



Institut für Hochfrequenztechnik

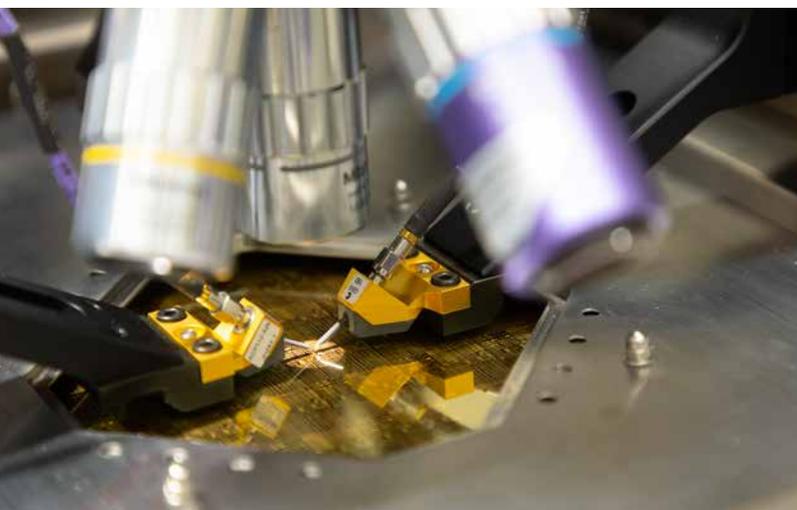
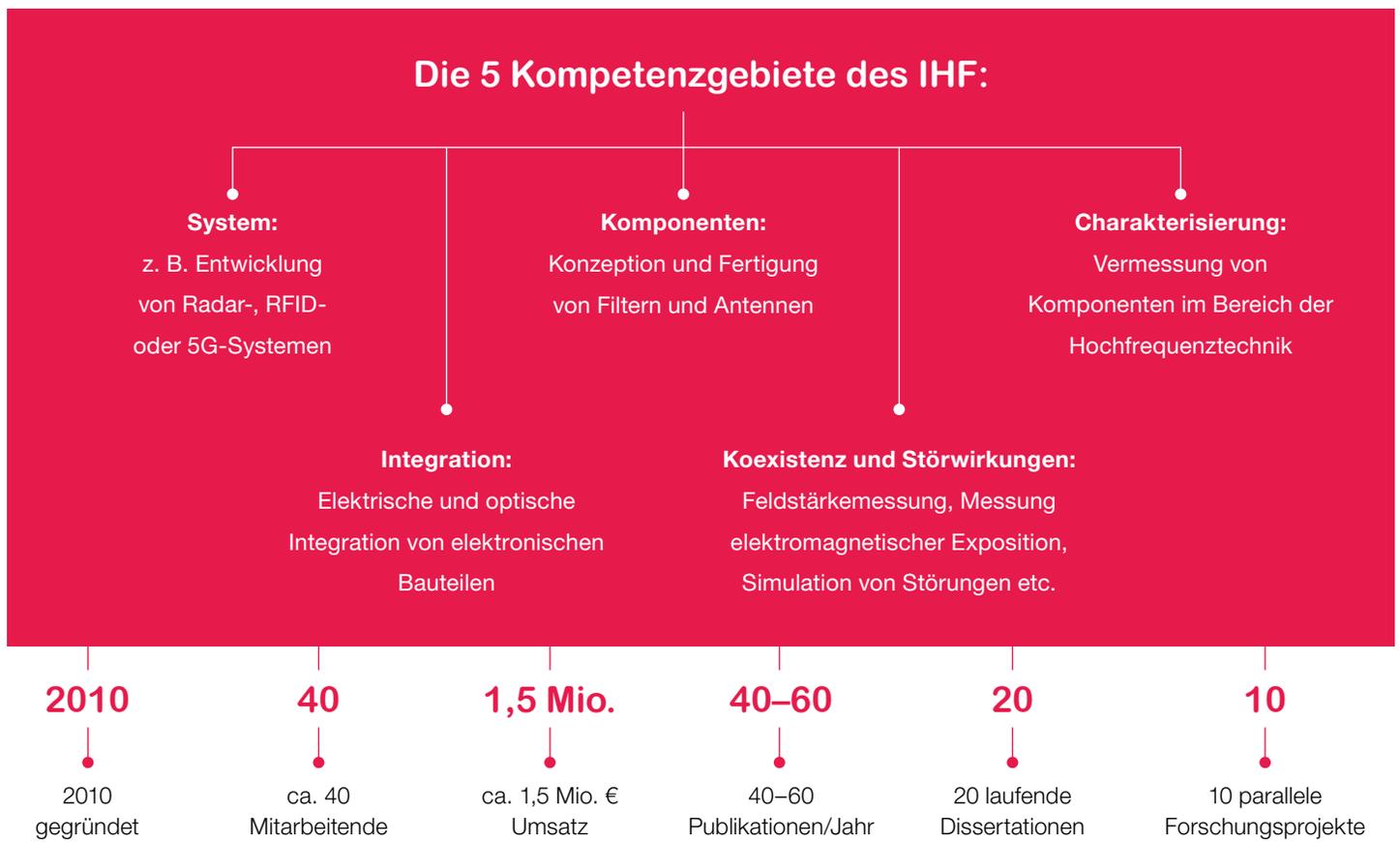


