

## **Kurzfassung**

Die heutige optische Datenübertragung basiert auf Modulationsverfahren, Codierung und Multiplextechniken, die ursprünglich für den linearen Kanal optimiert wurden. Allerdings sind lineare Übertragungsverfahren nicht in jeglicher Hinsicht mit einem optisch nichtlinearen Medium wie der Glasfaser kompatibel. Die sogenannte Kerr-Nichtlinearität, welche die signalabhängige Brechzahl des Glases bezeichnet, begrenzt Leistungsfähigkeit und erzielbare Übertragungsrate. In einem „Nature Photonics“-Artikel mit dem Titel „Nonlinear signal multiplexing for communication beyond the Kerr nonlinearity limit“ haben wir erfolgreich die Übertragung jenseits der Nichtlinearitätsgrenze im Labor demonstriert. Schlüsseltechnologie dabei war - im Unterschied zu den konventionellen Verfahren - die Modulation des sogenannten „nichtlinearen Fourier-Spektrums“. Eine hervorragende Eigenschaft dieses Spektrums ist seine lineare Ausbreitung selbst im Falle hoher Fasernichtlinearität! Erstmals wurde mit einem nichtlinearen Multiplex aller Freiheitsgrade des Spektrums die Übertragung von 65 Gigabit-pro-Sekunde gezeigt.

## **Laudatio**

In der optischen Weitverkehrsübertragungstechnik zeigt sich in den letzten Jahren immer mehr, dass die Grenzen der Kapazität von optischen Einmodenfasern bald erreicht sind und neue Wege beschritten werden müssen. Raummultiplex mit Mehrkern- oder Mehrmoden-Fasern sind dabei die beiden am stärksten beachteten Ansätze. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit letzterem Thema und betrachtet die Auswirkung von nichtlinearen Ausbreitungseffekten, die schon in heutigen Einmodenfasern die maßgebliche Begrenzung darstellen.

Die vorliegende Arbeit beschreibt den Effekt der nichtlinearen Vierwellenmischung für einen und mehrere Moden. Hierbei wird insbesondere betrachtet, unter welchen Bedingungen Phasenanpassung auftritt, die für eine starke Vierwellenmischung unerlässlich ist. Auf diesen Überlegungen basierend wird systematisch ein recheneffizientes, teilanalytisches Modell hergeleitet, das die nichtlinearen Effekte wie Rauschen beschreibt.

Insgesamt beeindruckt die Arbeit durch die Systematik und Schlüssigkeit, mit der erst der physikalische Effekt und seine Symmetrieeigenschaften diskutiert, die Ausbreitungseffekte durch die erweiterte nichtlineare Schrödinger-Gleichung beschrieben und darauf aufbauend das nichtlineare Rauschmodell hergeleitet wird. Die Beschreibungsweise so elegant und das Thema so zentral, dass diese Arbeit zu einem Standardwerk avancieren kann.

*Prof. Dr.-Ing. Christian-Alexander Bunge*