks von Daten die folgenden Schritte umfasst: Extrahieren, durch die Vorrichtung, des OAM-Blocks von Daten in Reaktion auf die Ermittlung, dass der zweiten Vorrichtung, die den FlexE-Rahmen empfängt, die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können, und Einfügen, durch die Vorrichtung, eines Idle-Blocks anstelle des OAM-Blocks von Daten in den FlexE-Rahmen; und wobei das Übertragen des modifizierten FlexE-Rahmens des Weiteren das Übertragen des modifizierten FlexE-Rahmens zu der zweiten Vorrichtung umfasst. In einer weiteren Implementierung ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu beenden. In einer anderen weiteren Implementierung umfasst das Verfahren das Übertragen des extrahierten OAM-Blocks von Daten zu einer dritten Vorrichtung über einen sekundären Übertragungspfad, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt. In noch einer anderen weiteren Implementierung umfasst das Verfahren die folgenden Schritte: Empfangen, durch die Vorrichtung von der zweiten Vorrichtung, eines zweiten FlexE-Rahmens, der einen Idle-Block aufweist; Ersetzen, durch die Vorrichtung, des Idle-Blocks durch OAM-Daten; und Übertragen, durch die Vorrichtung, des modifizierten FlexE-Rahmens zu einer dritten Vorrichtung, wobei die dritte Vorrichtung die Fähigkeit hat, die OAM-Daten weiterleiten zu können. In einer noch weiteren Implementierung ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu initiieren. In noch einer anderen weiteren Implementierung werden die OAM-Daten entweder durch die Vorrichtung erzeugt oder von einer anderen Vorrichtung über einen sekundären Übertragungspfad, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt, empfangen. In einer anderen weiteren Implementierung umfasst das Verfahren die folgenden Schritte: Empfangen, durch die Vorrichtung von der zweiten Vorrichtung, der die Fähigkeit fehlt, OAM-Blöcke von Daten weiterleiten zu können, eines zweiten FlexE-Rahmens, der einen Idle-Block aufweist; Ersetzen, durch die Vorrichtung, des Idle-Blocks durch OAM-Daten; und Übertragen, durch die Vorrichtung, des modifizierten zweiten FlexE-Rahmens zu einer dritten Vorrichtung. In einer weiteren Implementierung umfasst das Verfahren das Empfangen der OAM-Daten, durch die Vorrichtung, über einen sekundären Übertragungspfad, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt. In ei-

ner anderen weiteren Implementierung ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu initiieren.

[0048] In einem anderen Aspekt ist die vorliegende Offenbarung auf ein System für ein Client-basiertes OAM-(Operations, Administration, and Maintenance; Betriebs-, Verwaltungs- und Wartungs-)Management gerichtet. Das System weist eine Vorrichtung auf, die eine Netzwerkschnittstelle in Kommunikation mit einer zweiten Vorrichtung und einen Prozessor aufweist. Der Prozessor ist dafür konfiguriert: über die Netzwerkschnittstelle einen FlexE-Rahmen zu empfangen, der einen OAM-Block von Daten aufweist; zu ermitteln, dass der zweiten Vorrichtung die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können; den OAM-Block von Daten in dem FlexE-Rahmen in Reaktion auf die Ermittlung zu modifizieren; und den modifizierten FlexE-Rahmen über die Netzwerkschnittstelle zu übertragen.

[0049] In einigen Implementierungen ist die zweite Vorrichtung ein nachfolgender Knoten in einem Übertragungspfad des FlexE-Rahmens, und der Prozessor ist des Weiteren dafür konfiguriert: den OAM-Block von Daten in Reaktion auf die Ermittlung zu extrahieren, dass der zweiten Vorrichtung, die den FlexE-Rahmen empfängt, die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können; einen Idle-Block anstelle des OAM-Blocks von Daten in den FlexE-Rahmen einzufügen; und den modifizierten FlexE-Rahmen über die Netzwerkschnittstelle zu der zweiten Vorrichtung zu übertragen. In einer weiteren Implementierung ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu beenden. In noch einer weiteren Implementierung ist der Prozessor des Weiteren dafür konfiguriert, den extrahierten OAM-Block von Daten über die Netzwerkschnittstelle zu einer dritten Vorrichtung über einen sekundären Übertragungspfad zu übertragen, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt. In noch einer anderen Implementierung ist der Prozessor des Weiteren dafür konfiguriert: einen zweiten FlexE-Rahmen, der einen Idle-Block aufweist, über die Netzwerkschnittstelle von der zweiten Vorrichtung zu empfangen; den Idle-Block durch OAM-Daten zu ersetzen; und den modifizierten FlexE-Rahmen über die Netzwerkschnittstelle zu einer dritten Vorrichtung zu übertragen, wobei die dritte Vorrichtung die Fähigkeit hat, die OAM-Daten weiterleiten zu können. In noch einer weiteren Implementierung ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu initiieren. In noch einer anderen weiteren Implementierung werden die OAM-Daten entweder durch die Vorrichtung erzeugt oder von einer anderen Vorrichtung über einen sekundären Übertragungspfad empfangen, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt. In einer anderen weiteren Implementierung ist der Prozessor des Weiteren dafür konfiguriert: von der zweiten Vorrichtung, der die Fähigkeit fehlt, OAM-Blöcke von Daten weiterleiten zu können, einen zweiten FlexE-Rahmen zu empfangen, der einen Idle-

Block aufweist; den Idle-Block durch OAM-Daten zu ersetzen; und den modifizierten zweiten FlexE-Rahmen zu einer dritten Vorrichtung zu übertragen. In einer weiteren Implementierung ist der Prozessor des Weiteren dafür konfiguriert, die OAM-Daten über die Netzwerkschnittstelle über einen sekundären Übertragungspfad zu empfangen, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt. In einer anderen weiteren Implementierung ist die Vorrichtung dafür konfiguriert, OAM-Daten zu initiieren.

Computer- und Netzwerkumgebung

[0050] Nachdem nun spezifische Ausführungsformen der vorliegenden Lösung erörtert worden sind, kann es hilfreich sein, Aspekte der Betriebsumgebung sowie auch von dazugehörigen Systemkomponenten (z.B. Hardware-Elementen) in Verbindung mit den hier beschriebenen Verfahren und Systemen zu beschreiben. Unter Bezugnahme auf **Fig. 4A** ist eine Ausführungsform einer Netzwerkumgebung dargestellt. In einer Kurzübersicht weist die Netzwerkumgebung ein drahtloses Kommunikationssystem auf, das einen oder mehrere Zugangspunkte **406**, eine oder mehrere drahtlose Kommunikationsvorrichtungen bzw. -geräte **402** und eine Netzwerk-Hardware-Komponente **492** einschließt. Die drahtlosen Kommunikationsvorrichtungen bzw. -geräte **402** können zum Beispiel Laptop-Computer **402**, Tablets **402**, persönliche Computer **402** und/ oder Mobiltelefonvorrichtungen **402** einschließen. Die Einzelheiten einer Ausführungsform von jeder drahtlosen Kommunikationsvorrichtung und/oder von jedem Zugangspunkt werden unter Bezugnahme auf **Fig. 4B** und **Fig. 4C** noch ausführlicher beschrieben werden. Die Netzwerkumgebung kann in einer Ausführungsform eine Ad-hoc-Netzwerkumgebung, eine drahtlose Infrastruktur-Netzwerkumgebung, eine Subnetzwerkumgebung, etc. sein.

[0051] Die Zugangspunkte (APs; Access Points) **406** können betriebsbereit mit der Netzwerk-Hardware **492** über LAN-(Local Area Network; Lokalbereichsnetzwerk)-Verbindungen verbunden sein. Die Netzwerk-Hardware **492**, die einen Router, ein Gateway, einen Switch, eine Bridge, ein Modem, einen System-Controller, eine Appliance, etc. einschließen kann, kann eine Lokalbereichsnetzwerk-Verbindung für das Kommunikationssystem bereitstellen. Jeder der Zugangspunkte **406** kann eine zugehörige Antenne oder ein Antennenarray haben, um mit den drahtlosen Kommunikationsvorrichtungen **402** in seinem Gebiet zu kommunizieren. Die drahtlosen Kommunikationsvorrichtungen **402** können sich bei einem bestimmten Zugangspunkt **406** registrieren, um Dienste von dem Kommunikationssystem (z.B. über eine SU-MIMO- oder MU-MIMO-Konfiguration) zu empfangen. Für direkte Verbindungen (z.B. Punkt-zu-Punkt-Kommunikationen) können einige drahtlose Kommunikationsvorrichtungen **402** direkt über einen zuge-

ordneten Kanal und ein zugeordnetes Kommunikationsprotokoll kommunizieren. Einige der drahtlosen Kommunikationsvorrichtungen **402** können in Bezug auf den Zugangspunkt **406** mobil oder relativ statisch sein.