Institut für Hochfrequenztechnik

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Bösch, MBA

Das Institut für Hochfrequenztechnik (IHF) der Technischen Universität Graz betreibt Forschung und Lehre in einem internationalen Umfeld und befasst sich mit der Hochfrequenz-, Mikro- und mm-Wellentechnik, welche für moderne Datenübertragungssysteme und Sensorsysteme von größter Bedeutung ist. Das IHF

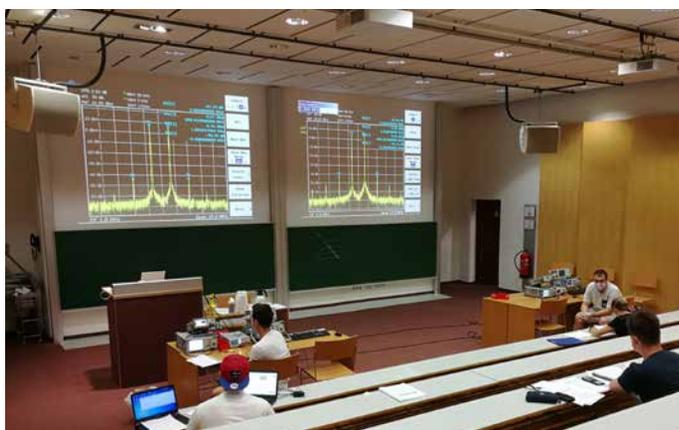
führt grundlagen- und anwendungsbezogene Forschungsprojekte, gefördert von Bund, Land und EU, durch. Zusätzlich pflegt es enge langfristige Kooperationen mit Firmenpartnern im industriellen Umfeld. Diese Forschungsaktivitäten umfassen alle Bereiche von der Komponente bis zum fertigen System.



Modernste Laborausstattung

Technologisch sind wir hochmodern aufgestellt und verfügen über ein Labor für Messungen im Mikro- und mm-Wellen-Frequenzbereich, zwei Reinräume für Arbeiten an integrierten Schaltkreisen und zwei Antennenmesskammern für z. B. „over-the-air“ (OTA) Messungen. Seit 2020 leiten wir außerdem ein eigenes Christian-Doppler-Labor für „Technologiebasiertes Design und Charakterisierung von elektronischen Komponenten“, welches als separate Businessunit mit eigenem Personal geführt wird.

Lehre am IHF: vielseitig, spannend und zukunftsorientiert



Die Studierenden am IHF profitieren von einem umfassenden Lehrangebot, welches das gesamte Portfolio der Hochfrequenztechnik abdeckt – von den einzelnen Komponenten bis hin zum kompletten System. Das Institut bietet ein breites Spektrum an Vorlesungen, Praktika und verschiedenen Laborkursen in diesem Bereich an. Weiters werden auch regelmäßig mehrere Bachelor- sowie Masterarbeiten und Dissertationen durchgeführt.



Im Rahmen der forschungsgeleiteten Lehre werden neue Entwicklungen zeitnah in die Lehrveranstaltungen integriert, sodass stets das aktuelle Fachwissen vermittelt wird. Auch die Institutsmitarbeitenden selbst halten sich durch regelmäßige Weiterbildungen und Schulungen sowohl in ihren Fachkompetenzen als auch im Bereich neuer Lerntechnologien auf dem neuesten Wissensstand.



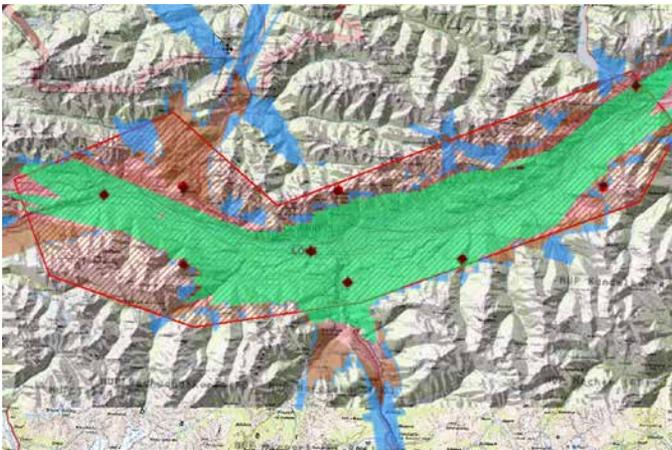
RFID Systeme

Die durch Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichte globale Vernetzung (Internet of Things – IoT) erfordert in der Hochfrequenztechnik neue Lösungen, die sich durch kleine Abmessungen, geringen Energieverbrauch und effiziente Datenübertragung auszeichnen.

