

Hochfrequenztechnik

Die Arbeitsgebiete des „Lehrstuhls für Hochfrequenztechnik“ der CAU umfassen „Ultra-Breitbandtechnik“, „Verstärkerprinzipien für Hochfrequenz-Kommunikationssysteme“, „Mikrowellen-Sensorik“ und „Materialien und Komponenten für die Hochfrequenztechnik“. Daneben gibt es noch „Molekülspektroskopie“.

Im Rahmen der „Ultra-Breitbandtechnik“ beschäftigt sich der Lehrstuhl mit Sensorik für industrielle Anwendungen. Hier wurden in den vergangenen Jahren Sensorverfahren zunächst im Frequenzbereich und dann im Zeitbereich konzipiert und als kontaktierende Verfahren realisiert. In der weiteren Entwicklung werden diese Verfahren jetzt immer mehr auf nicht kontaktierende Technik erweitert. Beispiele hierfür sind Innenraum-Lokalisierungstechniken, Feuchte-Messverfahren und Fremdkörper-Detektion. Eine besondere Spezialität der Kieler Arbeiten bestehen dabei in der Eigenschaft der Verfahren und Geräte, Informationen aus dielektrischer Spektroskopie herzuleiten. Konkrete Betätigungsfelder sind breitbandige dielektrische Spektroskopie, Materialmessungen, Antennenentwicklung, ultra-schnelle Zeitbereichselektronik, Systementwicklung und Entwicklung zugehöriger Betriebssoftware.

Im Bereich der „Verstärkerprinzipien für Hochfrequenz-Kommunikationssysteme“ stehen immer mehr sogenannte sequentielle Verstärker im Mittelpunkt, wobei hier insbesondere geschaltete sequentielle Verstärker untersucht werden. Dafür werden statt einzelner Verstärker mit hoher Leistung mehrere kleinere über schaltbare Richtkoppler zusammen gefasst. Bei geringerem Leistungsbedarf wird nur die notwendige Anzahl angesteuert. Besonders gut geeignet sind solche im B-Betrieb, da sie ohne Aussteuerung keine Leistung verbrauchen. Die Arbeiten umfassen in der Praxis Entwurf und Aufbau von Einzelverstärkern mit LDMOS- und GaN-Transistoren, passive Mikrowellenkomponenten, digitale Ansteuerschaltungen wie auch FPGA-Technik sowie Mikrowellen-Systemtechnik.

„Mikrowellen-Sensorik“ ist ein weiteres Spezialgebiet des Lehrstuhls für Hochfrequenztechnik. Während in der Vergangenheit vielfach Resonator-Messverfahren und auf Netzwerkanalysator-Technik basierende Sensoren Gegenstand der Forschung waren, kommen jetzt auch Wirbelstrom-Sensoren und Dopplerradar-Sensoren hinzu. Auch hier umfassen die Arbeiten Hard- und Software-Entwicklung. Die Doppler-Radars arbeiten im Millimeterwellen-Bereich bei 35GHz und 94GHz.

Im Bereich „Materialien und Komponenten der Hochfrequenztechnik“ besteht rege Zusammenarbeit mit Lehrstühlen der Materialwissenschaft. Dies gilt sowohl für photonische Kristalle wie auch für magnetische Materialien, die auf Nanoverbundstrukturen basieren. Neben der Material-Messtechnik findet im Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik auch Komponenten-Entwurf statt. Neueste Komponente ist ein integrierter Symmetriertransformator, auch „Balun“ (Balanced-to-unbalanced-transformer) genannt. Solche Symmetriertransformatoren sind wichtige Hochfrequenzkomponenten. Bisher besteht ein Mangel an „Baluns“, die vom Mega-Hertz bis in den Giga-Hertz Bereich funktionsfähig sind. Bekannte derartige Komponenten basieren meist entweder auf aktiven Halbleiter-Schaltungen, die Eigenrauschen aufweisen, oder auf passiven Schaltungen mit Ferritkernen, die nicht integrierbar sind. Die neuen Schaltungen sind integrierbar und haben einen magnetischen Film als Kern. Eine Realisierung steht noch aus, jedoch zeigt die Computersimulation der Schaltung schon sehr gute Resultate.

