



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2007 015 628 B4 2008.12.24**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 015 628.8**  
 (22) Anmeldetag: **29.03.2007**  
 (43) Offenlegungstag: **09.10.2008**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **24.12.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 12/26 (2006.01)**  
**H04B 10/08 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**ADVA AG Optical Networking, 82152 Planegg, DE**

(72) Erfinder:  
**Hinderthür, Henning, Dr., 86923 Finning, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Eder & Schieschke, 80796 München**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 198 32 562 A1**  
**US2004/00 96 214 A1**  
**EP 13 09 125 B1**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Einrichtung zur Überwachung einer Datenübertragungsstrecke, insbesondere einer optischen bidirektionalen Datenübertragungsstrecke**

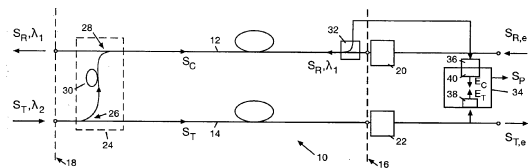
(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Überwachung einer Datenübertragungsstrecke, insbesondere einer optischen bidirektionalen Datenübertragungsstrecke,

(a) bei dem ein digitales Sendesignal ( $S_T$ ) auf einem ersten Übertragungspfad von einem Local-Ende (18) der Datenübertragungsstrecke (10) in Richtung auf ein Remote-Ende (16) der Datenübertragungsstrecke (10) übertragen und dort empfangen wird, und

(b) bei dem ein Teil der Leistung des am Local-Ende (18) gesendeten Sendesignals ( $S_T$ ) um eine vorgegebene Delay-Zeit ( $T_D$ ) ungleich Null verzögert auch auf einem zweiten Übertragungspfad als Kontrollsignal ( $S_C$ ) in Richtung auf das Remote-Ende (16) der Datenübertragungsstrecke (10) übertragen und dort empfangen wird,

(c) bei dem das am Remote-Ende (16) empfangene Sendesignal ( $S_T$ ) und das am Remote-Ende (16) empfangene Kontrollsignal ( $S_C$ ) jeweils auf das Auftreten von Ereignissen eines vorbestimmten Typs überprüft werden und

(d) bei dem abhängig von einer zeitlichen Korrelation und Häufigkeit des Auftretens der Ereignisse im empfangenen Sendesignal ( $S_T$ ) und im empfangenen Kontrollsignal ( $S_C$ ) eine Aussage über die Qualität der...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung einer Datenübertragungsstrecke, insbesondere einer optischen Datenübertragungsstrecke, mit dem Ziel, eine Aussage über die Performance der gesamten Datenübertragung oder eines einzelnen Dienstes als Teil der gesamten Datenübertragung an einem bestimmten Endpunkt der Übertragungsstrecke, einer sogenannten Demarkationslinie, zu treffen.

**[0002]** Insbesondere bei der kommerziellen Bereitstellung von Ethernet-basierten Verbindungsdiensten sind sogenannte Service Level Agreements in der Regel zentraler Bestandteil des Vertrags zwischen dem Netzbetreiber bzw. Dienstanbieter und dem Kunden. Derartige Service Level Agreements beschreiben detailliert eine vom Netzbetreiber bzw. Dienstanbieter mindestens zu garantierende permanente Performance der Datenübertragung bzw. des Dienstes an der festgelegten Demarkationslinie, das heißt üblicherweise an der Stelle, an der die Daten bzw. der Dienst an das Applikationsgerät des Kunden übergeben oder von diesem auf die Übertragungsstrecke eingespeist wird. Um eine bestimmte Performance eines solchen Dienstes oder eine bestimmte Qualität der Datenübertragung zu gewährleisten, ist die permanente digitale Überwachung der Datenübertragung oder des Protokolls an der Demarkationslinie erforderlich. Dies geschieht nach bekannten Verfahren in der Regel durch den Einsatz von aktiver Übertragungstechnik an der Demarkationslinie, das heißt am Kundenstandort, und durch die Messung und Auswertung digitaler Performancedaten wie z. B. „loss of ethernet frame“ oder dergleichen. Die Performancedaten werden dann üblicherweise über einen zusätzlichen Übertragungskanal vom Kundenstandort zum Standort des Netzbetreibers übermittelt.

**[0003]** Diese Art der aktiven Performanceüberwachung erlaubt die Überprüfung und Gewährleistung der Einhaltung von in Service Level Agreements festgeschriebenen Zusicherungen. Darüber hinaus wird hierdurch eine detaillierte Fehleranalyse im Störfall ermöglicht.

**[0004]** Der Einsatz von aktiver Übertragungstechnik zur Ermittlung von Performancedaten an einer Demarkationslinie, insbesondere zum Zweck der Überwachung spezieller Dienste, führt jedoch zu einer Erhöhung der Hard- und Softwarekosten sowie zu einer Erhöhung der Betriebskosten durch die erforderliche Wartung und Inbetriebnahme der aktiven Übertragungstechnik am Kundenstandort. Des Weiteren wird die Netzverfügbarkeit in Folge einer immer vorliegenden Ausfallwahrscheinlichkeit aktiver Übertragungstechnik verringert.

**[0005]** Aus der US 2004/0096214 A1 ist ein Testsystem zur Überwachung eines WDM-Übertragungssystems mit mindestens einem optischen Verstärker bekannt, bei dem ein spezielles Testsignal, beispielsweise erzeugt mittels eines Pseudo-Noise-Generators, über einen nicht benötigten Wellenlängenkanal übertragen wird. Der wenigstens eine optische Verstärker in der Übertragungsstrecke weist einen loop-back Pfad auf, über den ein Teil der Leistung des Testsignals in das das Testsignal sendende Terminal zurückübertragen wird. Mittels eines Komparators bzw. Korrelators werden das verzögert empfangene Testsignal und ein direkt vom Pseudo-Noise-Generator zugeführtes Signal, welches um die Signallaufzeit zwischen dem Terminal und dem optischen Verstärker verzögert ist, ausgewertet. Durch geeignete optische und elektronische Hardware kann dieses Testverfahren nacheinander für alle zur Verfügung stehenden WDM-Kanäle durchgeführt werden, wobei jedoch während des Testvorgangs keine Übertragung von Nutzsignalen möglich ist.

**[0006]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Überwachung einer Datenübertragungsstrecke, insbesondere einer optischen bidirektionalen Datenübertragungsstrecke zu schaffen, mit dem auf einfache und kostengünstige Art und Weise Performancedaten der gesamten Datenübertragung über die Übertragungsstrecke oder einzelner Dienste bestimmt werden können. Des Weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Realisierung dieses Verfahrens bereitzustellen.

