



Abb. Messung der residualen relativen Frequenzinstabilität zweier erfindungsgemäß kaskadierten Pfadstabilisierungen. Limitierend sind hier von der Erfindung unabhängige Polarisationsfluktuationen auf den Faserstrecken sowie Detektorrauschen.

Vorteile

- **Ende-zu-Ende-Pfadstabilisierung**
- **beliebige Skalier- und Kaskadierbarkeit**
- **Frequenzverteilung über lange Pfadstrecken: Übersee- / Interkontinentalübertragung hochgenauer Frequenzen**

Ansprechpartner:

Robert Schöneweiß
 Technologietransfer
 Telefon: +49 531 592-8301
 Telefax: +49 531 592-69-8301
 E-Mail: Technologietransfer@ptb.de

Dr. Erik Benkler
 4.31 Längeneinheit



Physikalisch-Technische
 Bundesanstalt
 Bundesallee 100
 D-38116 Braunschweig

www.technologietransfer.ptb.de

Kaskadierbare optische Ende-zu-Ende-Pfadstabilisierung

Bei der Übertragung von optischen Signalen mit hoher Frequenzstabilität oder geringer Unsicherheit treten entlang des Übertragungspfades signifikante Instabilitäten sowie Verluste auf. Diese gilt es zu kompensieren, um die Qualität des Signals während der Übertragung beizubehalten. Das neuartige PTB-Konzept beschreibt eine Lösung zur skalierbaren optischen Ende-zu-Ende-Pfadstabilisierung mit potenziell nicht-reziproken Teilpfaden, die mit geringem technischen Aufwand realisiert werden kann.

Für die präzise Übertragung optischer Träger- oder Differenzfrequenzen über eine Übertragungsstrecke zwischen zwei oder mehreren Orten ist eine optimierte Pfadstabilisierung besonders wichtig. Der etablierte herkömmliche Ansatz weist erhebliche Einschränkungen auf, z.B. können damit keine unidirektionalen Verstärker eingesetzt werden und es ergeben sich stets unkompenzierte Teilpfade, die die Übertragungsqualität limitieren.

Das neuartige PTB-Verfahren nutzt reziprozitätsbasierte Pfadstabilisierungen, Polarisierungstechniken zur Unterdrückung von Übersprechen und ein Zweistrahlinterferometer zur Integration von nichtreziproken Elementen wie z.B. von unidirektionalen optischen Verstärkern. Alternativ zum Zweistrahlinterferometer kann auch die Phase eines Lasers phasenstarr angeregt werden, was eine Signalregeneration ermöglicht. Dabei wird eine Ende-zu-Ende-Stabilisierung ohne unkompenzierte Teilpfade ermöglicht. Auf Teilpfaden entstehende Fluktuationen werden in Form von Schwebungssignalen detektiert und nach einer entsprechenden Signalverarbeitung als Stellensignale für Aktuatoren für die Frequenz oder Phase des Lichtfeldes verwendet, um die Fluktuationen auszuregulieren. Die Baugruppen der Pfadstabilisierung können als autarke, lokal betriebene Einheiten in der Wirkungsweise unidirektionaler Trennverstärker ausgeführt werden. Damit sind beliebig skalierbare Verteilungsnetzwerke möglich.

Wirtschaftliche Bedeutung

Das Verfahren ist im Bereich der optischen Frequenzmessung und der Messung abgeleiteter Größen einsetzbar und für Hersteller optischer Frequenzkämme und von Zeitübertragungssystemen interessant. Die Grundidee der Erfindung ermöglicht diverse Ausführungsformen, die unter Ausnutzung der Pfadstabilisierung mit der Übertragung, Verteilung und Messung optischer Strahlung zahlreiche Anwendungs- und Verwertungsszenarien eröffnen. Ein resultierendes Produkt kann durch eine zu entwickelnde, geeignete Kapselung als Einbauelement in vielfältigen Anwendungsszenarien, in bestehende Übertragungstrecken eingebaut werden. Dies gilt sowohl für Langstrecken-Faserlinks als auch für komplexe Netze, z.B. zur In-Campus-Verteilung.

Entwicklungsstand

Für die Erfindung wurde ein deutsches Patent angemeldet. Das Konzept wurde bereits in verschiedenen Aufbauten in der PTB umgesetzt. Lizenzen für die Nutzung können angefragt werden.