Im Arbeitsfeld „Molekülspektroskopie“ werden neben der eigentlichen Spektroskopie auch Weiterentwicklungen der Spektrometer im Millimeter- und Submillimeterwellen-Bereich vorgenommen. Hier besteht Zusammenarbeit mit Arbeitsgruppen in Nishni-Nowgorod, Russland.

Insgesamt ist das Spektrum der möglichen Betätigungsfelder für Studenten und Doktoranden sehr breit ausgerichtet. Neben dem Entwurf von Komponenten nimmt die Systemtechnik einen breiten Raum ein. Entwurf von Analog- und Digitalschaltungen, Systementwurf und -aufbau sowie Schaltungs- und Feldsimulation nebst zugehöriger Betriebssoftware stehen im Vordergrund.

Ergebnisse

Materialien und Komponenten für die Hochfrequenztechnik

Magnetische Nanoverbundstrukturen für Hochfrequenzanwendungen

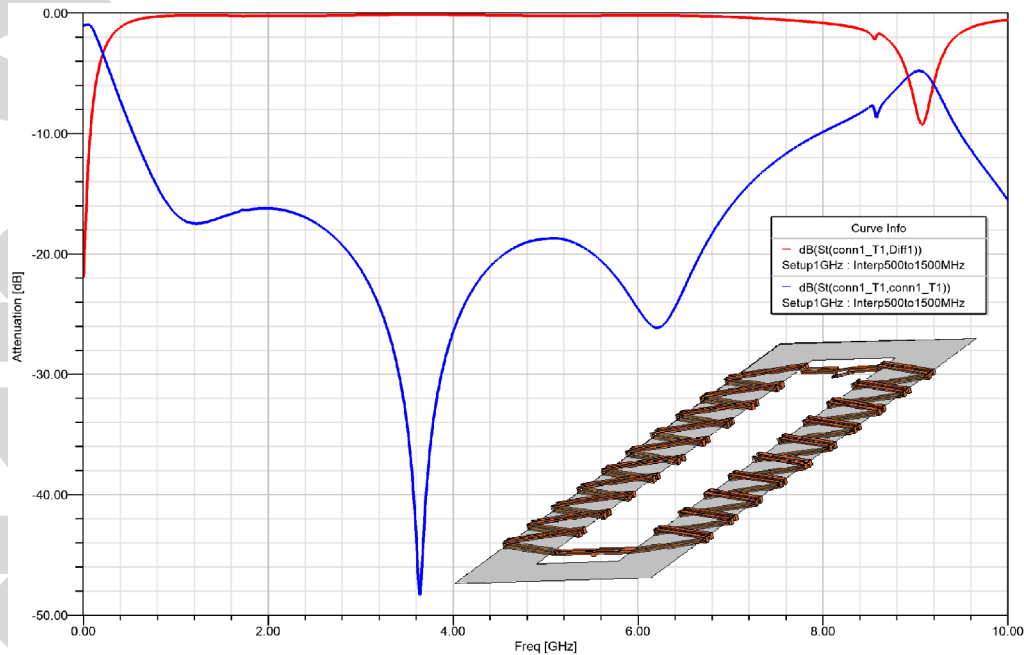


Abb. 1: Guanella-Balun Transformator: Reflexionsdämpfung (s11) und Einfügungsdämpfung (s21) als Funktion der Frequenz; Einsatz: CAD-Layout: Vorne befindet sich der unsymmetrische Eingang, hinten der symmetrische Ausgang. Der magnetische Kern ist grau unterlegt.

In einem DFG-Gemeinschaftsprojekt mit den Lehrstühlen für Materialverbunde und für Anorganische Funktionsmaterialien der Technischen Fakultät werden neuartige magnetische Nanokomposite für Hochfrequenzanwendungen entwickelt, untersucht und in Hochfrequenzkomponenten eingesetzt. Es wurden phänomenologische Modelle zur Beschreibung der magnetischen Eigenschaften wie Permeabilität, Wirbelstrom-Verluste und ferromagnetische Resonanzfrequenz entwickelt. Berechnete und gemessene Parameter zeigen gute Übereinstimmung. Formeln wie auch berechnete Datensätze wurden in einem numerischen Feldsimulator (Ansoft HFSS) implementiert, um das Betriebsverhalten von magnetischen Kernen im Hochfrequenzbereich zu simulieren.