**[0007]** Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 bzw. 10.

**[0008]** Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass aufwändige Installations- und Wartungsarbeiten an der Demarkationslinie bzw. am Kundenstandort vermieden werden können, wenn am Kundenstandort lediglich passive übertragungstechnische Mittel eingesetzt werden müssen, um eine Überwachung der Datenübertragungsstrecke hinsichtlich deren Performance an der Demarkationslinie von einem entfernten Ende aus, beispielsweise vom Standort des Netzbetreibers oder Dienstanbieters aus, durchzuführen.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird an der Demarkationslinie oder dem Local-Ende der Übertragungsstrecke lediglich eine Splitting- und Delay-Einheit vorgesehen, mittels welcher das an der Demarkationslinie, das heißt dem Local-Ende der Übertragungsstrecke, zu sendende Sendesignal nicht nur einem ersten Datenübertragungspfad, sondern, um eine vorbestimmte Delay-Zeit ungleich Null verzögert, auch einem zweiten Übertragungs-

pfad der Übertragungsstrecke zugeführt. Der zweite Übertragungspfad ist bei bidirektionalen Datenübertragungsstrecken, welche mittels zweier separater Datenübertragungspfade realisiert ist, beispielsweise mittels zweier Lichtwellenleiter, ohnehin vorhanden. Die beiden Übertragungspfade können jedoch auch mittels einem einzigen Übertragungsmedium, beispielsweise einem einzigen Lichtwellenleiter realisiert sein. Um eine unerwünschte Überlagerung von Signalen mit gleicher Übertragungsrichtung zu vermeiden, können hierfür unterschiedliche Wellenlängen oder Signale mit orthogonalen Polarisationsrichtungen verwendet werden.

**[0010]** Am Remote-Ende der Datenübertragungsstrecke, das heißt beispielsweise am Standort des Netzbetreibers oder Diensteanbieters, muss erfindungsgemäß lediglich eine Empfangs- und Auswerteeinheit vorgesehen sein, welcher jeweils das am Remote-Ende auf dem ersten und zweiten Übertragungspfad empfangene Sendesignal zugeführt ist. Die Empfangs- und Auswerteeinheit kann dann die empfangenen Sendesignale jeweils auf das Auftreten von Ereignissen eines vorbestimmten Typs überprüfen und abhängig von einer zeitlichen Korrelation und abhängig von der Häufigkeit des Auftretens der Ereignisse im über den ersten Übertragungspfad übertragenen und empfangenen Sendesignal und im über den zweiten Übertragungspfad übertragenen Kontrollsignal eine Aussage über die Qualität der Übertragungsstrecke treffen.

**[0011]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung kann die Übertragungsstrecke bidirektional ausgebildet sein, das heißt auf dem zweiten Datenübertragungspfad kann ein Empfangssignal vom Remote-Ende in Richtung auf das Local-Ende der Datenübertragungsstrecke übertragen und dort, das heißt an der Demarkationslinie, empfangen werden. Die auf dem zweiten Datenübertragungspfad gegenläufigen Signale, das heißt einerseits das Kontrollsignal und andererseits das vom Remote-Ende zum Local-Ende übertragene Empfangssignal beeinflussen sich bei Auswahl einer geeigneten Übertragungstechnik und einem geeigneten Übertragungsmedium zur Ausbildung des zweiten Übertragungspfades nicht. Beispielsweise kann bei einer optischen Übertragungsstrecke ein Lichtwellenleiter die gegenläufigen Signale führen, wobei diese auch unterschiedliche Wellenlängen aufweisen können.

**[0012]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird bei einem um einen Betrag kleiner als der Betrag der Differenz der Signallaufzeiten über den ersten und zweiten Übertragungspfad verzögerten Auftreten der Ereignisse im empfangenen Sendesignal und im empfangenen Kontrollsignal die Entscheidung getroffen, dass die Ursache für das Entstehen der Ereignisse eine Beeinträchtigung beider Übertragungspfade ist. Denn in diesem Fall muss die Beeinträchtigung der beiden Signale an einem Punkt der Übertragungsstrecke erfolgt sein, der, in Übertragungsrichtung gesehen, nach dem Splitten des Sendesignals und dem Zuführen des Kontrollsignals auf dem zweiten Übertragungspfad liegt. Zudem muss eine Beeinträchtigung der Übertragungsstrecke vorliegen bzw. vorgelegen haben, die beide Übertragungspfade in gleicher Weise betrifft.

**[0013]** Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die Entscheidung getroffen, dass die Ursache für das Entstehen von Ereignissen, welche beide Signale aufweisen, jedoch um die Delay-Zeit plus der Differenz der Signallaufzeiten über den ersten und zweiten Übertragungspfad verzögert, keine Beeinträchtigung eines der beiden Übertragungspfade ist, sondern dass das betreffende Ereignis bereits vor dem Splitten des Sendesignals an der Demarkationslinie in diesem enthalten war. Derartige Ereignisse können somit bei der Ermittlung der Aussage über die Qualität der Übertragungsstrecke außer Betracht bleiben.

**[0014]** Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird bei einem Auftreten des Ereignisses nur entweder im empfangenen Sendesignal oder im empfangenen Kontrollsignal die Entscheidung getroffen, dass die Ursache für das Entstehen dieses Ereignisses eine Beeinträchtigung entweder des ersten oder des zweiten Übertragungspfades ist bzw. war.

**[0015]** Nach der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird für das Treffen der vorstehend erläuterten Entscheidungen die Kreuzkorrelationsfunktion des am Remote-Ende der Datenübertragungsstrecke empfangenen Sendesignals und des dort empfangenen Kontrollsignals oder entsprechender vom empfangenen Sendesignal und vom empfangenen Kontrollsignal abgeleiteter Signale verwendet. Vorzugsweise wird die normierte Kreuzkorrelationsfunktion zur Bewertung des jeweils zu untersuchenden Signals eingesetzt. Die Kreuzkorrelationsfunktion kann dabei laufend (quasi-kontinuierlich) jeweils für zeitliche Abschnitte vorbestimmter Länge der beiden Signale ermittelt werden.

**[0016]** Anstelle einer Kreuzkorrelation der empfangenen Signale können auch hiervon abgeleitete digitale Ereignis-Signale verwendet werden, in welchen das Auftreten eines Ereignisses beispielsweise durch einen Impuls dargestellt ist. In der Praxis kann hierfür ein Ereigniszähler, beispielsweise ein „bad frame Zähler“ eingesetzt werden.