Die RFID-Technologie im HF, UHF und mm-Wellen-Bereich wird diesen Anforderungen gerecht und weist folgende Eigenschaften auf:

- passive, semi-passive und aktive Lösungen;
- drahtlose Energieübertragung und Datenaustausch bei unterschiedlichen Frequenzen;
- breites Spektrum an neuen Anwendungen.

Flugsicherung und Transponderbelastung



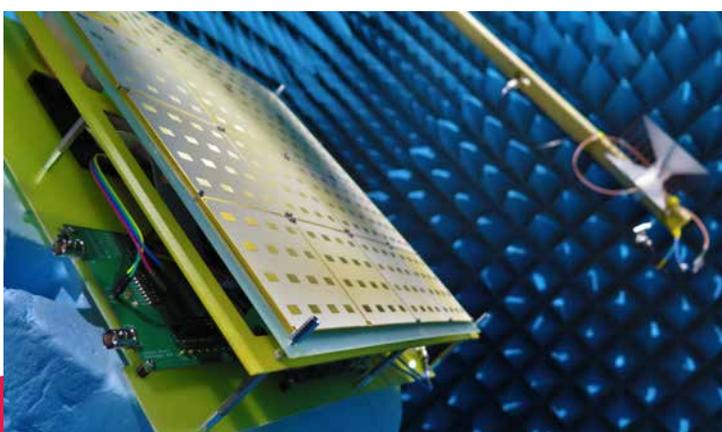
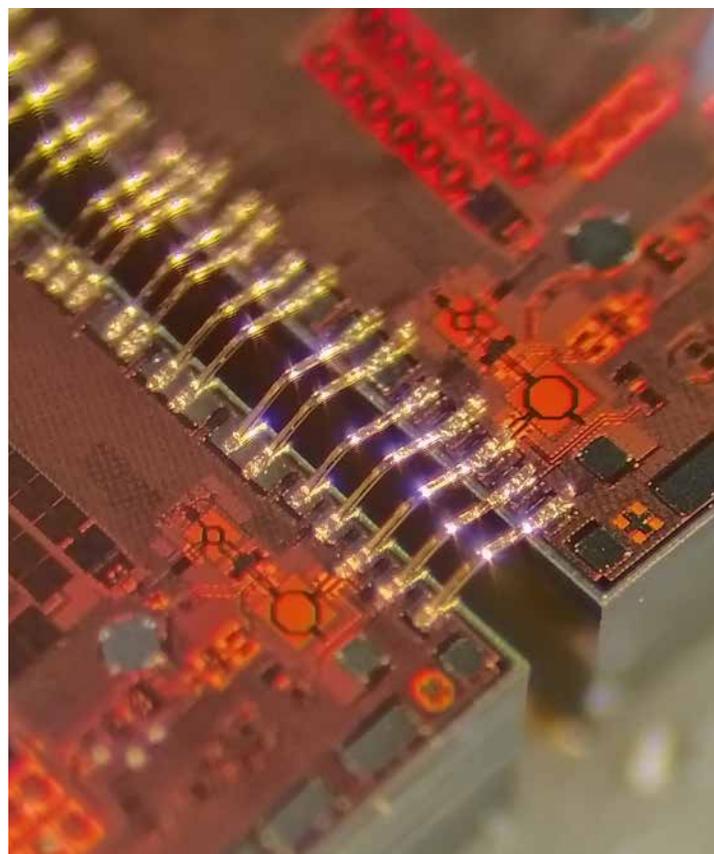
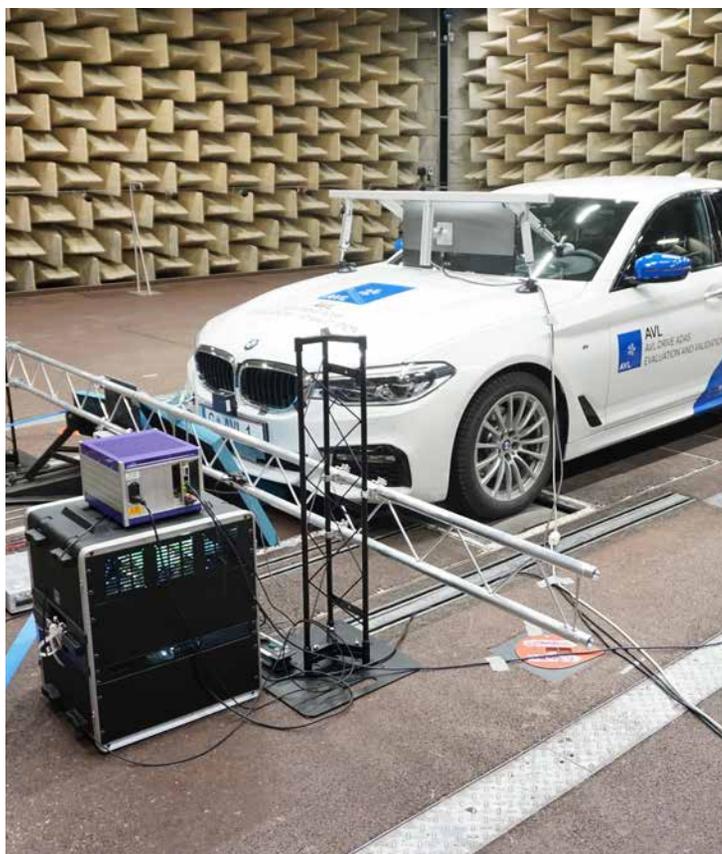
Am IHF wird für die europäische Flugsicherung EUROCONTROL ein Simulationstool zur Bestimmung der Belastung von Flugzeugtranspondern und Radar- bzw. ADS-B-Empfängern entwickelt. Dieser digitale Zwilling simuliert sämtliche Signale bei den Frequenzen 1030 und 1090 MHz und liefert damit ein genaues Abbild der realen Verhältnisse. Dies erlaubt eine Beurteilung der bestehenden und eine bessere Planung der zukünftigen Flugsicherungsinfrastruktur.