Die Kerne wurden in Toroid-Mikrospulen eingesetzt. Die Auslegung der Toroidspulen wurde mit Hilfe von Feldsimulationen optimiert, um eine möglichst hohe Eigenresonanzfrequenz zu erreichen. Hierfür wurden umfangreiche Entwurfsregeln hinsichtlich der Anzahl von Windungen, des Querschnittes der Leiterbahnen und der Positionierung des Kerns aufgestellt, um bei vorgegebener Induktivität den Betriebsfrequenzbereich zu maximieren. Toroidspulen wurden aufgebaut und messtechnisch untersucht. Rechnungen und Messungen zeigten gute Übereinstimmungen. Als weitere Komponente wurden erstmals Symmetriertransformatoren (Baluns) mit magnetischem Kern aus Nano-Verbundwerkstoffen konzipiert und ihr Betriebsverhalten simuliert. Solche Bauelemente weisen in der Hochfrequenztechnik eine hohe praktische Bedeutung auf. Für einen so genannten „Guanella“-Balun sind der Aufbau und der Frequenzgang in Bild 1 dargestellt.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Charakterisierung der vom Lehrstuhl für Materialverbunde entwickelten Materialien. Hierfür wurden Permeameter zur Messung der magnetischen Eigenschaften weiter entwickelt und optimiert und ihr Betriebsfrequenzbereich maximiert. Durch geschickten Entwurf und Kalibration wurde ein Betrieb bis 15GHz erreicht.

Photonische Kristalle

In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Allgemeine Materialwissenschaften wurden Untersuchungen an photonischen Kristallen weiter geführt. Die photonischen Kristalle wurden am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik im Mikrowellenbereich vermessen. Es handelte sich um Linsen mit Stäben aus geschichteten Dielektrika. Bestimmt wurden die Lage des Brennpunktes und die Abbildungseigenschaften.

Verstärkerprinzipien in Hochfrequenz-Kommunikationssystemen

Leistungsverstärker mit hohem Wirkungsgrad

Die Arbeiten zur Wirkungsgradverbesserung von Hochfrequenz-Leistungsverstärkern für breitbandige digitale Kommunikationssysteme wurden fortgesetzt. Das Problem besteht darin, dass Mehrträger-Signale wie auch solche mit digitaler Modulation (z.B. QAM oder auch PSK) neben Phasenmodulation auch ausgeprägte Amplitudenmodulation aufweisen. Es kommt daher zu Leistungsschwankungen zwischen mittlerer Leistung und Spitzenleistung von 10dB und mehr. Daher werden Leistungsverstärker einen Großteil der Zeit weit unterhalb ihrer Spitzenleistung mit schlechtem Wirkungsgrad betrieben. Der mittlere Wirkungsgrad ist daher sehr gering. Rekonfigurierbare Verstärkernetzwerke bieten die Möglichkeit, dieses Problem zu lösen. Hierzu werden mehrere Verstärker geringerer Leistung gebündelt und deren Leistung am Ausgang summiert. Jeweils nur die notwendige Zahl der Verstärker wird mit hoher Aussteuerung und hohem Wirkungsgrad betrieben. In rekonfigurierbaren Netzwerken werden nicht benötigte Verstärker abgeschaltet. Sie sparen damit Energie. Insgesamt verbessert sich der Gesamtwirkungsgrad beträchtlich. Zentrale Elemente rekonfigurierbarer Verstärkernetzwerke sind Leistungsaufteilung und -zusammenführung. Hierfür wurden verschiedene schaltbare Kopplerstrukturen konzipiert und untersucht. Ein neuer schaltbarer Lange-Koppler ermöglicht einen sehr breitbandigen Betrieb. Es möglich, im Takte der Einhüllenden hohe Leistungen zu oder abzuschalten, ohne Unterbrechungen im HF Signal herbeizuführen.