[0052] In einigen Ausführungsformen umfasst ein Zugangspunkt **406** eine Vorrichtung oder ein Modul (die eine Kombination aus Hardware und Software einschließen), die bzw. das es drahtlosen Kommunikationsvorrichtungen **402** erlaubt, sich mit einem drahtgebundenen Netzwerk unter Verwendung von WiFi oder anderen Standards zu verbinden. Ein Zugangspunkt **406** kann manchmal auch als ein drahtloser Zugangspunkt (WAP; Wireless Access Point) bezeichnet werden. Ein Zugangspunkt **406** kann dafür konfiguriert, konstruiert und/oder gebaut sein, in einem drahtlosen Lokalbereichsnetzwerk (WLAN, Wireless Local Area Network) zu arbeiten. Ein Zugangspunkt **406** kann sich in einigen Ausführungsformen mit einem Router (z.B. über ein drahtgebundenes Netzwerk) als eine eigenständige Vorrichtung verbinden. In anderen Ausführungsformen kann ein Zugangspunkt eine Komponente eines Routers sein. Ein Zugangspunkt **406** kann mehreren Vorrichtungen **402** einen Zugang zu einem Netzwerk bereitstellen. Ein Zugangspunkt **406** kann zum Beispiel eine Verbindung zu einer drahtgebundenen Ethernet-Verbindung herstellen und er kann drahtlose Verbindungen unter Verwendung von Funkfrequenzverbindungen für andere Vorrichtungen **402** bereitstellen, damit diese jene drahtgebundene Verbindung benutzen können. Ein Zugangspunkt **406** kann so gebaut und/oder konfiguriert sein, dass er einen Standard für das Senden und Empfangen von Daten unter Verwendung von einer oder mehreren Funkfrequenzen unterstützt. Diese Standards und die Frequenzen, die sie verwenden, können durch die IEEE definiert sein (z.B. IEEE 802.11 Standards). Ein Zugangspunkt kann dafür konfiguriert sein und/oder verwendet werden, öffentliche Internet-Hotspots und/oder ein internes Netzwerk zu unterstützen, um die WiFi-Signalreichweite des Netzwerks zu erweitern.

[0053] In einigen Ausführungsformen können die Zugangspunkte **406** für drahtlose (z.B. In-Haus- oder In-Gebäude-) Netzwerke (z.B. IEEE 802.11, Bluetooth, ZigBee, jede andere Art von auf Funkfrequenz basierendem Netzwerkprotokoll und/oder Variationen davon) verwendet werden. Jede der drahtlosen Kommunikationsvorrichtungen **402** kann einen eingebauten Funk einschließen und/oder ist mit einem Funk gekoppelt. Solche drahtlosen Kommunikationsvorrichtungen **402** und/oder Zugangspunkte **406** können in Übereinstimmung mit den verschiedenen Aspekten der Offenbarung, wie sie hier präsentiert sind, arbeiten, um die Performanz zu verbessern, die Kosten und/oder die Größe zu reduzieren und/oder um Breitbandanwendungen zu verbessern. Jede der drahtlosen Kommunikationsvorrichtungen **402** kann

die Kapazität haben, als ein Client-Knoten zu funktionieren, der Zugang zu Ressourcen (z.B. Daten und eine Verbindung zu vernetzten Knoten wie etwa Server) über einen oder mehreren Zugangspunkte **406** sucht.

[0054] Die Netzwerkverbindungen können jede Art und/oder Form von Netzwerk einschließen und können jedes von den Folgenden einschließen: ein Punkt-zu-Punkt-Netzwerk, ein Broadcast-Netzwerk, ein Telekommunikationsnetzwerk, ein Datenkommunikationsnetzwerk, ein Computernetzwerk. Die Topologie des Netzwerks kann eine Bus-, Stern- oder Ring-Netzwerktopologie sein. Das Netzwerk kann von jeder von solch einer Netzwerktopologie sein, wie diese den Durchschnittsfachleuten auf dem Fachgebiet bekannt ist und die in der Lage ist, die hier beschriebenen Operationen bzw. Vorgänge zu unterstützen. In einigen Ausführungsformen können verschiedene Arten von Daten über verschiedene Protokolle übertragen werden. In anderen Ausführungsformen können die gleichen Arten von Daten über verschiedene Protokolle übertragen werden.

[0055] Die Kommunikationsvorrichtung(en) **402** und der bzw. die Zugangspunkt(e) **406** können als jede Art und Form von Computervorrichtung, wie etwa ein Computer, eine Netzwerkvorrichtung oder eine Appliance, die in der Lage sind, auf jeder Art und Form von Netzwerk zu kommunizieren und die hier beschriebenen Operationen bzw. Vorgänge durchzuführen, genutzt werden oder in jeder Art und Form von Computervorrichtung der oben genannten Arten ausgeführt werden. **Fig. 4B** und **Fig. 4C** stellen Blockdiagramme einer Computervorrichtung (bzw. eines Computergeräts) **400** dar, die für das Praktizieren einer Ausführungsform der drahtlosen Kommunikationsvorrichtungen **402** und des Zugangspunkts **406** nutzbar ist. Wie in **Fig. 4B** und **Fig. 4C** gezeigt ist, weist jede Computervorrichtung **400** eine zentrale Verarbeitungseinheit bzw. Zentraleinheit **421** und eine Hauptspeichereinheit bzw. Arbeitsspeichereinheit **422** auf. Wie in **Fig. 4B** gezeigt ist, kann eine Computervorrichtung **400** eine Speichervorrichtung **428**, eine Installationsvorrichtung **416**, eine Netzwerkschnittstelle **418**, einen E/A-Controller **423**, Anzeigevorrichtungen **424a-424n**, eine Tastatur **426** und ein Zeigergerät **427**, wie etwa eine Maus, einschließen. Die Speichervorrichtung **528** kann, ohne darauf beschränkt zu sein, ein Betriebssystem und/oder eine Software enthalten. Wie in **Fig. 4C** gezeigt ist, kann jede Computervorrichtung **400** auch zusätzliche optionale Elemente enthalten, wie etwa einen Speicherport **403**, eine Bridge **470**, eine oder mehrere Eingabe-/Ausgabevorrichtungen **430a-430n** (im Allgemeinen wird darauf unter Verwendung des Bezugszeichens **430** Bezug genommen) und einen Cache-Speicher **440** in Kommunikation mit der zentralen Verarbeitungseinheit **421**.

[0056] Die zentrale Verarbeitungseinheit bzw. Zentraleinheit **421** ist jegliche logische Schaltung, die auf Anweisungen, die aus der Hauptspeichereinheit **442** abgerufen werden, reagiert und diese verarbeitet. In vielen Ausführungsformen ist die zentrale Verarbeitungseinheit **421** durch eine Mikroprozessoreinheit bereitgestellt, wie etwa: diejenigen, die von der Firma Intel Corporation aus Mountain View, Kalifornien hergestellt werden; diejenigen, die von der Firma International Business Machines aus White Plains, New York hergestellt werden; oder diejenigen, die von der Firma Advanced Micro Devices aus Sunnyvale, Kalifornien hergestellt werden. Die Computervorrichtung **400** kann auf irgendeinem von diesen Prozessoren oder auf irgendeinem anderen Prozessor, der in der Lage ist, wie hier beschrieben zu arbeiten, basieren.

