

Professor Dr.-Ing. Christian Koos vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) erhält den Landesforschungspreis für Angewandte Forschung

Hochgeschwindigkeitskommunikation: 100 Millionen Telefongespräche parallel über optische Mikrochips und Frequenzkämme.

Professor Dr.-Ing. Christian Koos vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) erhält den Landesforschungspreis für Angewandte Forschung, der mit 100.000 Euro dotiert ist. Er wird damit für seine Forschungsarbeit über „Energieeffiziente optische Terabit-Kommunikation mit miniaturisierten Frequenzkammquellen“ ausgezeichnet – eine Technologie, die das Potenzial hat, die weltweite Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung noch deutlich schneller und energieeffizienter zu gestalten.

Hochgeschwindigkeitskommunikation im digitalen Zeitalter

Die Zahl der weltweiten Internetnutzer wird 2014 auf rund 3 Milliarden geschätzt. Immense Datenströme jagen tagtäglich durch Rechenzentren und weltumspannende Netzwerke rund um den Erdball – Tendenz steigend. Die Voraussetzung dafür ist eine entsprechend leistungsstarke und möglichst energieeffiziente Datenübertragung. Wer glaubt, dass diesbezügliche technologische Entwicklungen selbstverständlich aus dem Silicon Valley kommen, wird in Karlsruhe eines Besseren belehrt. Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) arbeitet Professor Dr.-Ing. Christian Koos gemeinsam mit seiner Forschergruppe an neuartigen Verfahren für die Hochgeschwindigkeitskommunikation. Ihr Ziel: die Übertragungsgeschwindigkeit und Effizienz zu steigern, indem photonische Bauteile auf Mikrochips integriert und zur Erzeugung und Detektion von Datensignalen eingesetzt werden.

Neues Verfahren mit unerreichter Leistungsfähigkeit und Energieeffizienz

Die anwendungsbezogene Forschungsarbeit zur „Energieeffizienten optische Terabit-Kommunikation mit miniaturisierten Frequenzkammquellen“, für die Professor Dr.-Ing. Christian Koos mit dem diesjährigen Landesforschungspreis ausgezeichnet wird, bewegt sich an der Schnittstelle von Elektrotechnik und Physik. Die spezifischen Grundlagen und Erkenntnisse seiner Forschung reichen von der Mikro- und Nanotechnologie über die Optik und Photonik bis hin zur Informations- und Kommunikationstechnik. Im Zentrum seiner Arbeit steht die Frage, wie sich sogenannte Fre-

quenzkammquellen auf photonischen Mikrochips integrieren und zur energieeffizienten Hochgeschwindigkeitskommunikation über Glasfasern einsetzen lassen.

Miniaturisierter Kerr-Frequenzkamm als optische Quelle

Optische Frequenzkämme bestehen aus Tausenden von dicht benachbarten Spektrallinien, deren Abstände sehr präzise definiert sind. Jede dieser Spektrallinien kann zur Übertragung eines Datensignals genutzt werden. Eine einzige Frequenzkammquelle kann damit eine Vielzahl konventioneller Laser in einem Datenübertragungssystem ersetzen. Bisherige Frequenzkammquellen waren für den massenhaften Einsatz in der Datenübertragung allerdings nicht geeignet, da sie zu groß und zu teuer sind. „Unser Ziel ist es, zu zeigen, dass auch miniaturisierte Frequenzkammquellen für die Terabit-Datenübertragung eingesetzt werden können. Die Frequenzkammquellen lassen sich mit einer Vielzahl von anderen Bauteilen auf einem optischen Mikrochip unterbringen“ erklärt Professor Koos. In der ausgezeichneten Forschungsarbeit setzten er und sein Team erstmals einen sogenannten Kerr-Frequenzkamm als optische Quelle ein. Konkret nutzen die Forscher einen optischen Mikroresonator aus Silizium-Nitrid, in den Laserlicht über einen Nanowellenleiter eingekoppelt und sehr lange gespeichert wird. Aufgrund der hohen Lichtintensität im Resonator entstehen dabei über den Kerr-Effekt aus einem einzigen Laserstrahl viele Spektrallinien. Der Kerr-Frequenzkamm zeichnet sich also durch eine hohe Zahl von Spektrallinien aus, und zwar in Linienabständen, die die Anforderungen der Kommunikationstechnik optimal erfüllen.