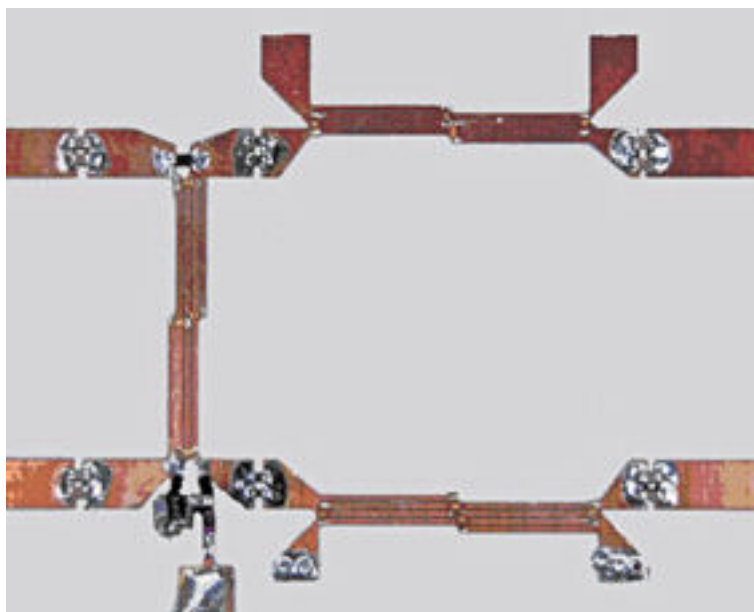


Abb. 2: Umschaltbarer Lange-Koppler mit integriertem Phasenschieber zur Ansteuerung geschalteter sequentieller Verstärker

Ebenfalls wird die Wirkungsgradverbesserung mit „sequentiellen“ Verstärkern untersucht. Hierbei wird gleichfalls die Leistung mehrerer Verstärker über Richtkoppler zusammengeführt. Einzelne Verstärker werden nach Leistungsbedarf angesteuert oder laufen leer. Zusätzliche Verluste durch Richtkoppler werden durch die geeignete Auslegung der einzelnen Verstärker und den damit verbundenen Wirkungsgradgewinn bei geringen Leistungen mehr als wett gemacht.

Leistungsverstärker nach dem „outphasing“-Prinzip

Bei Verstärkern nach dem „outphasing“-Prinzip wird das amplituden- und phasenmodulierte Basisband-Signal in zwei Kanäle aufgeteilt, die ausschließlich phasenmoduliert sind. Diese Anteile mit konstanter Amplitude lassen sich dann unter Vollaussteuerung mit hohem Wirkungsgrad verstärken. Das verstärkte Originalsignal wird in einer verlustlosen Leistungs-Addierschaltung wieder zusammengefasst. Wegen der reaktiven Kombination kommt es zu Rückwirkungen der Leistungsverstärker beider Kanäle aufeinander. Diese Wechselwirkung ist durchaus erwünscht, da sie für die Verstärker eine Last-Modulation darstellt, die wiederum zur Wirkungsgrad-Verbesserung beiträgt. Allerdings gestaltet sich dadurch der Entwurf der Addierschaltung schwierig. Sie beinhaltet normalerweise verteilte und konzentrierte Bauelemente. Am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik wurden neuartige Leistungs-Addierschaltungen entworfen und erprobt, die ausschließlich aus verteilten Elementen, also mit Leitungen, aufgebaut sind. Dadurch konnten die Leistungs-Addierer wesentlich vereinfacht werden. Weitere Arbeiten wurden zur Linearisierung der Verstärker durchgeführt.

Mikrowellen-Sensorik

Wirbelstromsensoren zur berührungslosen Messung von Materialien mit niedrigem Leitwert

Bei geologischen Untersuchungen werden oftmals Probebohrungen durchgeführt. Dabei wird u.a. die dreidimensionale Verteilung des elektrischen Leitwertes erfasst. Mit Hilfe dieser Daten können Geologen z.B. das Vorhandensein von Rohstoffen beurteilen. Es wird gewünscht, diese Messungen gleich beim Bohrvorgang zu machen, da das Bohrloch kollabieren kann, wenn der Bohrer herausgezogen wird. Während des Bohrvorganges besteht jedoch die Schwierigkeit, dass sich zwischen Sonde und Material Bohrflüssigkeit befindet, die die Messung stört. Erdreich und Gestein haben Leitwerte im Bereich von 10^{-4} S/m bis 10 S/m, die recht gering sind und im Bereich von fünf Größenordnungen bestimmt werden müssen. Bei der berührungslosen Messung ändert sich der Abstand zwischen Sonde und Material durch Vibration ständig.