[0057] Die Hauptspeichereinheit **422** kann ein oder mehrere Speicherchips sein, die in der Lage sind, Daten zu speichern, und die es erlauben, dass auf jeden Speicherplatz direkt von dem Mikroprozessor **421** zugegriffen werden kann, wie etwa jede Art oder jede Variante von einem SRAM (Static Random Access Memory; statischem Direktzugriffsspeicher), DRAM (Dynamic Random Access Memory; dynamischem RAM), FRAM (Ferroelectric RAM; ferroelektrischem RAM), NAND-Flash-Speicher, NOR-Flash-Speicher und SSD (Solid State Drives; Festkörperspeicher). Der Hauptspeicher **422** kann auf jedem von den oben beschriebenen Speicherchips oder auf jeglichen anderen verfügbaren Speicherchips, die in der Lage sind, wie hier beschrieben zu arbeiten, basieren. In der in **Fig. 4B** gezeigten Ausführungsform kommuniziert der Prozessor **421** mit dem Hauptspeicher **422** über einen Systembus **450** (der unten noch ausführlicher beschrieben werden wird). **Fig. 4C** stellt eine Ausführungsform einer Computervorrichtung **400** dar, in der der Prozessor direkt mit dem Hauptspeicher **422** über einen Speicherport **403** kommuniziert. In **Fig. 4C** kann der Hauptspeicher **422** zum Beispiel ein DRDRAM sein.

[0058] **Fig. 4C** stellt eine Ausführungsform dar, in der der Hauptprozessor **421** direkt mit einem Cache-Speicher **440** über einen sekundären Bus kommuniziert, der manchmal als ein Backside-Bus bezeichnet wird. In anderen Ausführungsformen kommuniziert der Hauptprozessor **421** mit dem Cache-Speicher **440** unter Verwendung des Systembusses **450**. Der Cache-Speicher **440** hat typischerweise eine schnellere Reaktionszeit als der Hauptspeicher **422** und wird zum Beispiel durch SRAM, BSRAM oder EDRAM bereitgestellt. In der in **Fig. 4C** gezeigten Ausführungsform kommuniziert der Prozessor **421** mit verschiedenen E/A-Vorrichtungen **430** über einen lokalen Systembus **450**. Verschiedene Busse können verwendet werden, um die zentrale Verarbeitungseinheit **421** mit irgendeiner der E/A-Vorrichtungen **430** zu verbinden, zum Beispiel ein VESA-VL-Bus, ein ISA-Bus, ein EISA-Bus, ein MCA-

(MicroChannel Architecture)-Bus, ein PCI-Bus, ein PCI-X-Bus, ein PCI-Express-Bus oder ein NuBus. Für Ausführungsformen, in denen die E/A-Vorrichtung eine Videoanzeige **424** ist, kann der Prozessor **421** einen AGP (Advanced Graphics Port) für die Kommunikation mit der Anzeige **424** verwenden. **Fig. 4C** stellt eine Ausführungsform eines Computers **400** dar, in der der Hauptprozessor **421** direkt mit der E/A-Vorrichtung **430b** kommunizieren kann, zum Beispiel über die HYPERTRANSPORT-, RAPI-DIO- oder INFINIBAND-Kommunikationstechnologie. **Fig. 4C** stellt auch eine Ausführungsform dar, in der lokale Busse und eine direkte Kommunikation gemischt sind: der Prozessor **421** kommuniziert mit der E/A-Vorrichtung **430a** unter Verwendung eines lokalen Interconnect- bzw. Verbindungs-Busses, während er mit der E/A-Vorrichtung **430b** direkt kommuniziert.

[0059] Eine breite Vielfalt von E/A-Vorrichtungen **430a-430n** kann in der Computervorrichtung **400** vorhanden sein. Eingabevorrichtungen umfassen Tastaturen, Mäuse, Trackpads bzw. Tastfelder, Trackballs bzw. Rollkugeln, Mikrophone, Wählscheiben bzw. Skalen, Touchpads bzw. Berührungsfelder, Touchscreen bzw. Berührungsbildschirm und Grafiktablets. Ausgabevorrichtungen umfassen Videoanzeigen, Lautsprecher, Tintenstrahldrucker, Laserdrucker, Projektoren und Farbstoffsublimationsdrucker. Die E/A-Vorrichtungen können durch einen E/A-Controller **423** gesteuert werden, wie in **Fig. 4B** gezeigt ist. Der E/A-Controller kann eine oder mehrere E/A-Vorrichtungen, wie etwa eine Tastatur **426** und ein Zeigegerät **427**, z.B. eine Maus oder einen optischen Stift, steuern. Des Weiteren kann eine E/A-Vorrichtung auch ein Speicherungs- und/oder ein Installationsmedium **416** für die Computervorrichtung **400** bereitstellen. In noch anderen Ausführungsformen kann die Computervorrichtung **400** USB-Anschlüsse (nicht gezeigt) bereitstellen, um Handheld-USB-Speichergeräte bzw. -Speicherungsapparate wie etwa die USB-Speicherstick-Linie von Vorrichtungen bzw. Geräten, die von der Firma Twintech Industry, Inc. aus Los Alamitos, Kalifornien hergestellt wird, aufzunehmen.

[0060] Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 4B** kann die Computervorrichtung **400** jede geeignete Installationsvorrichtung **416** unterstützen, wie etwa ein Disketten- bzw. Plattenlaufwerk, ein CD-ROM-Laufwerk, ein CD-R/RW-Laufwerk, ein DVD-ROM-Laufwerk, ein Flash-Speicher-Laufwerk, Bandlaufwerke verschiedener Formate, USB-Gerät, Festplatte, eine Netzwerkschnittstelle oder irgendeine andere Vorrichtung bzw. irgendein anderes Gerät, die bzw. das für das Installieren von Software und Programmen geeignet ist. Die Computervorrichtung **400** kann des Weiteren eine Speicherungsapparatur, wie etwa ein oder mehrere Festplattenlaufwerke oder redundante Arrays von unabhängigen Disketten oder Platten,

zum Speichern eines Betriebssystems und von anderer damit in Beziehung stehender Software und zum Speichern von Anwendungssoftwareprogrammen, wie etwa jedes Programm oder jede Software **420** zum Implementieren der Systeme und Verfahren, die hier beschrieben sind, (z.B. konfiguriert und/oder konzipiert für die Systeme und Verfahren, die hier beschrieben sind) aufweisen. Optional kann auch jede von den Installationsvorrichtungen **416** als die Speicherungsapparatur verwendet werden. Außerdem können das Betriebssystem und die Software ausgehend von einem bootfähigen Medium ausgeführt werden.

[0061] Des Weiteren kann die Computervorrichtung **400** eine Netzwerkschnittstelle **418** aufweisen, um mit dem Netzwerk **404** durch eine Vielfalt von Verbindungen schnittstellenmäßig verbunden zu sein, die, ohne darauf beschränkt zu sein, Standardtelefonleitungen, LAN- oder WAN-Verbindungen (z.B. 802.11, T1, T3, 56kb, X.25, SNA, DECNET), Breitbandverbindungen (z.B. ISDN, Frame Relay, ATM, Gigabit Ethernet, Ethernet-over-SONET), drahtlose Verbindungen oder eine Kombination aus irgendwelchen oder allen von den oben Genannten einschließen. Verbindungen können unter Verwendung einer Vielfalt von Kommunikationsprotokollen hergestellt werden (z.B. TCP/IP, IPX, SPX, NetBIOS, Ethernet, FlexE, ARCNET, SONET, SDH, Fiber Distributed Data Interface (FDDI), RS232, IEEE 802.11, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac, IEEE 802.11ad, CDMA, GSM, WiMax und direkte asynchrone Verbindungen). In einer Ausführungsform kommuniziert die Computervorrichtung **400** mit anderen Computervorrichtungen **400'** über jede Art und/oder Form von Gateway- oder Tunneling-Protokoll wie etwa Secure Socket Layer (SSL) oder Transport Layer Security (TLS). Die Netzwerkschnittstelle **418** kann eine(n) eingebaute(n) Netzwerkkarte, Netzwerkschnittstellenkarte, PCMCIA-Netzwerkkarte, CardBus-Netzwerkkarte, Drahtlos-Netzwerk-Adapter, USB-Netzwerkkarte, Modem oder irgendeine andere Vorrichtung einschließen, die für das schnittstellenmäßige Verbinden der Computervorrichtung **400** mit jeder Art von Netzwerk geeignet ist, das in der Lage ist, zu kommunizieren und die hier beschriebenen Operationen bzw. Vorgänge durchzuführen.