Weiters führt das IHF Analysen von auf Funktechnik basierenden Flugsicherungsanlagen (z. B. Radar- und Multilaterationssysteme) durch.

Optische Kommunikation

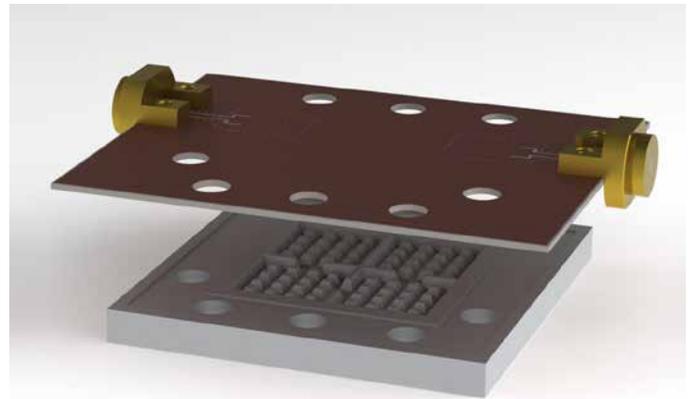
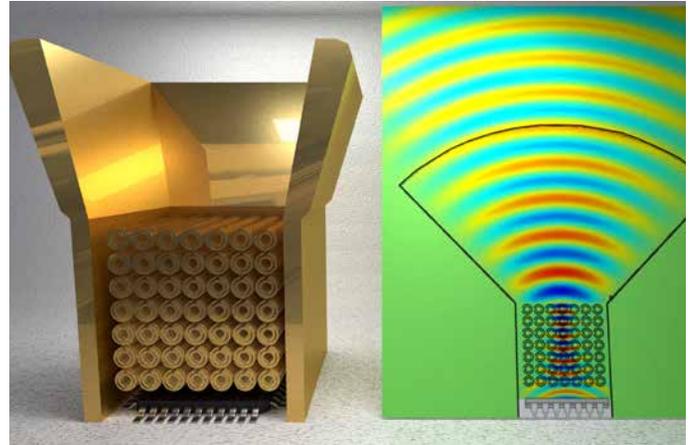
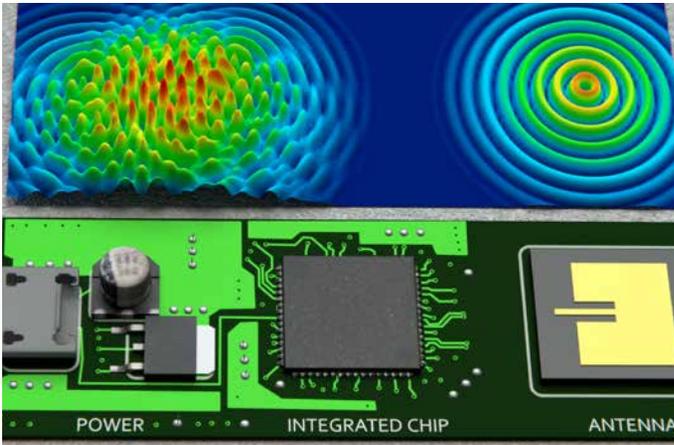
Im Rahmen von COST-Projekten werden neue Kommunikationssysteme untersucht, um die derzeitigen Grenzen der Elektronik in Sachen Kapazität und Konnektivität zu überwinden. Zukünftig werden unter anderem 5G-Kommunikation mit Multi-Gigabit-Datenübertragung, das Internet of Things, die kommenden Smart-Automobil-Techniken und Satellitennutzlasten zu einer vollständigen Konvergenz zwischen Glasfaser und drahtlosen Segmenten führen.