Es wird untersucht, ob sich dieses schwierige Messproblem mit Mikrowellensensoren lösen lässt. Mit elektromagnetischen Feldern können berührungslos im Gestein Wirbelströme erzeugt werden. Bei größerem Leitwert entstehen stärkere Wirbelströme, die das ursächliche Magnetfeld schwächen, was detektierbar ist. Die Empfindlichkeit herkömmlicher Wirbelstromsensoren reicht für die hier beschriebene Anwendung nicht aus. Es wird geprüft, ob Mikrowellenresonatoren für die Lösung des Problems geeignet sind. Zur Kompensation vieler möglicher Störungen ist eine Mehrparametermessung erforderlich. Am Lehrstuhl werden zur Zeit diverse Strukturen mit mehreren Resonanzen und Wechselwirkung außerhalb der Resonanz untersucht.

Millimeterwellen-Dopplerradars

Es wurden intensive Untersuchungen zu Millimeterwellen-Dopplerradars durchgeführt. Die Dopplerradars wurden hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit zur Messung sehr kleiner Objekte optimiert. Hierfür wurden Radars bei 35GHz und 94 GHz aufgebaut, die mit Zwischenfrequenz betrieben werden, um mögliche Probleme mit 1/f-Rauschen zu umgehen. Die Dopplerradars sind sehr kompakt und in der Lage, Partikel mit Durchmessern im Bereich von zehn Mikrometern und weniger zuverlässig nachzuweisen.

Feuchte-Sensoren

Mikrowellen-Sensoren für die Feuchtemesstechnik wurden weiter verfeinert. Es wurde eine neue Klasse von Resonatoren untersucht, die als Ring gestaltet sind und eine offene Übertragungsstrecke enthalten. Ein großer Teil des Ringes besteht aus Koaxialkabel und lässt sich sehr leicht in der Länge modifizieren. Damit wird eine hervorragende Abstimmbarkeit hinsichtlich Resonanzfrequenz und Belastbarkeit durch zu messende Materialien erzielt.

Ultra-Breitbandtechnik

Fremdkörperortung

Streuung elektromagnetischer Felder an dielektrischen Grenzflächen wurde zur Detektion nichtmetallischer Fremdkörper in Materialschichten eingesetzt. Ultra-breitbandige Pulse mit Zeitdauern von ca. 400ps dienen zum Nachweis und zur

Lokalisation. Durch dielektrische Körper kommt es auf der dem anregenden Signal abgewandten Seite des Körpers zu einer deutlichen Feldstärkeüberhöhung, die ausgenutzt wird. Signalerfassung und -auswertung erfolgt für die Amplituden mit einer Antennenzeile und erfordert relativ wenig Aufwand.

Experimentelle Untersuchungen wurden mit kommerziellen Hochfrequenzkomponenten und einem Abtastoszilloskop sowie dielektrischen Probekörpern durchgeführt. Simulationsergebnisse wurden mit Messungen verglichen. Gegenwart, Position und Permittivität von Fremdkörpern konnten mit sehr einfachen Auswerteverfahren bestimmt werden. Dabei wurde erstmals eine zweidimensionale Kreuzkorrelationsfunktion für hochfrequenztechnische Messungen mit sehr genauen Ergebnissen eingesetzt. Es konnten Fremdkörper mit 10mm Durchmesser bei Genauigkeiten von einigen mm im Raum lokalisiert werden. Wegen der relativ einfachen Messanordnung und der einfachen Auswertung sowie guter Genauigkeit ergeben sich viele Einsatzmöglichkeiten in industriellen Prozessen und Qualitätskontrolle.

Zeitbereichs-Spektrometer

Das in den vorangehenden Jahren als Prototyp entwickelte Zeitbereichs-Spektrometer wurde im Rahmen eines Technologietransfers miniaturisiert und zu einem Vorserien-Produkt weiterentwickelt, um die Eignung des Messverfahrens für den industriellen Gebrauch nachzuweisen. Es wurde das Hochfrequenz-Frontend des Gerätes weiter verbessert und „low-voltage positive emitter coupled logic“ (LVPECL) und „current mode logic“ (CML) implementiert. Anwendungen ergeben sich zunächst in der Fisch-Industrie. Beispielsweise wurden erfolgreich umfangreiche Tests durchgeführt, die nachweisen, ob ein Lebensmittel bereits einmal oder mehrmals eingefroren war.