Das neuartige integriert-optische System in der Anwendung

Als erste Forschergruppe weltweit konnten Professor Dr.-Ing. Christian Koos und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gemeinsam mit Kollegen der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) den Nachweis erbringen, dass sich solche miniaturisierten optischen Frequenzkammquellen zur Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung im Terabit-Bereich nicht nur theoretisch sondern auch praktisch eignen: Im Ergebnis erreichen sie eine stabile und störungsfreie Datenübertragungsrate von 1,44 Terabit pro Sekunde – das entspricht dem Datenaufkommen von 100 Millionen parallelen Telefongesprächen. „Welches Potenzial die Integration von Frequenzkammquellen auf optischen Mikrochips in der Anwendung entfalten wird, lässt sich schon jetzt erahnen“, so Professor Koos: „Mit nahezu demselben Werkzeugkasten, den wir für die Terabit-Kommunikation nutzen, können wir auch in der Biophotonik, Messtechnik, Sensorik und Teratronik ganz neue Wege beschreiten.“ Bei der Teratronik handelt es sich um ein neu am KIT etabliertes Forschungsgebiet, das sich mit Konzepten zur ultra-schnellen photonisch-elektronischen Signalverarbeitung befasst. Diese Arbeiten sind eingebettet in das multidisziplinäre Ausbildungsprogramm

der Helmholtz International Research School for Teratronics (HIRST), deren Koordinator und Sprecher Christian Koos seit 2012 ist.

Mit dem Preisgeld des Landesforschungspreises plant Professor Koos zum einen, die apparative Ausstattung seiner Gruppe zu verbessern und Geräte zu kaufen, die neue Möglichkeiten in der Nanofabrikation und in der Datenübertragung eröffnen. „Einen Teil des Geldes möchte ich aber auch als wissenschaftliches Wagniskapital einsetzen, um Arbeiten von Doktoranden und Post-Doktoranden zu finanzieren, die ganz neue Ideen eigenständig ausprobieren wollen“, lässt Professor Koos durchblicken, „Kreativität braucht Freiräume – und diese Freiräume können wir mit dem Preisgeld erweitern.“

Große Anerkennung von Seiten der Wissenschaft und Wirtschaft

Dass Professor Koos in seiner noch jungen wissenschaftlichen Karriere in der angewandten Forschung bereits Bahnbrechendes geleistet hat, ist unter Experten unbestritten – und zwar in der Wissenschaft und Wirtschaft gleichermaßen. Die Industrie beobachtet seine zukunftsweisende Arbeit mit größtem Interesse. Hohe internationale Anerkennung fanden seine Forschungsergebnisse in den wichtigsten wissenschaftlichen Publikationen, wie etwa in *Nature Photonics*. 2011 erhielt er den ERC Starting Independent Researcher Grant des Europäischen Forschungsrates. Ein Jahr später wurde er mit dem Alfred-Krupp-Förderpreis verliehen, einem der höchstdotierten Forschungspreise für junge Professoren in Europa. Mehrfach wurde er von den Redakteuren des Wirtschaftsmagazins *Capital* unter die „40 Toptalente aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft“ gewählt.

Vita Prof. Dr.-Ing. Christian Koos

Christian Koos wurde 1978 in Heilbronn geboren. Von 1997 bis 2002 studierte er Elektrotechnik und Informationstechnik an der Universität Karlsruhe (TH). Sein letztes Studienjahr verbrachte er am renommierten Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Cambridge, um dort seine Diplomarbeit fertigzustellen. Direkt im Anschluss begann er seine Doktorarbeit am Institut für Hochfrequenztechnik und Quantenelektronik an der Universität Karlsruhe (TH), wo er nach seiner Promotion als Postdoktorand arbeitete. 2008 wechselte er in die freie Wirtschaft und leitete bei der Carl Zeiss AG die Technologie-Radare für Nanotechnologie und Messtechnik. 2010 wurde er als Professor für Photonische Kommunikationstechnik ans Karlsruher Institut für Technologie (KIT) berufen. Dort leitet er seit Mai 2013 das Institut für Photonik und Quantenelektronik (IPQ) im Universitätsbereich und ist Mitglied der kollegialen Leitung des Instituts für Mikrostrukturtechnik (IMT) im Großforschungsbereich.