Kompetenzgebiet System: Weitere Projektbeispiele

- Entwicklung von kompakten Radarsystemen für Umweltmonitoring wie z. B. flächenhafte Niederschlagsmessungen und Vogelbeobachtung;
- Radargestützte Drohnenerkennung und -verfolgung (in Kooperation mit Airlabs Innovation Lab);
- Entwicklung eines Zielstimulators für KFZ Radargeräte bei 77 GHz zum Testen von Fahrassistenzsystemen und autonomen Fahrfunktionen;
- Vollständiger Entwicklungszyklus von Low-Level-Hardware bis zu High-Level-Signalverarbeitung und Software-Systemen;
- RF-Verstärker mit hohem Wirkungsgrad und hoher Bandbreite für Radar- und Kommunikationssysteme;
- 5G/6G Phased-Array-Frontends basierend auf innovativen GaN-Halbleitern und PCB-Embedding Technologien.



Antennen & Filter: Konzeption und Fertigung

Im Kompetenzbereich Komponenten befasst sich das IHF u. a. mit der Konzeption und Fertigung von planaren, semi-planaren und nicht-planaren Filtern und Antennen. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit europäischen Forschungseinrichtungen sowie mit Partnerorganisationen in den Bereichen Additive Manufacturing, Materialforschung und Oberflächentechnologien.

- Nutzung von PCB-basierten wie auch additiven Fertigungsverfahren;
- Einsatz von periodischen (Metall-)Strukturen für die Miniaturisierung und Optimierung von Hochfrequenzkomponenten (Metamaterialien);
- Verwendung von leistungsfähigen High-Performance-Keramiken in Filter- und Antennendesign;
- 3D-Druck von variablen keramischen Gitterstrukturen für die Implementierung spezieller Hochfrequenzeigenschaften;
- Konzeption von Multi-Mode-Filtern im Millimeterwellenbereich;
- Multifunktionale Antennen und Antennenarrays.

RFID: automatisches und kontaktloses Identifizieren und Lokalisieren



Auch die Gestaltung von einzelnen Komponenten und Geräten ist Teil unserer Entwicklungsarbeit (RFID-Lesegerät, Software-definiertes Lesegerät, Entwurf von Subsystem-Chip-Frontends: RF-DC-Wandler, RF-Begrenzer). Die RFID-Technologie spielt für verschiedene Unternehmen in der Region Graz eine wichtige Rolle – ungefähr 50 % aller weltweit eingesetzten RFID-Chips stammen aus dieser Gegend.

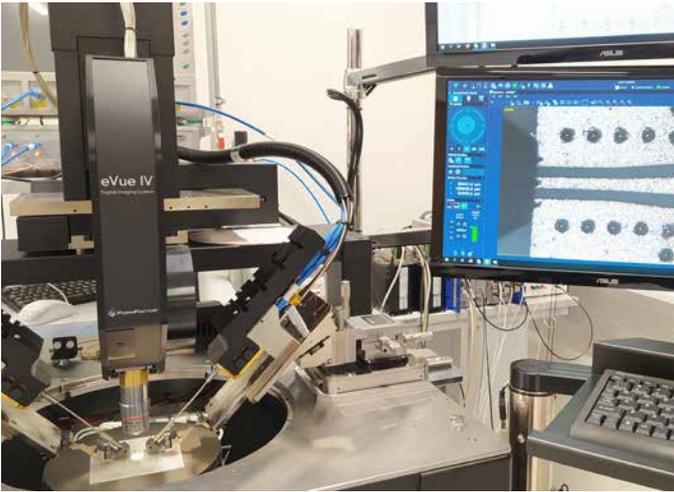
Weitere Informationen:

www.tugraz.at/institute/ihf/institut/rfid-technologien/

RFID ist eine schnell wachsende Technologie mit geringem Energieverbrauch, welche den Anforderungen für verschiedene neue Anwendungen im Internet of Things gerecht wird. Das IHF befasst sich mit dem Design dieser kontaktlosen Kommunikationssysteme, wie z. B. Sensor-, Lokalisierungs- und Tracking-systemen.