Abb. 3: Gemeinsame Exkursion mit dem Institut für Hochfrequenztechnik der TU Hamburg-Harburg an den Niederrhein

Molekülspektroskopie

Die Molekülspektroskopie im Bereich der Millimeter- und Submillimeterwellenlängen (von Herrn Prof. Guarnieri durchgeführt) beschäftigt sich mit der rotationspektroskopischen Untersuchung isolierter Moleküle in der Gasphase. In diesem Aggregationszustand befinden sich die Moleküle in einer stetigen Bewegung passend zu ihrer thermischen Energie.

Ein Teil davon wird als Rotationsenergie gespeichert. Die Aktivität des Labors hat sich weiter auf die Steigerung des Auflösungsvermögens des Millimeter- und Submillimeterwellenspektrometers konzentriert, um sehr genaue Messungen der Übergangsabsorptionsfrequenzen zu gestalten. Beobachtungen im Millimeter- und Submillimeterwellenbereich haben zur Entdeckung von hunderten verschiedenen Molekülen in den interstellaren Wolken geführt. Die Laborspektren solcher Moleküle im Millimeter- und Submillimeterwellen-Bereich mit einer Genauigkeit ≤ 1 kHz sind heute deshalb für astrophysikalische Untersuchungen sehr gefragt. Das hiesige Spektrometer im Submillimeterbereich wurde zu diesem Zweck mit Komponenten ergänzt, die die Aufnahme von Lamb-Dips-Spektren der Absorptionslinien erlaubt haben. Diese Technik hat das Absorptionszentrum der Linien mit Genauigkeiten ≤ 1 kHz erlaubt. Eine entsprechende Arbeit wurde im Astrophysics Letters im letzten Jahr veröffentlicht.

Im Rahmen des Kooperationsprojektes mit dem Institut für angewandte Physik der Russischen Akademie der Wissenschaften (Nizhnii Novgorod) wurden Spektren des Moleküls HNCO untersucht mit dem Ziel, genauere Messungen der entsprechenden Frequenzen im Millimeter- und Submillimeter-Bereich zu bekommen, die mit einer Messgenauigkeit von ≤ 1 kHz für die Dynamik der interstellaren Wolken sehr gefragt sind.

Personal

Leiter/-innen: Prof. Dr.-Ing. R. Knöchel; Sekretariat: M. Bork

Technisches Personal: Dipl.-Ing. (FH) W. Taute

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

M.Sc. C.-C. Chao UWB-Innenraumradar	01.01.-31.12.2007	fremd
Dr.-Ing. F. Daschner Photonische Kristalle / Mikrowellensensoren für dielektrische Eigenschaften / Miniaturisierter Netzwerkanalysator	01.01.-31.12.2007	CAU
M.H. Eghlidi Simulation von magnetodielektrischen Nano-Materialien	01.-31.01.2007	DAAD
Dipl.-Ing. W. Gerhard Verstärker mit hohem Wirkungsgrad	01.01.-31.12.2007	fremd
Dipl.-Ing. A. Gülck Identifikation von Objekten durch Mikrowellenstreuung	01.01.-31.12.2007	CAU
Dipl.-Ing. F. Hettstedt Magnetische Nanoverbundstrukturen für Hochfrequenzanwendungen	01.10.-31.12.2007	DFG
Dipl.-Ing. T. Lehmann Wirkungsgradverbesserung von Leistungsverstärkern	01.01.-31.12.2007	CAU
Dr.-Ing. H. Liu Doherty-Leistungsverstärker	01.01.-31.10.2007	Humboldt
Dr.-Ing. O. Schimmer Industrielle Weiterentwicklung eines Zeitbereichs-Messsystems	01.01.-31.08.2007	BIS
M.Sc. O. Teplyuk Messung der Partikeldichte in Abgasen	01.01.-31.12.2007	DAAD

Winter 2006/2007

Leitungstheorie, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ F. Daschner)