[0062] In einigen Ausführungsformen kann die Computervorrichtung **400** eine oder mehrere Anzeigevorrichtungen **424a-424n** aufweisen oder damit verbunden sein. Somit kann jede von den E/A-Vorrichtungen **430a-430n** und/oder der E/A-Controller **423** jede Art und/oder Form von geeigneter Hardware, Software oder eine Kombination aus Hardware und Software umfassen, um die Verbindung und die Verwendung der Anzeigevorrichtung(en) **424a-424n** durch die Computervorrichtung **400** zu unterstützen, zu ermöglichen oder bereitzustellen. Die Computer-

vorrichtung **400** kann zum Beispiel jede Art und/oder Form von Videoadapter, Videokarte, Treiber und/oder Programmbibliothek umfassen, um mit der bzw. den Anzeigevorrichtung(en) **424a-424n** schnittstellenmäßig verbunden zu werden, mit diesen zu kommunizieren, diese anzuschließen oder diese anderweitig zu verwenden. In einer Ausführungsform kann ein Videoadapter mehrere Anschlusselemente aufweisen, um mit der bzw. den Anzeigevorrichtung(en) **424a-424n** schnittstellenmäßig verbunden zu werden. In anderen Ausführungsformen kann die Computervorrichtung **400** mehrere Videoadapter aufweisen, wobei jeder Videoadapter mit der bzw. den Anzeigevorrichtung(en) **424a-424n** verbunden ist. In einigen Ausführungsformen kann jeder Teil des Betriebssystems der Computervorrichtung **400** für die Verwendung von mehreren Anzeigen **424a-424n** konfiguriert sein. Ein Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet wird die verschiedenen Möglichkeiten und Ausführungsformen erkennen und sich dieser bewusst sein, in denen eine Computervorrichtung **400** so konfiguriert sein kann, dass sie eine oder mehrere Anzeigevorrichtung(en) **424a-424n** hat.

[0063] In weiteren Ausführungsformen kann eine E/A-Vorrichtung **430** eine Bridge (Brücke) zwischen dem Systembus **450** und einem externen Kommunikationsbus, wie etwa einem USB-Bus, einem Apple Desktop-Bus, einer RS-232 Serial Connection (serielle Verbindung), einem SCSI-Bus, einem FireWire-Bus, einem FireWire 800-Bus, einem Ethernet-Bus, einem Apple-Talk-Bus, einem Gigabit Ethernet-Bus, einem Asynchronous Transfer Mode-(asynchroner Transfermodus)-Bus, einem FibreChannel-(Glasfaserkanal)-Bus, einem Serial Attached Small Computer System Interface-Bus, einem USB-Anschluss oder einem HDMI-Bus, sein.

[0064] Eine Computervorrichtung **400** von der Sorte, die in **Fig. 4B** und **Fig. 4C** dargestellt ist, kann unter der Steuerung eines Betriebssystems arbeiten, das die Zeitplanung von Aufgaben und den Zugriff auf Systemressourcen steuert bzw. regelt. Die Computervorrichtung **400** kann jegliches Betriebssystem laufen lassen, wie etwa jegliches von den Versionen der MICROSOFT WINDOWS-Betriebssysteme, den verschiedenen Freigaben der Unix- und Linux-Betriebssysteme, jegliche Version von MAC OS für Macintosh-Computer, jegliches eingebettete Betriebssystem, jegliches Echtzeit-Betriebssystem, jegliches quelloffene Betriebssystem, jegliches proprietäre Betriebssystem, jegliche Betriebssysteme für mobile Computervorrichtungen oder jegliches andere Betriebssystem, das in der Lage ist, auf der Computervorrichtung ausgeführt zu werden und die hier beschriebenen Operationen bzw. Vorgänge durchzuführen. Typische Betriebssysteme schließen Folgende ein, ohne darauf beschränkt zu sein: unter anderem Android, produziert von der Firma Google Inc.; WINDOWS **7** und **8**, produziert von der Firma Mi-

crosoft Corporation aus Redmond, Washington; MAC OS, produziert von der Firma Apple Computer aus Cupertino, Kalifornien; WebOS, produziert von der Firma Research In Motion (RIM); OS/2, produziert von der Firma International Business Machines aus Armonk, New York; und Linux, ein frei verfügbares Betriebssystem, das von der Firma Caldera Corp. aus Salt Lake City, Utah vertrieben wird, oder jegliche andere Art und/oder Form eines Unix-Betriebssystems.

[0065] Das Computersystem **400** kann jede Workstation, jedes Telefon, jeder Desktop-Computer, jeder Laptop- oder Notebook-Computer, jeder Server, jeder Handheld-Computer, jedes Mobiltelefon oder jede andere tragbare Telekommunikationsvorrichtung, jede Medienabspielvorrichtung, ein Spielsystem, jede mobile Computervorrichtung oder jede andere Art und/oder Form von Computer-, Telekommunikations- oder Medienvorrichtung sein, die in der Lage ist, zu kommunizieren. Das Computersystem **400** hat eine ausreichende Prozessorleistung und Speicherkapazität, um die hier beschriebenen Operationen bzw. Vorgänge durchzuführen.

[0066] In einigen Ausführungsformen kann die Computervorrichtung **400** verschiedene Prozessoren, Betriebssysteme und Eingabevorrichtungen haben, die konsistent mit der Vorrichtung sind. In einer Ausführungsform ist die Computervorrichtung **400** zum Beispiel ein Smartphone, ein Mobilgerät, ein Tablet oder ein persönlicher digitaler Assistent. In noch anderen Ausführungsformen ist die Computervorrichtung **400** ein auf Android basierendes Mobilgerät, ein iPhone-Smartphone, das von der Firma Apple Computer aus Cupertino, Kalifornien, hergestellt wird, oder ein Blackberry oder eine auf WebOS basierende Handheld-Vorrichtung oder ein darauf basierendes Smartphone, wie etwa die Geräte, die von der Firma Research In Motion Limited hergestellt werden. Darüber hinaus kann die Computervorrichtung **400** jede Workstation, jeder Desktop-Computer, jeder Laptop- oder Notebook-Computer, jeder Server, jeder Handheld-Computer, jedes Mobiltelefon, jeder andere Computer oder jede andere Form von Computer- oder Telekommunikationsvorrichtung sein, die in der Lage ist, zu kommunizieren, und die eine ausreichende Prozessorleistung und Speicherkapazität hat, um die hier beschriebenen Operationen bzw. Vorgänge durchzuführen.

[0067] Obwohl sich die Offenbarung auf einen oder mehrere „Benutzer“ beziehen kann, können sich solche „Benutzer“ auf mit Benutzern assoziierte Vorrichtungen oder Stationen (STA) beziehen, zum Beispiel entsprechend den Begriffen „Benutzer“ und „Mehrbenutzer“, die typischerweise in dem Kontext einer MU-MIMO-(Multi-User Multiple-Input and Multiple-Output)-Umgebung verwendet werden.

[0068] Obwohl Beispiele von Kommunikationssystemen, die oben beschrieben worden sind, Vorrichtungen und APs einschließen können, die entsprechend einem 802.11-Standard arbeiten, sollte es klar sein, dass Ausführungsformen der Systeme und Verfahren, die beschrieben sind, auch gemäß anderen Standards arbeiten können und auch andere drahtlose Kommunikationsvorrichtungen bzw. -geräte als diejenigen Vorrichtungen bzw. Geräte verwenden können, die als Vorrichtungen bzw. Geräte und APs konfiguriert sind. Zum Beispiel können Mehreinheiten-Kommunikationsschnittstellen, die mit Mobilfunknetzwerken, Satellitenkommunikationen, Fahrzeugkommunikationsnetzwerken und anderen drahtlosen Nicht-802.11-Netzwerken verknüpft sind, die hier beschriebenen Systeme und Verfahren verwenden, um eine verbesserte Gesamtkapazität und/oder Verbindungsqualität zu erzielen, ohne dass von dem Schutzzumfang der hier beschriebenen Systeme und Verfahren abgewichen wird.