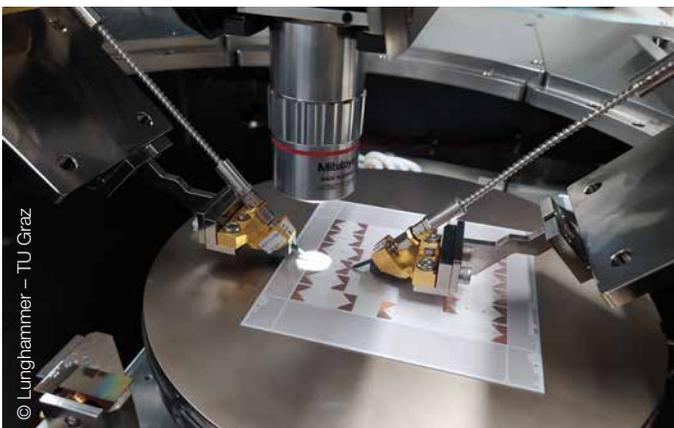
Vermessung von Komponenten der Hochfrequenztechnik



Für die Charakterisierung von unterschiedlichsten Komponenten verfügt das IHF über mehrere Messlabore und Antennenmesskammern, in denen auch „over-the-air“-Messungen (OTA) oder Emissions- und Immissionsmessungen von Schaltungen und Systemen durchgeführt werden können. Zum Beispiel führen wir kundenspezifische Messungen von Übertragungs- und Radarsystemen durch. Weitere Charakterisierungsmethoden liegen z. B. in der breitbandigen Bestimmung von Materialeigenschaften von HF Substraten.

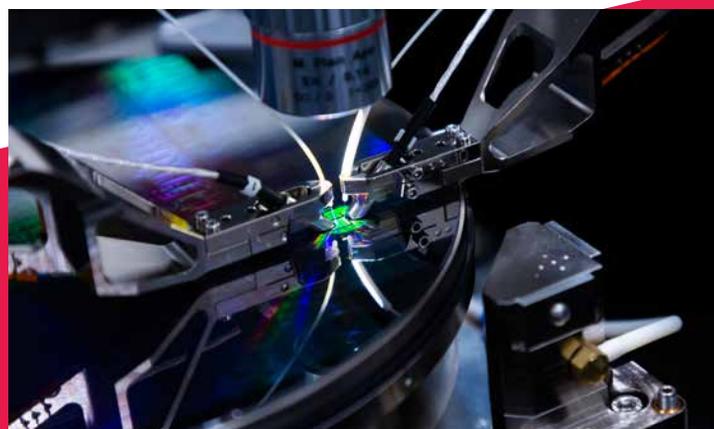
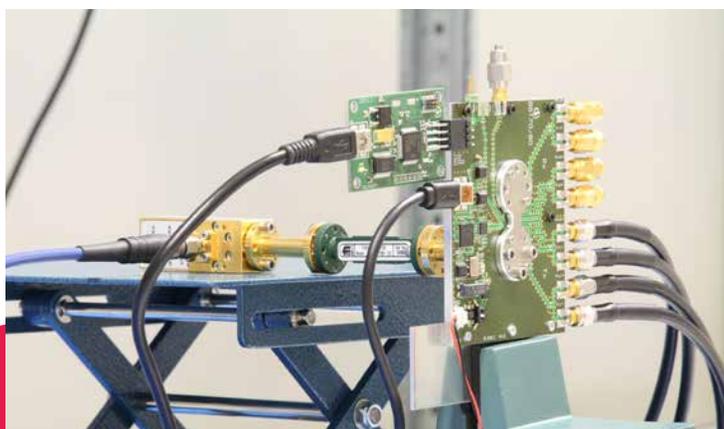
Charakterisierungen erfolgen u. a. in diesen Bereichen:

- RFID und Wireless Power Transfer (WPT);
- On-Wafer Messungen (RFIC, MMIC, Komponenten, ...);
- On-Wafer-Übergänge;
- On-Wafer-Tuning mit Laser;
- Antennencharakterisierung;
- mm-Wellen und Mikrowellen Systemcharakterisierung;
- Signalintegrität (Übergänge, Kabel, Stecker, PCBs);
- Phased Array (5G und 6G);
- Breitbandige Signalgenerierung und Analyse;
- Intelligente Antennen;
- Interferenz- und Störsignalanalyse, Koexistenz;
- Materialcharakterisierungen (Permeabilität, Verluste, etc.);
- RCS Berechnung und Messung.



© Lurghammer – TU Graz





Optischer Kanal

Bereits seit dem Jahr 2000 beteiligt sich das IHF an verschiedenen COST-Projekten. COST 270 behandelt die Kanalcharakterisierung für Glasfaser und optische Drahtlosverbindungen durch Messungen und Labordemonstratoren. Ziel der COST Projekte ist die Entwicklung von Methoden zur Ermittlung und Verbesserung von optischen Komponenten und Geräten in modernen Kommunikationsnetzen und Übertragungssystemen.

Das Christian Doppler-Labor am IHF

In dem im Jahr 2020 eröffneten CD-Labor für „Technologie-basiertes Design und Charakterisierung elektronischer Komponenten (TONI)“ werden Möglichkeiten zur besseren Kontrolle elektromagnetischer Wechselwirkungen in intelligenten vernetzten Geräten (z. B. Smartphones), insbesondere für 5G- und 6G-Anwendungen, erforscht.