Hochfrequenzschaltungen für Mobil- und Satellitenfunk, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ T. Lehmann)

Radar, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ F. Hettstedt)

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,
R. Knöchel (+ F. Daschner, A. Gülck, F. Hettstedt, T. Lehmann, O. Schimmer)

Seminar Hochfrequenztechnik, 1 Std. Seminar/Woche,
R. Knöchel

Sommer 2007

Nichtlineare Schaltungen, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ F. Hettstedt)

Hochfrequenztechnik, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ F. Daschner)

Communication Devices II: RF Communication, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ T. Lehmann)

Hochfrequenzmesstechnik, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ T. Lehmann)

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,
R. Knöchel (+ F. Daschner, A. Gülck, T. Lehmann, O. Schimmer, F. Hettstedt)

Seminar Hochfrequenztechnik, 1 Std. Seminar/Woche,
R. Knöchel

Winter 2007/2008

Leitungstheorie, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ F. Daschner)

Radar, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ F. Hettstedt)

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,
R. Knöchel (+ A. Gülck, T. Lehmann)

Seminar Hochfrequenztechnik, 1 Std. Seminar/Woche,
R. Knöchel


Drittmittel

Q-Bioanalytic / ChiPro GmbH, *Dielektrisches Zeitbereichsreflektometer (Q-Check)*, 01.05.2005-30.04.2007 (95000 EUR)

Q-Bioanalytic / ChiPro GmbH, *Untersuchung des Reifegrades von Früchten (B-Ripe)*, 01.05.2005-30.04.2007 (49000 EUR)

Deutsche Forschungsgemeinschaft, *Magnetic nanocomposites for rf applications in mobile communication*, 01.10.2006-30.09.2008 (136566)

Deutscher Akademischer Austausch Dienst, *Leonhard-Euler-Projekt, Zielland: Ukraine*, 01.07.2006-31.08.2007 (8580)

Deutscher Akademischer Austausch Dienst, *Leonhard-Euler-Projekt, Zielland: Ukraine*, 01.09.2007-31.08.2008 (5330)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Mit dem Lehrstuhl für „Allgemeine Materialwissenschaften“ (Prof. Föll) der **Technischen Fakultät der CAU** besteht eine intensive Zusammenarbeit im Bereich „Photonische Kristalle“. Realisierte derartige Kristalle werden am Lehrstuhl für „Hochfrequenztechnik“ hinsichtlich der Feldverteilung im eichfreien Raum charakterisiert.

Mit den Lehrstühlen für „Materialverbunde“ (Prof. Faupel) und für „Anorganische Funktionsmaterialien“ (Prof. Quandt) der **Technischen Fakultät der CAU** wird im Bereich „Magnetische Nanokomposite“ für hochfrequenztechnische Anwendungen kooperiert.

Mit der **Kharkov National University (KNU)**, Kharkov, Ukraine, assoziiert mit den Forschungsinstituten der ukrainischen Akademie der Wissenschaften „Institute of Radiophysics (IRE)“, Prof. Shchegoleva und Prof. Khlopov, und dem „Institute of Radioastronomy (IRA)“, Prof. Vavriv, besteht eine Kooperation hinsichtlich Radiophysik und Radioelektronik, Radartechnik und biologischen Wirkungen elektromagnetischer Wellen und Felder, sowie im Rahmen des Leonard Euler Programmes des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD).

Mit der **Technischen Universität Hamburg Harburg**, Prof. Dr. A. Jacob, besteht Zusammenarbeit in den Bereichen „Mikrowellenkomponenten“, „Mikrowellen-Messtechnik“ und „Radartechnik“. Mit dieser Professur wurde auch eine gemeinsame Studentenexkursion an den Niederrhein durchgeführt. Prof. Jacob und Prof. Knöchel sind auch General Chairmen der „German Microwave Conference 2008“, die Anfang März 2008 in Hamburg stattfindet.

Mit Prof. Dr. K. Schünemann von der **Technischen Universität Hamburg Harburg**, besteht ebenfalls eine sehr enge Kooperation. Gegenstand sind Arbeiten zur industriellen mm-Wellen Radar-Messtechnik. Weiterer Kooperationspartner ist hier Prof. Khlopov vom **Institute of Radiophysics**, Kharkov, Ukraine.