[0069] Es soll angemerkt werden, dass gewisse Passagen der vorliegenden Offenbarung Begriffe wie etwa „erste(s/r)“ und „zweite(s/r)“ in Verbindung mit Vorrichtungen, Betriebsmodus, Sendeketten, Antennen, etc. zu den Zwecken der Identifizierung oder der Unterscheidung voneinander oder von anderen erwähnen können. Diese Begriffe sind nicht dazu gedacht, sich lediglich auf Entitäten (z.B. eine erste Vorrichtung und eine zweite Vorrichtung) temporär oder entsprechend einer Reihenfolge zu beziehen, obwohl diese Entitäten in einigen Fällen eine solche Beziehung umfassen können. Noch begrenzen diese Begriffe die Anzahl an möglichen Entitäten (z.B. Vorrichtungen), die innerhalb eines Systems oder einer Umgebung arbeiten können.

[0070] Es soll klar sein, dass die oben beschriebenen Systeme mehrere von irgendeinem oder jedem von diesen Komponenten bereitstellen können und dass diese Komponenten in entweder einer eigenständigen Maschine oder in einigen Ausführungsformen in einem verteilten System auf mehreren Maschinen bereitgestellt sein können. Außerdem können die oben beschriebenen Systeme und Verfahren als ein oder mehrere computerlesbare Programme oder ausführbare Anweisungen bereitgestellt werden, die auf oder in einem oder mehreren Erzeugnissen verkörpert sind. Das Erzeugnis kann eine Floppy Disk bzw. Diskette, eine Festplatte, eine CD-ROM, eine Flash-Speicher-Karte, ein PROM, ein RAM, ein ROM oder ein Magnetband sein. Im Allgemeinen können die computerlesbaren Programme in jeglicher Programmiersprache, wie etwa LISP, PERL, C, C++, C#, PROLOG, oder in jeglicher Bytecode-Sprache wie etwa JAVA implementiert sein. Die Softwareprogramme oder ausführbaren Anweisungen können auf einem oder mehreren oder in einem oder mehreren

Erzeugnissen als Objektcode gespeichert sein bzw. werden.

Patentansprüche

1. Verfahren für ein Client-basiertes OAM-(Operations, Administration, and Maintenance; Betriebs-, Verwaltungs- und Wartungs-)-Management, das die folgenden Schritte umfasst:

Empfangen, durch eine Vorrichtung, eines FlexE-(Flexible Ethernet)-Rahmens, der Client-Daten aufweist, die einen OAM-Block von Daten einschließen; Ermitteln, durch die Vorrichtung, dass einer zweiten Vorrichtung, die den FlexE-Rahmen empfängt, die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können;

Modifizieren, durch die Vorrichtung, des OAM-Blocks von Daten in dem FlexE-Rahmen in Reaktion auf die Ermittlung; und

Übertragen, durch die Vorrichtung, des modifizierten FlexE-Rahmens.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die zweite Vorrichtung ein nachfolgender Knoten in einem Übertragungspfad des FlexE-Rahmens ist, und wobei das Modifizieren des OAM-Blocks von Daten des Weiteren die folgenden Schritte umfasst:

Extrahieren, durch die Vorrichtung, des OAM-Blocks von Daten in Reaktion auf die Ermittlung, dass der zweiten Vorrichtung, die den FlexE-Rahmen empfängt, die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können, und

Einfügen, durch die Vorrichtung, eines Idle-Blocks anstelle des OAM-Blocks von Daten in den FlexE-Rahmen; und

wobei das Übertragen des modifizierten FlexE-Rahmens des Weiteren das Übertragen des modifizierten FlexE-Rahmens zu der zweiten Vorrichtung umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Vorrichtung dafür konfiguriert ist, OAM-Daten zu beenden.

4. Verfahren nach Anspruch 2, das des Weiteren das Übertragen des extrahierten OAM-Blocks von Daten zu einer dritten Vorrichtung über einen sekundären Übertragungspfad umfasst, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt.

5. Verfahren nach Anspruch 2, das des Weiteren die folgenden Schritte umfasst:

Empfangen, durch die Vorrichtung von der zweiten Vorrichtung, eines zweiten FlexE-Rahmens, der einen Idle-Block aufweist;

Ersetzen, durch die Vorrichtung, des Idle-Blocks durch OAM-Daten; und

Übertragen, durch die Vorrichtung, des modifizierten FlexE-Rahmens zu einer dritten Vorrichtung, wobei die dritte Vorrichtung die Fähigkeit hat, die OAM-Daten weiterleiten zu können.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Vorrichtung dafür konfiguriert ist, OAM-Daten zu initiieren.

7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die OAM-Daten entweder durch die Vorrichtung erzeugt werden oder von einer anderen Vorrichtung über einen sekundären Übertragungspfad, der die zweite Vorrichtung nicht einschließt, empfangen werden.

8. Verfahren nach Anspruch 2, das des Weiteren die folgenden Schritte umfasst:

Empfangen, durch die Vorrichtung von der zweiten Vorrichtung, der die Fähigkeit fehlt, OAM-Blöcke von Daten weiterleiten zu können, eines zweiten FlexE-Rahmens, der einen Idle-Block aufweist;

Ersetzen, durch die Vorrichtung, des Idle-Blocks durch OAM-Daten; und

Übertragen, durch die Vorrichtung, des modifizierten zweiten FlexE-Rahmens zu einer dritten Vorrichtung.

9. System für ein Client-basiertes OAM-(Operations, Administration, and Maintenance; Betriebs-, Verwaltungs- und Wartungs-)Management, wobei das System Folgendes aufweist:

eine Vorrichtung, die eine Netzwerkschnittstelle in Kommunikation mit einer zweiten Vorrichtung und einen Prozessor aufweist;

wobei der Prozessor dafür konfiguriert ist:

über die Netzwerkschnittstelle einen FlexE-(Flexible Ethernet)-Rahmen zu empfangen, der Client-Daten aufweist, die einen OAM-Block von Daten einschließen,

zu ermitteln, dass der zweiten Vorrichtung die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können,

den OAM-Block von Daten in dem FlexE-Rahmen in Reaktion auf die Ermittlung zu modifizieren, und den modifizierten FlexE-Rahmen über die Netzwerkschnittstelle zu übertragen.

10. System nach Anspruch 9, wobei die zweite Vorrichtung ein nachfolgender Knoten in einem Übertragungspfad des FlexE-Rahmens ist, und wobei der Prozessor des Weiteren dafür konfiguriert ist:

den OAM-Block von Daten in Reaktion auf die Ermittlung zu extrahieren, dass der zweiten Vorrichtung, die den FlexE-Rahmen empfängt, die Fähigkeit fehlt, den OAM-Block von Daten weiterleiten zu können,

einen Idle-Block anstelle des OAM-Blocks von Daten in den FlexE-Rahmen einzufügen, und

den modifizierten FlexE-Rahmen über die Netzwerkschnittstelle zu der zweiten Vorrichtung zu übertragen.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

