

Terahertz-Empfänger für 6G-Mobilfunknetze

Am KIT entwickeltes Konzept ermöglicht hohe Datenübertragungsraten bei niedrigen Kosten – bislang höchste Datenrate in der Terahertz-Kommunikation – Publikation in *Nature Photonics*



Mobilfunknetz der Zukunft: Extrem kleine Funkzellen („Radio cell“, orange) sind über drahtlose Terahertz-Verbindungen („High-capacity THz link“, grün) miteinander verknüpft. (Abbildung: IPQ, KIT / *Nature Photonics*)

Zukünftige Mobilfunknetze der sechsten Generation (6G) werden aus vielen kleinen Funkzellen bestehen. Um sie drahtlos zu verbinden, bieten sich Frequenzen im Terahertz-Bereich (THz) an. Forschende am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) haben ein neuartiges Konzept für einfache und kostengünstige Terahertz-Empfänger entwickelt, die aus einer einzigen Diode bestehen und diese mit einem speziellen Signalverarbeitungsverfahren kombinieren. Damit lässt sich im Experiment eine Datenübertragungsrate von 115 Gbit/s auf einer Trägerfrequenz von 0,3 THz über eine Entfernung von 110 Metern erreichen. Das berichtet das Team in der Zeitschrift *Nature Photonics* (DOI: 10.1038/s41566-020-0675-0).

Auf 5G wird 6G folgen: Die sechste Generation des Mobilfunks verspricht noch deutlich höhere Datenübertragungsraten, kürzere Verzögerungszeiten und eine größere Dichte an Endgeräten. Zudem soll sie Künstliche Intelligenz integrieren, um beispielsweise Geräte im Internet of Things oder autonome Fahrzeuge zu koordinieren. „Um möglichst viele Nutzer gleichzeitig zu bedienen und dabei möglichst große Datenmengen möglichst schnell zu übertragen, müssen die



KIT-Zentrum Information · Systeme · Technologien

Monika Landgraf
Leiterin Gesamtkommunikation
Pressesprecherin

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-41105
E-Mail: presse@kit.edu

Weiterer Pressekontakt:

Dr. Felix Mescoli
Pressereferent/Redakteur
Tel.: +49 721 608-41171
E-Mail: felix.mescoli@kit.edu

Weitere Materialien:

Veröffentlichung in *Nature Photonics*: <https://www.nature.com/articles/s41566-020-0675-0>

drahtlosen Netze der Zukunft aus zahlreichen kleinen Funkzellen bestehen“, erklärt Professor Christian Koos, der am KIT gemeinsam mit seinem Kollegen Professor Sebastian Randel an Technologien für 6G forscht. In diesen Funkzellen sind die Wege kurz, sodass sich große Datenraten mit minimalem Energieaufwand und geringer elektromagnetischer Immission übertragen lassen. Sie benötigen nur kleine Basisstationen, die sich beispielsweise an Straßenlaternen anbringen lassen.

Zur Anbindung der einzelnen Zellen bedarf es leistungsfähiger Funkstrecken, auf denen sich Dutzende oder gar Hunderte von Gigabits pro Sekunde (Gbit/s) auf einem Kanal übertragen lassen. Dazu bieten sich Frequenzen im Terahertz-Bereich an, die im elektromagnetischen Spektrum zwischen den Mikrowellen und der Infrarotstrahlung liegen. Allerdings sind die entsprechenden Empfänger noch vergleichsweise komplex und dementsprechend teuer; zudem stellen sie häufig den Engpass für die erreichbare Bandbreite dar. Forschende am Institut für Photonik und Quantenelektronik (IPQ), am Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) sowie am Institut für Beschleunigerphysik und Technologie (IBPT) des KIT haben nun gemeinsam mit dem Diodenhersteller Virginia Diodes (VDI) in Charlottesville/USA einen besonders einfachen und kostengünstig herzustellenden Empfänger für Terahertz-Signale entworfen und in der Zeitschrift *Nature Photonics* vorgestellt.

Bislang höchste Datenrate mit drahtloser THz-Übertragung über mehr als 100 Meter

„Als Empfänger dient eine einzige Diode, mit der das Terahertz-Signal zunächst einmal gleichgerichtet wird“, erklärt Dr. Tobias Harter, der den Empfänger gemeinsam mit seinem Kollegen Christoph Füllner im Rahmen seiner Dissertation aufgebaut hat. Dabei handelt es sich um eine sogenannte Schottky-Diode, die sich durch hohe Geschwindigkeit auszeichnet. Sie fungiert als Hüllkurvendetektor und gewinnt die Amplitude der Terahertz-Signale zurück. Allerdings wird zur korrekten Dekodierung des Datensignals zusätzlich noch die zeitlich veränderliche Phase der Terahertz-Welle benötigt, die beim Gleichrichten üblicherweise verloren geht. Um dieses Problem zu lösen, nutzen die Forscher digitale Signalverarbeitungsverfahren in Kombination mit einer speziellen Klasse an Datensignalen, bei denen sich die Phase mithilfe der sogenannten Kramers-Kronig-Relationen aus der Amplitude rekonstruieren lässt. Bei der Kramers-Kronig-Relation handelt es sich um eine mathematische Beziehung zwischen dem Real- und dem Imaginärteil eines analytischen Signals. Mit dem neuen Empfänger erreichten die Wissenschaftler eine Datenübertragungsrate von 115 Gbit/s auf einer Trägerfrequenz von 0,3 THz über eine Entfernung von 110 Metern. „Dies ist die höchste Datenrate, die

bis jetzt mit drahtloser Terahertz-Übertragung über mehr als 100 Meter demonstriert wurde“, erläutert Füllner. Der am KIT entwickelte Terahertz-Empfänger zeichnet sich durch seinen einfachen Aufbau aus und bietet sich für eine kostengünstige Herstellung in großen Stückzahlen an.

Originalpublikation:

T. Harter, C. Füllner, J. N. Kemal, S. Ummethala, J. L. Steinmann, M. Brosi, J. L. Hesler, E. Bründermann, A.-S. Müller, W. Freude, S. Randel, C. Koos: Generalized Kramers-Kronig Receiver for Coherent THz Communications. Nature Photonics, 2020. DOI: 10.1038/s41566-020-0675-0.

Abstract unter <https://www.nature.com/articles/s41566-020-0675-0>

Details zum KIT-Zentrum Information - Systeme - Technologien
(in englischer Sprache): <http://www.kcist.kit.edu>

Als „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“ schafft und vermittelt das KIT Wissen für Gesellschaft und Umwelt. Ziel ist es, zu den globalen Herausforderungen maßgebliche Beiträge in den Feldern Energie, Mobilität und Information zu leisten. Dazu arbeiten rund 9 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf einer breiten disziplinären Basis in Natur-, Ingenieur-, Wirtschafts- sowie Geistes- und Sozialwissenschaften zusammen. Seine 24 400 Studierenden bereitet das KIT durch ein forschungsorientiertes universitäres Studium auf verantwortungsvolle Aufgaben in Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft vor. Die Innovationstätigkeit am KIT schlägt die Brücke zwischen Erkenntnis und Anwendung zum gesellschaftlichen Nutzen, wirtschaftlichen Wohlstand und Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen. Das KIT ist eine der deutschen Exzellenzuniversitäten.

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter:
www.sek.kit.edu/presse.php

Das Foto steht in der höchsten uns vorliegenden Qualität auf www.kit.edu zum Download bereit und kann angefordert werden unter: presse@kit.edu oder +49 721 608-41105. Die Verwendung des Bildes ist ausschließlich in dem oben genannten Zusammenhang gestattet.