**[0017]** Vorzugsweise wird die Korrelationsfunktion jedoch nur dann berechnet, wenn im betreffenden zeitlichen Abschnitt ein Ereignis enthalten ist. Die zeitliche Länge des Abschnitts wird mindestens so groß gewählt, wie die Summe des Betrags der Laufzeitdifferenz über die beiden Übertragungspfade und die vorbestimmte Delay-Zeit. Des Weiteren genügt es, die Kreuzkorrelationsfunktion an ausgewählten Punkten zu berechnen.

**[0018]** Weist die Kreuzkorrelation der beiden Signale für eine zeitliche Verschiebung  $\tau$  kleiner oder gleich der Differenz der Signallaufzeiten den Wert Eins auf, so ist davon auszugehen, dass die beiden Signale, welche das Ereignis beinhalten, identisch sind und lediglich um einen Betrag kleiner als die Differenz der Signallaufzeiten über die beiden Übertragungspfade verzögert am Remote-Ende empfangen wurden. In diesem Fall ist das betreffende Ereignis auf eine Beeinträchtigung der Übertragungsstrecke zurückzuführen und muss daher bei der Ermittlung der Performance oder Qualität der Übertragungsstrecke berücksichtigt werden.

**[0019]** Diese Aussage kann auch durch die Auswertung der Kreuzkorrelationsfunktion an der Stelle  $\tau$  gleich der Summe der Delay-Zeit und der Differenz der Signallaufzeiten getroffen werden. Wird an dieser Stelle ein Wert von Null ermittelt, obwohl in beiden Signalen ein Ereignis vorliegt, so muss das Ereignis nach dem Splitten des Sendesignals in diesem bzw. im Kontrollsignal entstanden sein. Das Ereignis muss daher berücksichtigt werden. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass die Kreuzkorrelationsfunktion lediglich für ein bestimmtes  $\tau$  berechnet werden muss.

**[0020]** Wird für die Kreuzkorrelationsfunktion ein Wert von Eins für eine zeitliche Verschiebung gleich der Delay-Zeit plus der Differenz der Signallaufzeiten über die beiden Übertragungspfade festgestellt, so kann definitiv ausgesagt werden, dass die betreffende Beeinträchtigung nicht im Verlauf der zu überwachenden Übertragungsstrecke vorgelegen hat, sondern vor dem Punkt des Splittens des Sendesignals am Local-Ende der Übertragungsstrecke.

**[0021]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung kann die Gesamtverzögerungszeit der beiden remote-seitigen Empfangssignale als Summe der Delay-Zeit und der Differenz der Signallaufzeiten im ersten und zweiten Übertragungspfad bestimmt in einem Initialisierungsprozess bestimmt werden. Hierzu kann beispielsweise am Remote-Ende der Übertragungsstrecke das auf dem ersten Übertragungspfad empfangene Sendesignal mit dem auf dem zweiten Übertragungspfad empfangenen Kontrollsignal in Bezug auf ein bestimmtes Signalmuster verglichen werden. Die zeitliche Verschiebung zwischen zwei identischen Muster in den beiden Signalen kann dann ebenfalls durch eine Auswertung der Kreuzkorrelationsfunktion ermittelt werden. Gegebenenfalls kann eine derartige Messung mit oder ohne dem Verzögerungsglied am Local-Ende der Übertragungsstrecke vorgenommen werden. Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann bei einer bidirektionalen Datenübertragung ein Teil der Leistung des auf dem zweiten Übertragungspfad am Local-Ende der Datenübertragungsstrecke empfangenen Empfangssignals wieder in Richtung auf das Remote-Ende auf den ersten Übertragungspfad übergekoppelt und am Remote-Ende empfangen werden. Das am Remote-Ende empfangene Empfangssignal, welches sich selbstverständlich nicht untrennbar mit dem bereits auf dem ersten Übertragungspfad übertragenen Sendesignal überlagern darf, wird auf das Auftreten von Ereignissen des selben Typs oder eines vorbestimmten weiteren Typs überprüft, wobei die Anzahl der pro Zeiteinheit auftretenden Ereignisse als Maß für das Treffen der Aussage über die Qualität des zweiten Übertragungspfads der Übertragungsstrecke verwendet wird. Hierbei handelt es sich um eine Worst-Case-Betrachtung, da die Anzahl der in Folge von möglicherweise auftretenden Beeinträchtigungen der Übertragungsstrecke sowohl im ersten als auch im zweiten Übertragungspfad selbstverständlich eine Obergrenze für die allein im zweiten Übertragungspfad aufgetretenen Beeinträchtigungen darstellt.

**[0022]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigen

**[0023]** [Fig. 1](#) eine optische Übertragungsstrecke mit einer Local-seitigen Splitting- und Delay-Einheit und einer Empfangs- und Auswerteeinheit nach der Erfindung und

**[0024]** [Fig. 2](#) eine weitere Ausführungsform der Übertragungsstrecke in [Fig. 1](#) mit einer weiteren Local-seitigen Koppeleinheit.

**[0025]** [Fig. 3](#) eine weitere Ausführungsform einer Übertragungsstrecke analog [Fig. 2](#), jedoch realisiert mit einem einzigen Lichtwellenleiter.

**[0026]** Die in [Fig. 1](#) dargestellte optische Übertragungsstrecke **10** umfasst zwei Lichtwellenleiter **12**, **14**, von denen der Lichtwellenleiter **12** ein optisches Empfangssignal  $S_R$  mit der Wellenlänge  $\lambda_1$  von einem Remote-En-

de **16** zu einem Local-Ende **18** überträgt und ein Lichtwellenleiter **14** ein optisches Sendesignal  $S_T$  mit der Wellenlänge  $\lambda_2$  vom Local-Ende **18** zum Remote-Ende **16**. Am Remote-Ende **16** der Übertragungsstrecke **10** ist eine elektrische-optische Wandlereinheit **20** vorgesehen, welche eine elektrisch-optische Wandlung des elektrischen Empfangssignals  $S_{R,e}$  in das optische Empfangssignal  $S_R$  vornimmt und eine optisch-elektrische Wandlereinheit **22**, welche das remote-seitig empfangene optische Sendesignal  $S_T$  in ein elektrisches Sendesignal  $S_{T,e}$  wandelt. In der Praxis können die elektrische-optische Wandlereinheit **20** und die optisch-elektrische Wandlereinheit **22** beispielsweise in einer Kanalkarte enthalten sein.