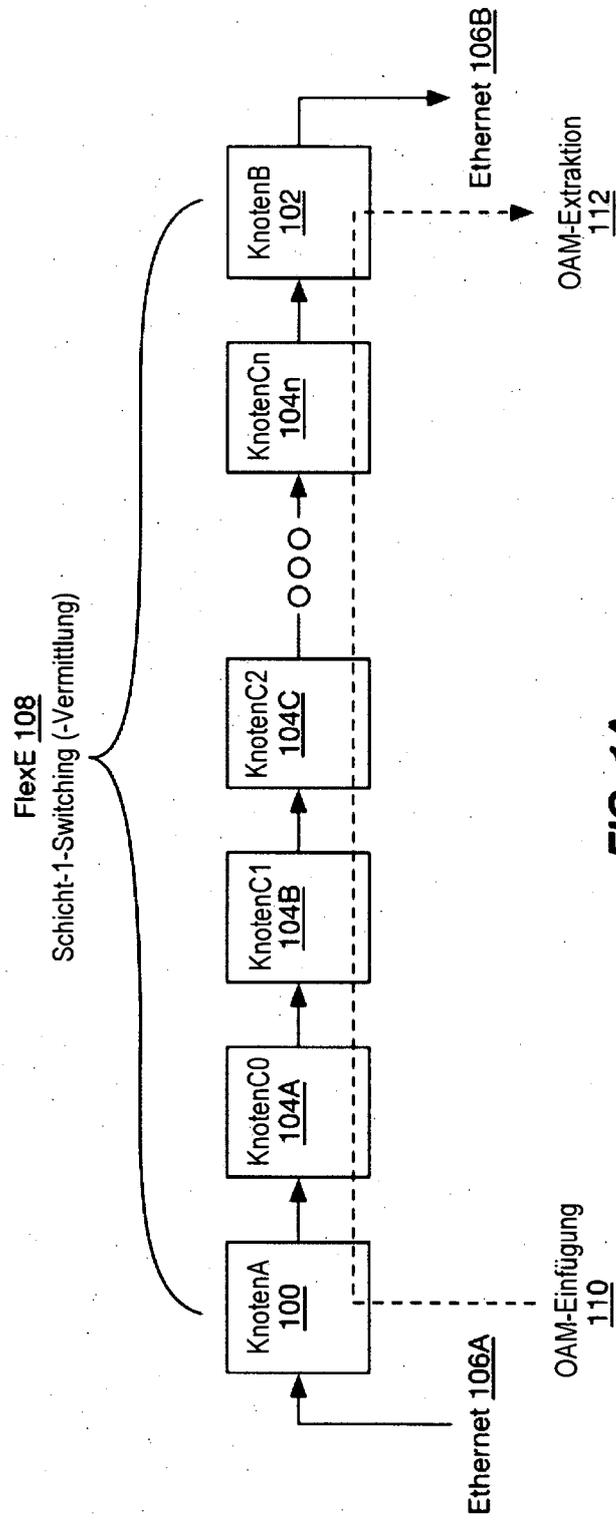


FIG. 1A

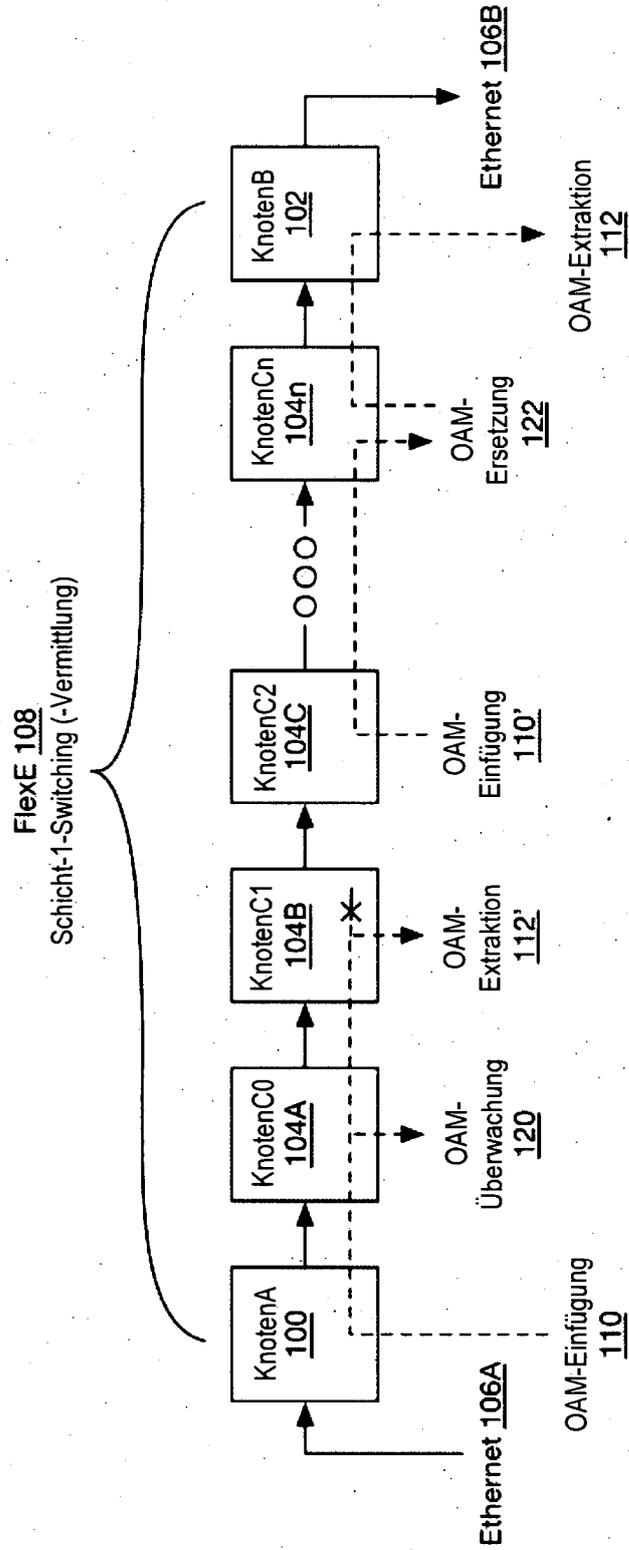


FIG. 1B

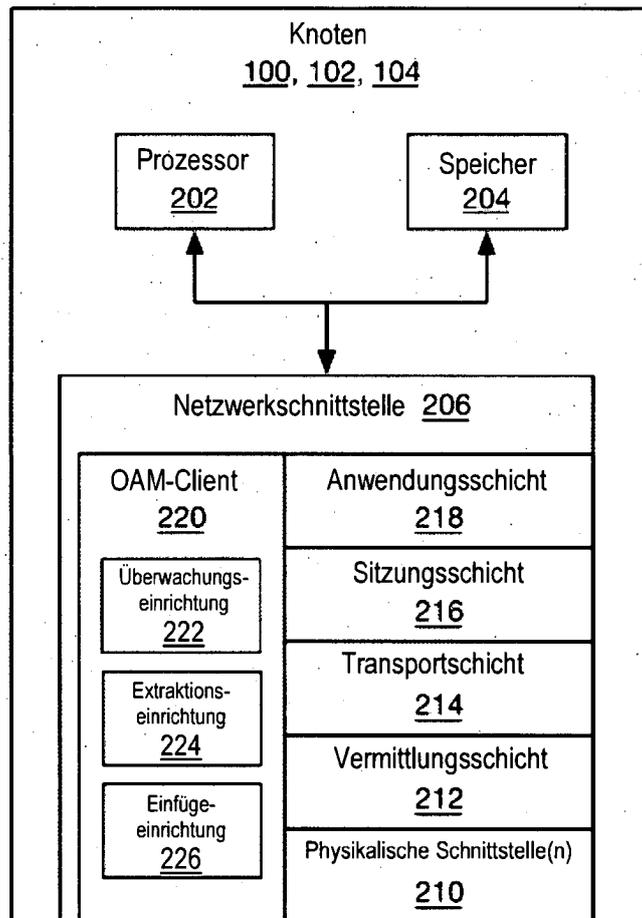


