

FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT3. März 2025 || Seite 1 | 3

Zukunftsanwendungen mit Glasfaser

Mehr Power für Glasfasernetze

Anwendungen wie autonomes Fahren, 6G-Mobilfunk oder auch Quantenkommunikation bringen Glasfasernetze an ihre Leistungsgrenze. Fraunhofer-Forschende haben gemeinsam mit Partnern die Datenübertragung mit cleveren Tricks optimiert. Optische Schalter mit Flüssigkristallspiegeln verkleinern die Datenpakete, sodass mehr Daten durchs Netz gehen. Die Aufteilung der Signale auf verschiedene Faserstränge schafft zudem mehr Flexibilität.

Glasfaserkabel transportieren Signale annähernd in Lichtgeschwindigkeit und können auch große Datenmengen sehr schnell übertragen. Doch für Zukunftstechnologien sind herkömmliche faseroptische Systeme nicht mehr leistungsstark genug. In den Projekten WESORAM und Multi-Cap arbeitete das Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena gemeinsam mit Partnern daran, die Glasfasernetze fit für morgen zu machen.

Heute schon nutzen Glasfasernetze Techniken wie das Wellenlängenmultiplexverfahren. Dabei wird Licht, das als Träger für den Datenstrom fungiert, mithilfe eines optischen Schalters in mehrere Frequenzen gesplittet. Ein spektrometrisches Gitter teilt das Signal in verschiedene Wellenlängen und schickt diese an einen Flüssigkristallspiegel (LCoS, Liquid Crystal on Silicon). Der leitet die Signale an die Ausgangsfaser weiter, so können in jeder Faser mehrere Datenströme transportiert werden. Das Verfahren ist jedoch nur in einem begrenzten Frequenzspektrum nutzbar.

Kreuzverschaltung der Signale

In WESORAM (Wellenlängenselektive Schalter für optisches Räummultiplex) haben Dr. Steffen Trautmann und sein Team am Fraunhofer IOF die Technologie gemeinsam mit Projektpartnern weiterentwickelt. Zunächst hat das Team den Schaltmechanismus des LCoS-Schalters so flexibilisiert, dass er die Weiterleitung des Datenstroms in beliebige Fasern ermöglicht. Nachdem das Gitter das eingehende Lichtsignal in Frequenzen gesplittet hat, schickt der Flüssigkristallspiegel jede Frequenz auf eine andere Faser. Das herkömmliche Wellenlängenmultiplexverfahren wird also zu einem Räummultiplexverfahren ausgeweitet. Ergänzend zum Prinzip »mehrere-Frequenzen-eine-Faser« ist damit auch das Prinzip »eine-Frequenz-mehrere-Fasern« anwendbar.

»In unserem Projekt ist es gelungen, die Signale von acht Eingangskanälen beliebig auf 16 Ausgangskanäle zu schicken. Durch diese Kreuzverschaltung steigt die Kapazität der

Kontakt

Monika Landgraf | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de

Desiree Haak | Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF | Telefon +49 3641 807-803 | Albert-Einstein-Str. 7 | 07745 Jena | www.iof.fraunhofer.de | desiree.haak@iof.fraunhofer.de

Netze, denn das Senden und Weiterleiten der Datenströme ist viel flexibler. Das ist besonders nützlich, wenn die Daten über längere Strecken, etwa zwischen Städten, geschickt werden«, sagt Dr. Steffen Trautmann, Projektleiter und Experte für optische Systeme.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass insgesamt weniger optische Schalter für das Glasfasernetz benötigt werden. Dadurch sinken die Kosten bei der Installation und im laufenden Betrieb.

FORSCHUNG KOMPAKT3. März 2025 || Seite 2 | 3

Mehr Durchsatz durch kleinere Datenpakete

In einem nächsten Schritt ist es den Forschenden aus Jena gelungen, die Auflösung des Optikmoduls durch ein neu entwickeltes Gitter zu erhöhen. »Derzeit markiert eine spektrale Auflösung von 100 GHz (ca. 0,8 nm) den Stand der Technik. Der von uns entwickelte Spiegel schafft bis zu 25 GHz (ca. 0,2 nm)«, erklärt Dr. Trautmann. Durch die höhere Auflösung ist die Lichtfrequenz des Datenstroms um den Faktor 4 schmalbandiger, die Datenpakete sind dementsprechend kleiner. So lassen sich viel mehr Datenpakete gleichzeitig durch die Lichtleiter auf die Reise schicken.

Projektpartner waren der Netzwerkspezialist Adtran Networks aus Meiningen sowie das Berliner Unternehmen HOLOEYE Photonics, das sich auf optische Systeme spezialisiert und den Flüssigkristallspiegel gebaut hat. Die Expertinnen und Experten des Fraunhofer IOF waren für das Optikdesign zuständig, haben für das spektrometrische Gitter einen Strahlteiler mittels Ultrapräzisionstechnologie entwickelt und alle Komponenten in einem winzigen Bauteil integriert.

Multi-Cap-Verstärker bedient Mehrkernfasern

Ergänzt wird WESORAM durch das Projekt Multi-Cap. Hier arbeiten die Forschenden daran, die Zahl der Kanäle für die parallele Datenübertragung zu erhöhen. Klassische Glasfasern enthalten einen Datenkanal und einen Signalkern, Mehrkernfasern dagegen nutzen mehrere Kerne für die Datenübertragung. Obwohl diese Kabel viel mehr Leiter enthalten, sind sie kaum dicker. Das Team am Fraunhofer IOF hat die für Mehrkernfasern nötigen Signalverstärker entwickelt. Diese können bis zu zwölf Kanäle gleichzeitig bedienen und liefern eine Verstärkung von mehr als 20 dB pro Kanal. Die Technik ist deutlich energieeffizienter, da nur ein Verstärkermodul für zwölf Kanäle erforderlich ist.

Beide Projekte wurden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und vom VDI (Verein Deutscher Ingenieure e. V.) gefördert.



Abb. 1 Projekt WESORAM:
Der Flüssigkristallspiegel
(LCoS, Liquid Crystal on
Silicon) splittet die
Frequenzen der
Datensignale auf und
verteilt die Signale flexibel
auf verschiedene
Ausgangsleitungen.

FORSCHUNG KOMPAKT
3. März 2025 || Seite 3 | 3

© Fraunhofer IOF



Abb. 2 Projekt Multi-Cap:
Der Verstärker kann die
Signale in bis zu zwölf
Datenkanäle in einem
Faserstrang verstärken.

© Fraunhofer IOF