**[0027]** Am Local-Ende **18** der Übertragungsstrecke **10** ist eine Splitting- und Delay-Einheit **24** vorgesehen, die einen ersten Koppler **26**, einen zweiten Koppler **28** und eine Delay-Einheit **30** umfasst. Der erste Koppler **26** koppelt einen vorbestimmten Teil der Lichtleistung des optischen Sendesignals  $S_T$  aus dem Lichtwellenleiter **14** aus und führt dieses Signal der Delay-Einheit **30** zu, die das Signal um eine vorbestimmte Delay-Zeit mit einem Wert ungleich Null verzögert. Die Verzögerungseinheit kann beispielsweise aus einem Lichtwellenleiter vorbestimmter Länge bestehen, wobei die Signal-Gruppengeschwindigkeit multipliziert mit der Länge des Lichtwellenleiters die Delay-Zeit ergibt. Das verzögerte Signal wird als Kontrollsignal  $S_C$  über den zweiten Koppler **28** in den Lichtwellenleiter **12** eingekoppelt.

**[0028]** Am Remote-Ende **16** wird das Kontrollsignal  $S_C$  mittels eines dritten Kopplers **32** aus dem Lichtwellenleiter **12** ausgekoppelt und einer Empfangs- und Auswerteeinheit **34** zugeführt. An dieser Stelle sei erwähnt, dass es sich bei den Kopplern **26**, **28** und **32** um übliche, auch wellenlängenabhängige Koppler handeln kann.

**[0029]** Der Empfangs- und Auswerteeinheit **34** ist des Weiteren auch das von der optisch-elektrischen Wandlereinheit **22** bereits optisch-elektrisch gewandelte Sendesignal  $S_{T,e}$  zugeführt.

**[0030]** Die Empfangs- und Auswerteeinheit **34** wandelt zunächst das ihr zugeführte Kontrollsignal  $S_C$  optisch elektrisch mittels einer von ihr umfassten optisch-elektrischen Wandlereinheit **36** und führt das gewandelte Signal einem zweiten Ereignisdetektor **40** zu. Dieser wertet das optisch-elektrisch gewandelte Kontrollsignal  $S_{C,e}$  hinsichtlich des Auftretens von Ereignissen eines vorbestimmten Typs aus, wie beispielsweise eines „loss of frame“ in einem Ethernet-Signal. Derartige Verfahren für eine Ethernet-Frame-Analyse sind bekannt. Das Ausgangssignal des Ereignisdetektors **40**, das Ereignissignal  $E_C$ , in welchem beispielsweise jeder „bad frame“ durch einen Impuls repräsentiert ist, kann dann mit geringerem Aufwand weiter verarbeitet bzw. ausgewertet werden als das hochbitratige Sendesignal  $S_{T,e}$ .

**[0031]** In gleicher Weise wertet ein erster, von der Empfangs- und Auswerteeinheit **34** umfasster Ereignisdetektor **38** das ihm zugeführte, bereits optisch-elektrisch gewandelte Sendesignal  $S_{T,e}$  hinsichtlich des Auftretens von Ereignissen des vorbestimmten Typs aus und erzeugt ein entsprechendes Ereignissignal  $E_T$ .

**[0032]** Die Empfangs- und Auswerteeinheit **34** werten dann die Ereignissignale  $E_C$  und  $E_T$  nach folgendem Verfahren aus, wobei darauf hingewiesen wird, dass dieses Verfahren, was die Korrelationsanalyse anbelangt, auch unmittelbar mit den hochbitratigen Signalen  $S_{C,e}$  und  $S_{T,e}$  durchgeführt werden könnte: Zur Durchführung dieses Auswerteverfahrens muss der Empfangs- und Auswerteeinheit **34** der gesamte Laufzeitunterschied  $T_{total}$  zwischen den Signalen  $S_C$  und  $S_T$  bekannt sein. Dieser Wert kann der Empfangs- und Auswerteeinheit **34** entweder mitgeteilt werden oder er wird von ihr in einem Initialisierungsprozess ermittelt. Hierzu kann die Empfangs- und Auswerteeinheit **34** beispielsweise für zwei zeitliche Ausschnitte der Signale  $S_C$  und  $S_T$  die Kreuzkorrelationsfunktion berechnen und das Maximum der Kreuzkorrelationsfunktion bestimmen. Würden die Signale bei der Übertragung vom Local-Ende **18** zum Remote-Ende **16** nicht beeinträchtigt und sind daher identisch, so ergibt sich der Maximalwert der Kreuzkorrelationsfunktion für eine zeitliche Verschiebung  $\tau$  gleich der zeitlichen Verschiebung der empfangenen Signale. Dieser Wert kann dann von der Empfangs- und Auswerteeinheit **34** bedarfsweise gespeichert werden. Selbstverständlich kann die Genauigkeit durch eine mehrfache Wiederholung dieser Vorgehensweise und die Mittelung der so erhaltenen Werte verbessert werden.

**[0033]** Die Laufzeitdifferenz der Signale über die beiden Lichtwellenleiter **12**, **14** kann in analoger Weise bestimmt werden, wobei hierzu die Delay-Einheit **30** durch eine entsprechende Kopplereinheit ohne Verzögerungszeit ersetzt werden müsste. Alternativ kann eine Delay-Einheit verwendet werden, die eine kontinuierliche oder Stufenweise Einstellung der Delay-Zeit ermöglicht, einschließlich der Delay-Zeit  $T_D = 0$ .

**[0034]** An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Delay-Zeit sinnvoll gewählt werden muss, vorzugsweise deutlich größer als der Betrag der Laufzeitdifferenz über die beiden Übertragungspfade. Dabei kann im Rahmen des Initialisierungsprozesses die Laufzeitdifferenz bestimmt und anschließend die Delay-Zeit  $T_D$  in

geeigneter Weise gewählt werden.

**[0035]** Kennt die Empfangs- und Auswerteeinheit **34** einmal die Summe aus der Delay-Zeit  $T_D$  und der Laufzeitdifferenz der Signale über den Lichtwellenleiter **14** (erster Übertragungspfad) und den Lichtwellenleiter **12** (zweiter Übertragungspfad), so diese die Auswertung der Ereignissignale  $E_T$  und  $E_C$  wie folgt vornehmen: Stellt die Empfangs- und Auswerteeinheit **34** in wenigstens einem der Ereignissignale  $E_T$  und  $E_C$  das Auftreten eines Ereignisses fest, so berechnet sie die Kreuzkorrelationsfunktion dieser Signale für einen ausreichend großen Zeitabschnitt, in welchem das wenigstens eine detektierte Ereignis liegt. Die Auswahl des Zeitabschnitts erfolgt dabei unter Verwendung der Information über den gesamten Laufzeitunterschied  $T_{total}$ , wobei der Zeitabschnitt mindestens so groß wie der Laufzeitunterschied  $T_{total}$  gewählt wird.