FIG. 2

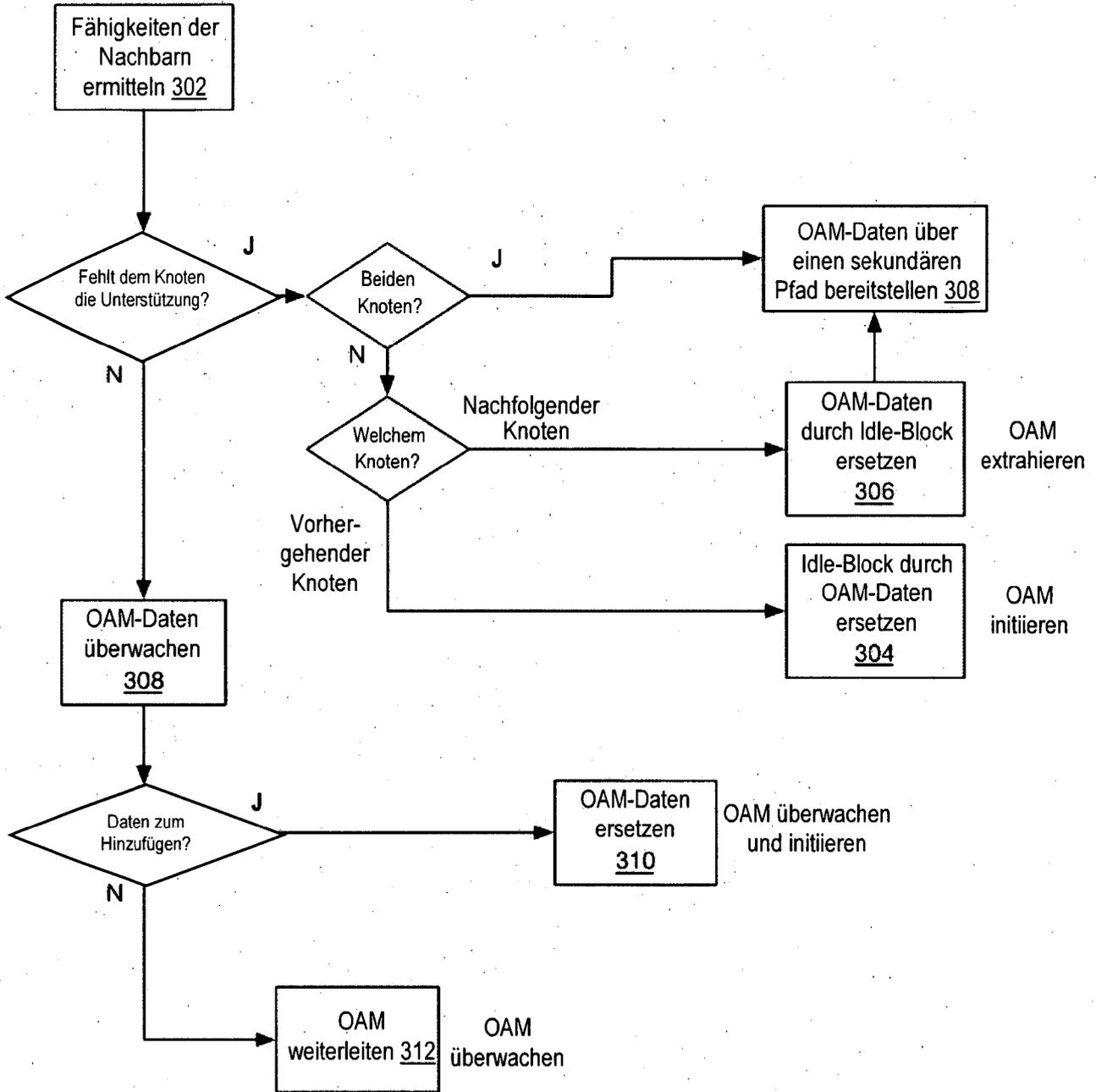


FIG. 3A

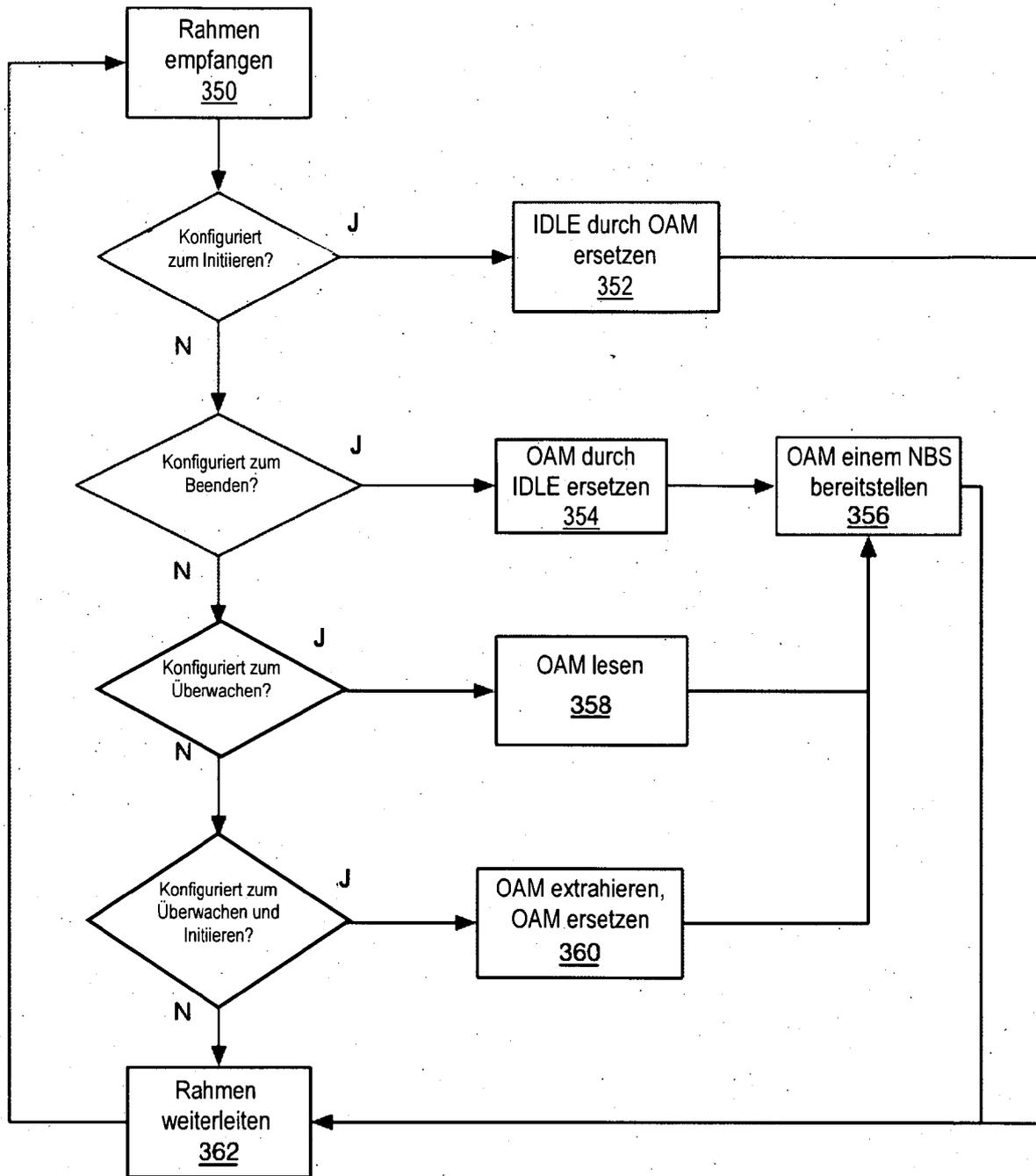


FIG. 3B