Die Herausforderungen zukünftiger Kommunikations- und Sensorsysteme können nur durch einen interdisziplinären Ansatz gelöst werden. Funktionalitäten, die zuvor durch einzelne Komponenten erzielt wurden, werden in eingebetteten Bauteilen kombiniert. Um eine fehlerfreie Funktionsweise zu garantieren werden die Aufbautechnologien und innovativen Komponenten

Die Forschungsarbeit gliedert sich dabei auf folgende vier Bereiche auf:

Filtenna Design:

Kompakte integrierte Antennen, die gleichzeitig Signale empfangen und filtern können.

Umfassende Messtechniken:

Die Entwicklung sowohl von Filtennas als auch eingebetteten Bauteilen beruht auf Messungen der betreffenden Komponenten oder Materialien. Hierfür müssen Methoden geschaffen werden, um die Messungen mit hoher Genauigkeit durchführen zu können.

Eingebettete Bauteile:

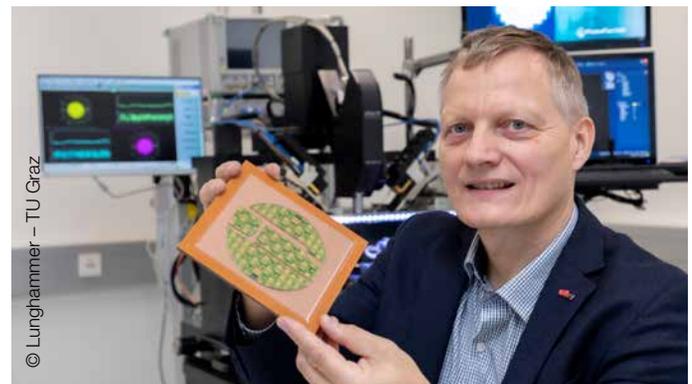
Elektronische Bauteile müssen in die Leiterplatten eingebettet werden, um die Geräteabmessungen zu verringern und gleichzeitig ihre Funktionalität zu erhöhen.

Korrekte Modelle statt „trial and error“:

Passive Bauelemente in der Leistungselektronik wie auch im Mikrowellenfrequenzbereich müssen präzise modelliert werden, um die Anforderungen in der Entwicklung moderner elektronischer Geräte zu erfüllen.



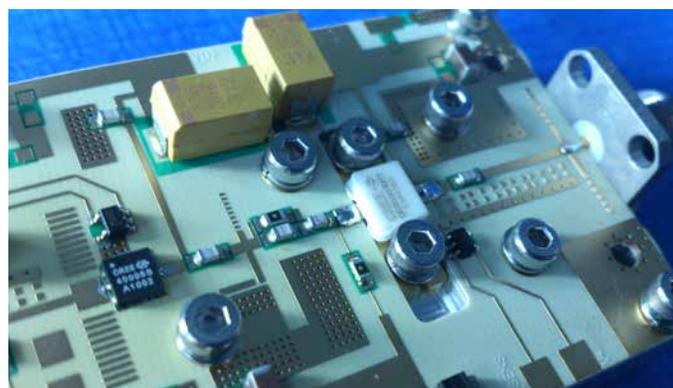
im CD Labor exakt vermessen und modelliert. Gemeinsam mit den Partnerunternehmen Qualcomm, AT&S AG und Fronius GmbH wird gezielt nach Wegen gesucht, um elektronische Komponenten dreidimensional einzubetten und gleichzeitig eine robuste und sichere Multifunktionalität zu gewährleisten.



Heterogene Integration (Mikrowelle & Photonik)

Die derzeitigen Mikrowellen- und Photonik-Systeme basieren auf Fasern und elektronischen Komponenten. Mittels heterogener Integration erreichen wir eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz, der Flexibilität und Skalierbarkeit. Dadurch werden die Nachhaltigkeit und die Kosteneffizienz zukünftiger Systeme erhöht. Ziel ist eine gemeinschaftliche Bündelung verschiedenster Technologien zur Entwicklung von neuen leistungsfähigen Mikrosystemen.

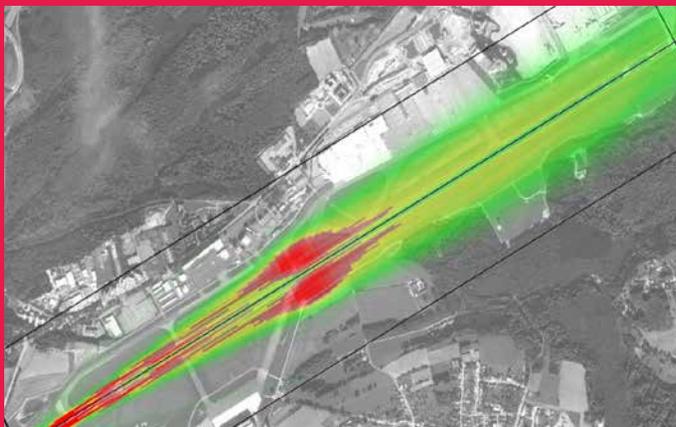
Auf diese Weise kombinieren wir Fertigungstechnologien, Komponenten und Aufbaukonzepte für Anwendungen in der Sensorik, Elektronik, Datenverarbeitung, und der drahtlosen Kommunikation. Diese optimale Kombination aus unterschiedlichen Funktionen ermöglicht innovative Lösungen im Bereich 5G/6G, Automobil-, Radar- und Raumfahrttechnologien.