**[0036]** Wird für die Kreuzkorrelationsfunktion für eine zeitliche Verschiebung  $\tau$  gleich  $T_{total}$  ein Wert von Eins ermittelt, so bedeutet dies, dass in beiden Signalen ein Ereignis enthalten war und diese exakt um  $T_{total}$  verzögert am Remote-Ende eingetroffen sind. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn das betreffende Ereignis bereits vor der Splitting- und Delay-Einheit im Sendesignal  $S_T$  enthalten war. Damit kann das Auftreten dieses Ereignisses nicht der Übertragungsstrecke angelastet werden.

**[0037]** Wird beispielsweise eine Aussage über die Performance der Übertragungsstrecke, die durch den Lichtwellenleiter **14** gebildet ist, durch das Zählen von Ereignissen in einer bestimmten Zeiteinheit getroffen, so kann das Ergebnis der Kreuzkorrelationsfunktion für  $\tau$  gleich  $T_{total}$  dazu verwendet werden, um das Signal  $E_T$  zu bewerten. Ist der Wert der Kreuzkorrelationsfunktion gleich Eins, so wird das betreffende Ereignis nicht gezählt. Ist der Wert der Kreuzkorrelationsfunktion gleich Null für  $\tau$  gleich  $T_{total}$ , so wird das Ereignis gezählt.

**[0038]** Diese Vorgehensweise ist nochmals kurz in der nachstehenden Tabelle dargestellt, wobei mit  $K(\tau)$  die normierte Kreuzkorrelationsfunktion der beiden zu korrelierenden Signale  $S_T$  und  $S_C$  bzw. der entsprechenden zeitlichen Abschnitte dieser Signale bezeichnet ist:

$K(\tau = T_{total}) = 1$	Ereignis nicht von der Übertragungsstrecke verursacht; Ereignis kann ausgeblendet werden;
$K(\tau = T_{total}) = 0$	Ereignis muss berücksichtigt werden;

**[0039]** Mit anderen Worten, ein im Signal  $E_T$  enthaltenes Ereignis kann unberücksichtigt bleiben, wenn im Signal  $E_C$  ein um die Delay-Zeit  $T_D$  plus die Differenz der Signallaufzeiten in den Lichtwellenleitern **12** und **14** verzögertes Ereignis enthalten ist. Denn in diesem Fall muss das betreffende Ereignis bereits im Signal  $S_T$  enthalten gewesen sein, das dem Local-Ende **18** zugeführt wurde. Ist die Verzögerung des im Signal  $E_C$  enthaltenen Ereignisses dagegen kleiner oder gleich der reinen Laufzeitdifferenz der Signale über die Lichtwellenleiter **12**, **14** so muss der Fehler durch eine Beeinträchtigung beider Lichtwellenleiter entstanden sein.

**[0040]** Somit ist nach diesem Verfahren zur Ermittlung einer Aussage über die Performance der gesamten Datenübertragung oder eines einzelnen Dienstes über die Übertragungsstrecke, die durch den Lichtwellenleiter **14** einem Teilnehmer an der Demarkationslinie bzw. dem Local-Ende **18** zur Verfügung gestellt wird, lediglich die passive Splitting- und Delay-Einheit **24** erforderlich. Die Auswertung kann remote-seitig erfolgen.

**[0041]** Die Empfangs- und Auswerteeinheit **34** ermittelt mit diesem Verfahren eine Aussage über die Performance an der local-seitigen Demarkationslinie und kann diese Information mittels eines Performance-Signals  $S_p$  an beliebige Stellen oder Einheiten abgeben.

**[0042]** [Fig. 2](#) zeigt eine Weiterbildung der Übertragungsstrecke **10** in [Fig. 1](#), wobei am Local-Ende eine weitere Kopeleinheit **42** und am Remote-Ende eine weiterer Koppler **48** vorgesehen ist.

**[0043]** Die Kopeleinheit **42** kann, wie in [Fig. 2](#) dargestellt, aus zwei separaten Kopplern **44**, **46** gebildet sein. Sie kann jedoch auch zusammen mit der Kopeleinheit **24** integriert ausgebildet sein. Durch den Einsatz der weiteren Kopeleinheit **42** wird ein Teil der Leistung des Signals  $S_R$  mittels des Kopplers **44** aus dem Lichtwellenleiter **12** ausgekoppelt und über den Koppler **46** in Richtung auf das Remote-Ende in den Lichtwellenleiter **14** eingekoppelt. Dieses in Richtung auf das Remote-Ende zurückgeführte und dort empfangene Signal  $R_{R,back}$ , weist eine von der Wellenlänge  $\lambda_2$  des Sendesignals  $S_T$  verschiedene Wellenlänge  $\lambda_1$  auf.

**[0044]** Das Signal  $S_{R,back}$  wird am Remote-Ende mittels des vorzugsweise wellenlängenselektiven Kopplers **48** ausgekoppelt und der Empfangs- und Auswerteeinheit **34** zugeführt. Diese wandelt das Signal  $S_{R,back}$  mittels

einer von ihr umfassten optisch-elektrischen Wandlereinheit **50** in ein entsprechendes elektrisches Signal um und führt dieses einem ebenfalls von ihr umfassten weiteren Ereignisdetektor **50** zu. Der Ereignisdetektor **50**, der in gleicher Weise ausgebildet sein kann, wie die Ereignisdetektoren **38**, **40**, kann das ihm zugeführte Signal und optisch-elektrisch gewandelte  $S_{R,back}$  auf das Vorliegen des selben Typs von Ereignissen untersuchen wie die Ereignisdetektoren **34**, **40** oder auch auf einen anderen Typ, abhängig davon, wie die Performance der Übertragungsstrecke, die durch den Lichtwellenleiter **12** gebildet ist, an der local-seitigen Demarkationslinie definiert ist.

**[0045]** Beispielsweise kann die Performance-Aussage wieder über die pro Zeiteinheit auftretenden Ereignisse eines bestimmten Typs definiert sein, die vom Ereignisdetektor **50** erfasst werden. Die Empfangs- und Auswerteeinheit **34** kann diese Information ebenfalls in das Performance-Signal  $S_p$  aufnehmen und an beliebige weitere Stellen oder Einheiten übermitteln.

**[0046]** Da das am Remote-Ende empfangene Signal  $S_{R,back}$  jedoch auch die Einflüsse des Übertragungspfades vom Local-Ende zum Remote-Ende, d. h. insbesondere Einflüsse des Lichtwellenleiters **14** mit beinhaltet, kann die Performance-Aussage nur in der Weise getroffen werden, dass als Worst-Case-Betrachtung davon ausgegangen wird, dass die zugesicherte Performance am Local-Ende in jedem Fall erfüllt ist, wenn diese nicht basierend auf ein am Local-Ende empfangenes Signal ermittelt wird, sondern basierend auf ein zusätzlich vom Local-Ende erneut zum Remote-Ende zurück übertragenes Signal.