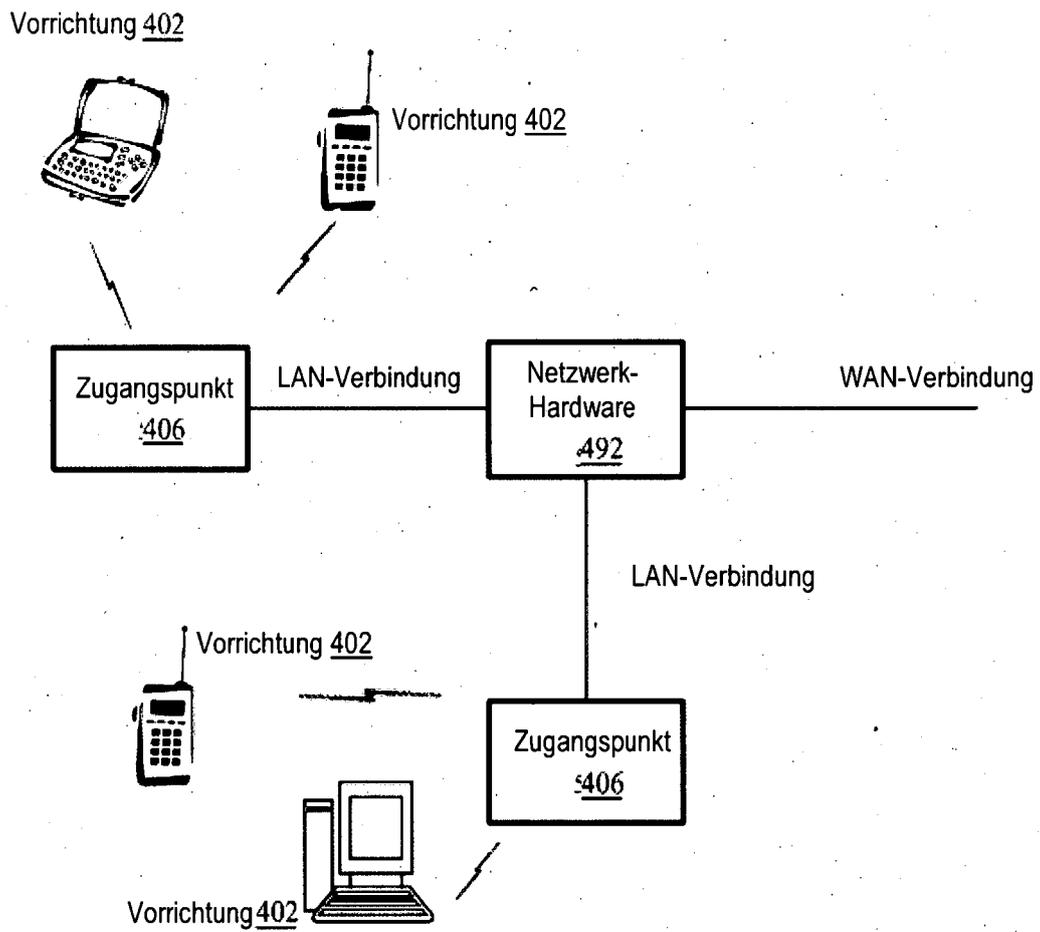


FIG. 4A

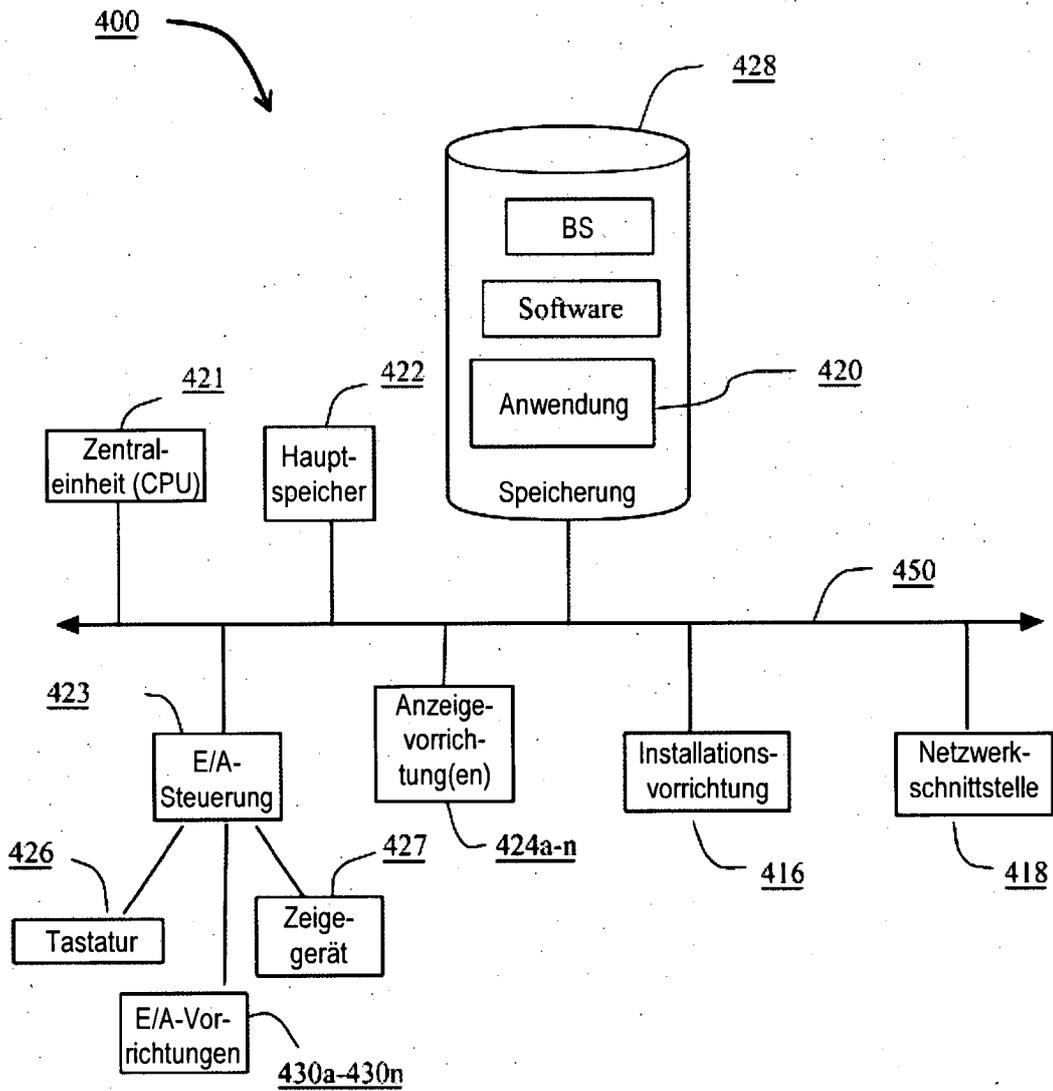


FIG. 4B

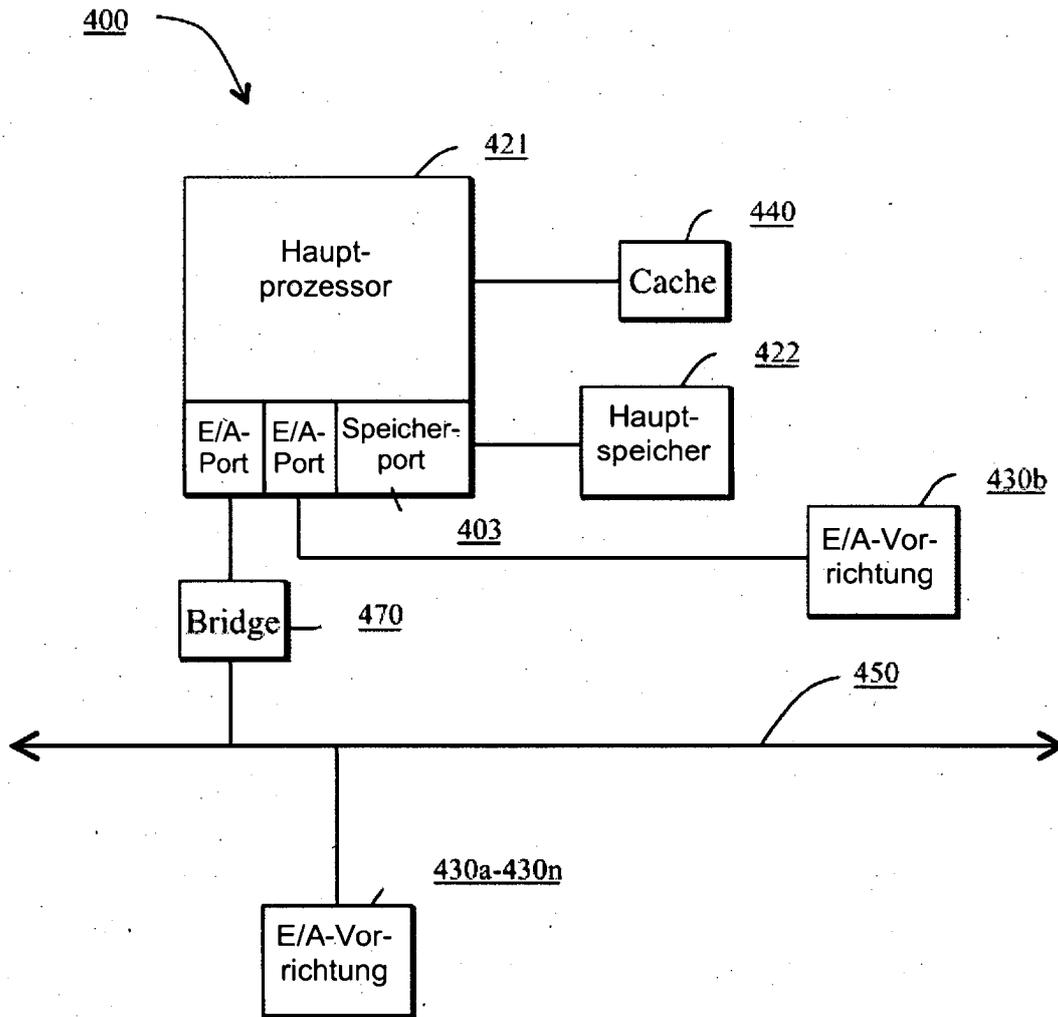


FIG. 4C