Das Zusammenwirken von Systemen

In diesem Kompetenzgebiet stehen die Koexistenz und Verträglichkeit zukünftiger elektronischer Kommunikations- und Radar-Systeme im Zentrum. In diesem Zusammenhang befasst sich das IHF mit Messungen von drahtlosen Energieübertragungssystemen (WPT), Near Field Communication-Systemen (NFC) sowie

allgemeinen Messungen der elektromagnetischen Belastung bei Mikrowellenfrequenzen. Außerdem werden Simulationen von Störungen von Radarsystemen, Instrumentenlandesystemen (ILS) und anderen Funksystemen durch z. B. Windturbinen, Photovoltaikanlagen, Gebäude etc. durchgeführt.



**Das Institut für
Hochfrequenztechnik sagt –
Danke!**

Durch ihre Unterstützung leisten unsere langjährigen Partner mit ihrer Kompetenz und Zuverlässigkeit einen wesentlichen Beitrag für die erfolgreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeit am Institut. Für die hervorragenden Kooperationen möchten wir uns an dieser Stelle sehr herzlich bedanken!

ARTEMES

arte[s] me[nsioni]s - The Art of Measuring

Your competent partner for
measuring electricity!

www.artemes.org

FLUKE

Tektronix

RELAX
WE CARE



Wir gestalten
Zukunft.

Infineon beschäftigt in Österreich über 4.800 Mitarbeiter*innen an fünf Standorten. In Graz befindet sich das weltweite Kompetenzzentrum für Kontaktlostechnologien. Ob bei Mikrocontrollern, beim Übertragungsstandard Near Field Communication (NFC), bei Sicherheitschips für Bezahlkarten und Hoheitsdokumente oder bei 3D-Bildsensorchips – hier werden Innovationen bei Sicherheit und Mobilität sowie im Internet der Dinge vorangetrieben.

Shape the future with us.

www.infineon.com/jobsaustria



Are you ready for Fronius?

Nach dem Studium zum Innovationsführer

Das Familienunternehmen Fronius ist in Sachen Schweißgeräte, Solar-Wechselrichter und Batterieladesysteme führend. Wir wachsen sehr stark und sind deshalb stets auf der Suche nach sehr guten Leuten – sei es in den verschiedensten Bereichen der Forschung & Entwicklung oder im technischen Vertrieb.

Wir bieten: einen sicheren Arbeitsplatz mit langfristiger Perspektive, ein modernes Arbeitsumfeld sowie zahlreiche Benefits wie die Kostenübernahme des Öffi-Tickets, ein Betriebsrestaurant, Outdoor-Trainings, Prämien, uvm.



Alle Infos zu Ihren Möglichkeiten unter fronius.com/karriere.

Oder Sie kontaktieren uns direkt: +43 7242 241 1937.



Attracting Tomorrow



Superior Solutions for a Smart World.

Deutschlandsberg ist das TDK Kompetenzzentrum für Keramik – ein Material mit unendlichen Möglichkeiten.

Rund 950 Mitarbeiter aus 25 Nationen entwickeln und fertigen hier jeden Tag High-Tech-Produkte, die dazu beitragen, die Automobil-, Kommunikations- und Industrie-Elektronik noch besser, sicherer und komfortabler zu machen.

www.tdk-electronics.tdk.com

Explore our Digital World

Erfahren Sie mehr über unsere Produkte und Anwendungen unter www.tdk.com/world

Come and join the team

Unsere Stellenangebote finden Sie unter www.tdk-electronics.tdk.com/de/karriere



Bringen Sie mit uns und 5G personalisierte Gesundheitsdienste zu den Patienten.

Qualcomm hat bahnbrechende 5G-Technologien entwickelt, um einige der größten Herausforderungen der Welt zu meistern. Wir sind dort, wo 5G das Gesundheitswesen für mehr Patienten und Ärzte zugänglich macht. Wir betreiben die Geräte, die Ärzten personalisierte Behandlungen ermöglichen, mit denen sie Herzschläge überwachen, remote Zugang zu Patienten haben und große medizinische Dateien von fast überall herunterladen können. Machen Sie mit uns und der Kraft von 5G die Welt vernetzter als je zuvor.



Qualcomm

Inventing the tech the world loves



Institut für Hochfrequenztechnik

Inffeldgasse 12/1
8010 Graz
Tel.: +43 316 873-3301

ihf@tugraz.at
www.ihf.tugraz.at