**[0047]** Wie bereits vorstehend erwähnt, können der erste und der zweite Übertragungspfad mittels eines einzigen Übertragungsmediums, beispielsweise mittels eines einzigen Lichtwellenleiters ausgebildet sein. Eine derartige Ausführungsform, deren Funktionsweise im Übrigen der Ausführungsform in [Fig. 2](#) entspricht, ist in [Fig. 3](#) dargestellt. Anstelle zweier Lichtwellenleiter für den ersten bzw. zweiten Übertragungspfad ist ein einziger Lichtwellenleiter **13** vorgesehen, der sämtliche optischen Signale führt. Um eine optische Trennung der in einer Richtung geführten optischen Signale zu ermöglichen, werden diese mit jeweils zueinander orthogonalen Polarisationsrichtungen versehen. Da die elektrische Signalverarbeitung nach der optisch-elektrischen bzw. elektrisch optischen Wandlung der Signale identisch ist mit der Ausführungsform in [Fig. 2](#), ist in [Fig. 3](#) lediglich der rein optische Übertragungsweg zwischen dem Remote-Ende **16** und dem Local-Ende **18** der optischen Übertragungsstrecke dargestellt.

**[0048]** Das optische Sendesignal  $S_T$  bei einer Wellenlänge  $\lambda_2$  wird mit einer ersten Polarisationsrichtung  $P_1$  der Übertragungsstrecke am Local-Ende **18** zugeführt. Mittels eines ersten, vorzugsweise wellenlängenselektiven Kopplers **60** wird ein Teil der optischen Leistung des Signals  $S_T$  ausgekoppelt und einer Polarisationsdreheinheit **62** zugeführt. Dieses Teilsignal stellt das optische Kontrollsignal dar und wird daher in seiner Polarisationsrichtung so beeinflusst, dass diese orthogonal zur Polarisationsrichtung  $P_1$  des Sendesignals  $S_T$  ist. Dieses optische Signal mit der Polarisationsrichtung  $P_2$  wird dann mittels der Delay-Einheit **24** gegenüber dem Sendesignal  $S_T$  um die vorbestimmte Delay-Zeit  $T_D$  verzögert und mittels eines weiteren, wellenlängenselektiven Kopplers **64** als optisches Kontrollsignal  $S_C$  wieder dem Lichtwellenleiter **13** zugeführt. Die Koppler **60** und **64** sind vorzugsweise so beschaffen, dass sie lediglich Signale mit der Lichtwellenlänge  $\lambda_2$  aus dem Lichtwellenleiter **13** ein- bzw. auskoppeln.

**[0049]** Im Bereich des Remote-Endes **16** ist ein wellenlängenselektiver Koppler **66** vorgesehen, welcher den Lichtwellenleiter **13**, der Signale mit den Wellenlängen  $\lambda_2$  bzw.  $\lambda_1$  in jeweils eigene Signalpfade trennt bzw. diese Signale zusammenführt. In jedem getrennten Signalpfad ist ein Splitting-Einheit **68** angeordnet, welche jeweils ihr zugeführte optische Signale mit den orthogonalen Polarisationsrichtungen  $P_1$  und  $P_2$  jeweils getrennten Signalpfaden zuführt.

**[0050]** Damit werden das Sendesignal  $S_T$  und das optische Kontrollsignal  $S_C$  mit der Wellenlänge  $\lambda_2$  durch den Koppler **66** der im unteren Signalpfad in [Fig. 3](#) vorgesehenen Splitting-Einheit **68** zugeführt. Diese separiert die Signale  $S_T$  und  $S_C$ , so dass diese am Remote-Ende in der in Verbindung mit [Fig. 2](#) erläuterten Weise elektrisch-optisch gewandelt und weiter verarbeitet werden können.

**[0051]** In analoger Weise wird der im remote-seitigen Signalpfad für die Signale mit der Wellenlänge  $\lambda_1$  angeordneten Splitting-Einheit **68** am Port für Signale der Polarisationsrichtung  $P_1$  das Empfangssignal  $S_R$  zugeführt. Liegt dieses Signal bereits als Signal mit der Polarisationsrichtung  $P_1$  vor, so kann in der Splitting-Einheit **68** ein entsprechendes Polarisationsfilter entfallen, bzw. muss die Splittingeinheit für das Zuführen des Signals  $S_R$  mit der Wellenlänge  $\lambda_1$  zum Koppler **66** keine entsprechend polarisierende Eigenschaft aufweisen. Das Signal  $S_R$  wird dann über den wellenlängenselektiven Koppler **66** dem Lichtwellenleiter **13** zugeführt.

**[0052]** Im Bereich des Local-Endes ist ein weiterer, vorzugsweise wellenlängenselektiver Koppler **70** vorgesehen, der ein Teil der Leistung des Signals  $S_R$  auskoppelt und einer Polarisationsdreheinheit **72** zuführt. Diese dreht die Polarisationsrichtung  $P_1$  des Signals  $S_R$  in die orthogonale Polarisationsrichtung  $P_2$  und führt dieses Signal  $S_{R,back}$  dem weiteren wellenlängenselektiven Koppler **74** zu, welcher das Signal  $S_{R,back}$  wieder dem Lichtwellenleiter **13** in Richtung auf das Remote-Ende zuführt. Um nicht zusätzlich auch einen Signalweg vom Koppler **74** über den Koppler **70** zu ermöglichen, kann in der Splitting-Einheit **92** ein optischer Isolator (nicht dargestellt) vorgesehen sein, der das im ausgangsseitig über den Koppler **74** zugeführte Signal absorbiert.

**[0053]** Am Remote-Ende wird das Signal  $S_{R,back}$  über den Koppler **66** dem oberen Signalpfad in **Fig. 3** zugeführt und mittels der Splitting-Einheit dem betreffenden Port für die Signale der Polarisationsrichtung  $P_2$ . Damit können nach der elektrisch-optischen Wandlung des Signals  $S_{R,back}$  die Signale  $S_R$  und  $S_{R,back}$  am Remote-Ende in der in Verbindung mit **Fig. 2** erläuterten Weise (elektrisch) weiter verarbeitet werden.

**[0054]** Bei der in **Fig. 3** dargestellten Variante können die Koppler **60** und **64** sowie die Delay-Einheit **24** und die Polarisationsdreheinheit **62** zu einer Splitting- und Delay-Einheit **30'** zusammengefasst sein. Diese kann dann auf einfache Weise am Local-Ende **18** installiert werden, wozu die Splitting- und Delay-Einheit **30'** mit ihren Ein- und Ausgangsports mittels lösbarer oder nicht lösbarer Verbindungsvorrichtungen, beispielsweise mittels Steckern und/oder Buchsen mit der eigentlichen Lichtwellenleiterübertragungsstrecke verbunden werden kann. Gleiches gilt auch für die Koppler **70** und **74** sowie die Polarisationsdreheinheit **72**, die ebenfalls zu einer Koppereinheit **42'** zusammengefasst sein können. Ebenso können die Splitting-Einheiten **68** und der wellenlängenselektive Koppler **66** zu einer Einheit **76** zusammengefasst sein, welche Signale der Wellenlängen  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  und mit den orthogonalen Polarisationsrichtungen  $P_1$  und  $P_2$  jeweils unterschiedlichen Ports zuordnet. Selbstverständlich können die Einheiten **30'**, **42'** und **76**, ebenso wie die Einheiten **24** und **30** in **Fig. 1** bzw. **Fig. 2** auch mittels anderer Komponenten realisiert sein, solange an bezüglich der Eingangsports und Ausgangsports dieser Einheiten die vorbeschriebenen Funktionalitäten realisiert sind.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung einer Datenübertragungsstrecke, insbesondere einer optischen bidirektionalen Datenübertragungsstrecke,

(a) bei dem ein digitales Sendesignal ( $S_T$ ) auf einem ersten Übertragungspfad von einem Local-Ende (**18**) der Datenübertragungsstrecke (**10**) in Richtung auf ein Remote-Ende (**16**) der Datenübertragungsstrecke (**10**) übertragen und dort empfangen wird, und

(b) bei dem ein Teil der Leistung des am Local-Ende (**18**) gesendeten Sendesignals ( $S_T$ ) um eine vorgegebene Delay-Zeit ( $T_D$ ) ungleich Null verzögert auch auf einem zweiten Übertragungspfad als Kontrollsignal ( $S_C$ ) in Richtung auf das Remote-Ende (**16**) der Datenübertragungsstrecke (**10**) übertragen und dort empfangen wird,

(c) bei dem das am Remote-Ende (**16**) empfangene Sendesignal ( $S_T$ ) und das am Remote-Ende (**16**) empfangene Kontrollsignal ( $S_C$ ) jeweils auf das Auftreten von Ereignissen eines vorbestimmten Typs überprüft werden und

(d) bei dem abhängig von einer zeitlichen Korrelation und Häufigkeit des Auftretens der Ereignisse im empfangenen Sendesignal ( $S_T$ ) und im empfangenen Kontrollsignal ( $S_C$ ) eine Aussage über die Qualität der Übertragungsstrecke (**10**) getroffen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem zweiten Übertragungspfad zur Realisierung einer bidirektionalen Datenübertragungsstrecke ein digitales Empfangssignal ( $S_R$ ) von dem Remote-Ende (**16**) der Datenübertragungsstrecke (**10**) in Richtung auf das Local-Ende (**18**) der Datenübertragungsstrecke (**10**) übertragen und dort empfangen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem um einen Betrag kleiner als der Betrag der Differenz der Signallaufzeiten über den ersten und zweiten Übertragungspfad verzögerten Auftreten der Ereignisse im empfangenen Sendesignal ( $S_T$ ) und im empfangenen Kontrollsignal ( $S_C$ ) die Entscheidung getroffen wird, dass die Ursache für das Entstehen der Ereignisse eine Beeinträchtigung beider Übertragungspfade ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem im Wesentlichen um die Delay-Zeit ( $T_D$ ) plus die Differenz der Signallaufzeiten über den ersten und zweiten Übertragungspfad verzögerten Auftreten der Ereignisse im empfangenen Sendesignal ( $S_T$ ) und im empfangenen Kontrollsignal ( $S_C$ ) die Entscheidung getroffen wird, dass die Ursache für das Entstehen der Ereignisse keine Beeinträchtigung eines der beiden Übertragungspfade ist, sondern ein entsprechendes Ereignis bereits vor dem Splitten des Sendesignals ( $S_T$ ) in diesem enthalten war.



5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Auftreten des Ereignisses nur entweder im empfangenen Sendesignal ( $S_T$ ) oder im empfangenen Kontrollsignal ( $S_C$ ) die Entscheidung getroffen wird, dass die Ursache für das Entstehen dieses Ereignisses eine Beeinträchtigung entweder des ersten oder des zweiten Übertragungspfades ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Verlauf des empfangenen Sendesignals ( $S_T$ ) oder des empfangenen Kontrollsignals ( $S_C$ ) oder der zeitliche Verlauf entsprechender vom empfangenen Sendesignal ( $S_T$ ) und vom empfangenen Kontrollsignal ( $S_C$ ) abgeleiteter Signale, vorzugsweise zeitliche Abschnitte dieser Signale, in welchen wenigstens ein Ereignis auftritt, mit der vorzugsweise normierten Kreuzkorrelationsfunktion dieser beiden Signale oder der zeitlichen Abschnitte dieser Signale bewertet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

(a) dass bei einem Wert der normierten Kreuzkorrelationsfunktion ( $K(\tau)$ ) von Eins für einen Wert der zeitlichen Verschiebung  $\tau$  der zu korrelierenden zeitlichen Ausschnitte des empfangenen Sendesignals ( $S_T$ ) und des empfangenen Kontrollsignals ( $S_C$ ) gleich der Delay-Zeit ( $T_D$ ) plus der Differenz der Signallaufzeiten des digitalen Sendesignals ( $S_T$ ) und des digitalen Kontrollsignals ( $S_C$ ) die betreffenden Ereignisse in den Signalen bei der Ermittlung der Aussage über die Qualität der Übertragungsstrecke (**10**) vernachlässigt werden und  
 (b) dass bei einem Wert der normierten Kreuzkorrelationsfunktion ( $K(\tau)$ ) von Null für einen Wert der zeitlichen Verschiebung  $\tau$  der zu korrelierenden zeitlichen Ausschnitte des empfangenen Sendesignals ( $S_T$ ) und des empfangenen Kontrollsignals ( $S_C$ ) gleich der Delay-Zeit ( $T_D$ ) plus der Differenz der Signallaufzeiten des digitalen Sendesignals ( $S_T$ ) und des digitalen Kontrollsignals ( $S_C$ ) das betreffende Ereignis in dem jeweiligen Signal bei der Ermittlung der Aussage über die Qualität des jeweiligen Pfades der Übertragungsstrecke (**10**) berücksichtigt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Initialisierungsprozess die Gesamtverzögerungszeit ( $T_{\text{total}}$ ) als Summe der Delay-Zeit ( $T_D$ ) und der Differenz der Signallaufzeiten im ersten und zweiten Übertragungspfad bestimmt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

(a) dass ein Teil der Leistung des auf dem zweiten Übertragungspfad am Local-Ende (**18**) der Datenübertragungsstrecke (**10**) empfangenen Empfangssignals ( $S_R$ ) wieder in Richtung auf das Remote-Ende (**16**) auf den ersten Übertragungspfad übergekoppelt und am Remote-Ende (**16**) empfangen wird,  
 (b) dass das am Remote-Ende (**16**) empfangene Empfangssignal ( $S_R$ ) auf das Auftreten von Ereignissen des selben Typs oder eines vorbestimmten weiteren Typs überprüft wird und  
 (c) dass die Anzahl der pro Zeiteinheit auftretenden Ereignisse als Maß für das Treffen der Aussage über die Qualität des zweiten Übertragungspfades der Übertragungsstrecke (**10**) verwendet wird.

10. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,

(a) dass am Local-Ende (**18**) der Übertragungsstrecke (**10**) eine Splitting- und Delay-Einheit (**24**) vorgesehen ist, welche das Sendesignal ( $S_T$ ) splittet und sowohl dem ersten Übertragungspfad als auch, um eine vorbestimmte Delay-Zeit ( $T_D$ ) ungleich Null verzögert, dem zweiten Übertragungspfad der Übertragungsstrecke (**10**) zur Übertragung in Richtung auf das Remote-Ende (**16**) zuführt,  
 (b) dass am Remote-Ende (**16**) eine Empfangs- und Auswerteeinheit (**34**) vorgesehen ist, welcher jeweils das am Remote-Ende (**16**) auf dem ersten und zweiten Übertragungspfad empfangene Sendesignal ( $S_T$ ) zugeführt ist und welche so ausgebildet ist, dass sie das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchführt.

11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass am Local-Ende eine Koppler-Einheit (**42**) vorgesehen ist, welche einen Teil der Leistung des am Local-Ende (**18**) empfangenen Empfangssignals ( $S_R$ ) vom zweiten Übertragungspfad in den ersten Übertragungspfad einkoppelt, dass der Empfangs- und Auswerteeinheit (**34**) auch das auf dem ersten Übertragungspfad am Remote-Ende (**16**) empfangene Empfangssignal ( $S_R$ ) zugeführt ist und dass die Empfangs- und Auswerteeinheit (**34**) so ausgebildet ist, dass sie auch das Verfahren nach Anspruch 9 durchführt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

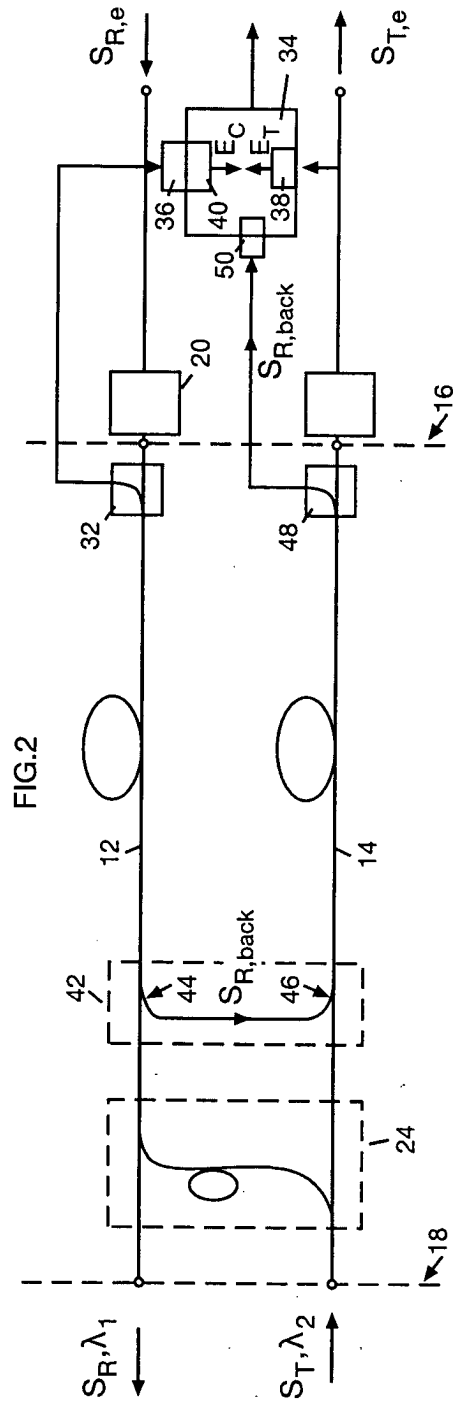
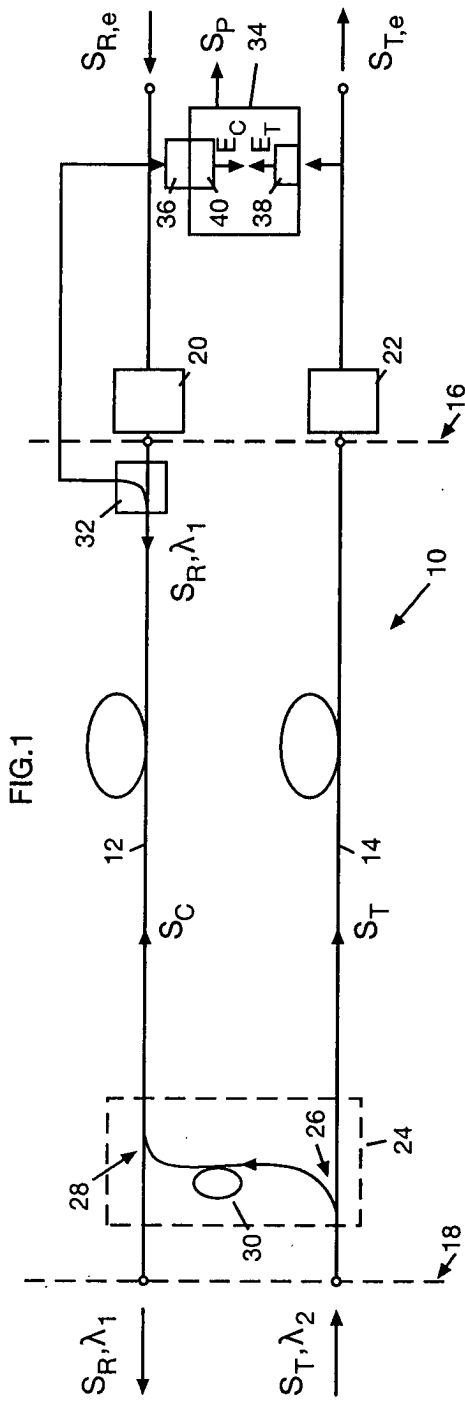


FIG. 3