Mit dem **Applied Physics Institute der Russian Academy of Science** (Dr. Gera Golubjatnikov und Dr. Vladimir Markov) besteht eine Zusammenarbeit bezüglich Submillimeter-Schaltungstechnik und Molekülspektroskopie.

Kooperation über „Mikrowellensensorik“ für Anwendungen im Bereich Lebensmitteltechnik im Rahmen von Nacharbeiten des Projektes SEQUID und für Support von Messgeräte-Prototypen besteht mit der **Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel - Forschungsbereich Fischqualität, Hamburg**, Prof. Dr. J. Oehlenschläger, dem **Swedish Institute for Food and Biotechnology, SIK, Göteborg, Schweden**, U.K. Berger, dem **CSIC - Instituto del Frio Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, Spanien**, Dr. Tejada, und dem **IPIMAR - Instituto de Investigacao das Pescas e do Mar - Departamento de Inovacao Tecnologica e Valorizacao dos Produtos da Pesca, Portugal**, Dr. Nunes.

Mit der Firma **Q-Bioanalytic**, Bremerhaven, besteht eine Kooperation zur Entwicklung von Zeitbereichs-Messgeräten zur Qualitätsbestimmung von Lebensmitteln. Im Rahmen dieser Kooperation findet ein Technologietransfer statt, über den in Kiel erfundene und erforschte Verfahren der dielektrischen Spektroskopie mit UWB-Pulsen in kommerzielle Produkte überführt werden sollen. Q-Bioanalytic hat ein entsprechendes Patent von der PVA Schleswig-Holstein erworben.

Mit der Firma **AMS - Advanced Microwave Systems**, Elmshorn besteht eine Kooperation über „Feuchte- und Dichtemesstechnik mit Mikrowellen“.

Mit der Firma **Thales**, Kiel, besteht Zusammenarbeit im Bereich Radartechnik und Radarsignalverarbeitung.

Mit **NXP Semiconductors**, Nijmegen, Holland, besteht eine Kooperation im Bereich Hochfrequenz-Leistungsverstärker.

Mit **NXP Semiconductors**, Hamburg, besteht eine Kooperation bezüglich mikromechanischer Systeme zu „Testschaltungen bei Mikrofonen“.

Mit **Baker Hughes INTEQ GmbH**, Celle wird im Bereich Hochfrequenzsensoren kooperiert.

▀ Diplom- und Master-Arbeiten

C. Rahn, *Klasse-S Modulator mit FPGA*, 01.06.2007

L. Moritz, *Untersuchung und Aufbau von Hochfrequenz-Leistungsverstärkern mit GaN-Transistoren*, 11.06.2007

J. Kliesow, *Digitalisierung von Radar-Informationen und ihre Übertragung per Ethernet*, 19.12.2007

A. Yan-Ubol, *Designing of a new Permeameter to characterize magnetic thin films*, 21.12.2007

▀ Dissertationen / Habilitationen

A. Schaab, *Untersuchung des Rauschverhaltens von aktiven Gruppenantennen*, 17.07.2007

A. Gülck, *Fremdkörperdetektion mit Ultrabreitband-Pulsen*, 21.12.2007

▀ Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

E. Quandt, F. Faupel, R. Knöchel, *Toroid microinductors for rf applications using magnetic nanocomposites*, Proceedings 5th International Workshop on High Frequency Micromagnetic Devices and Materials, 20 (2007)

M. Kent, R. Knöchel, F. Daschner, O. Schimmer, J. Oehlenschläger, S. Mierke-Klemeyer, M. Kröger, U.-K. Barr, P. Floberg, M. Tejada, A. Huidobro, L. Nunes, A. Martins, I. Batista, C. Cardoso, *Intangible but not intractable: The prediction of fish 'quality' variables using dielectric spectroscopy*, Meas. Sci. Technol. 18, 4, 1029 - 1037 (2007)

R. Knöchel, W. Taute, C. Döscher, *Stray field ring resonators and a novel trough guide resonator for precise microwave moisture and density measurements*, Meas. Sci. Technol. 18, 4, 1061 - 1068 (2007)

O. Schimmer, B. Oberheitmann, F. Baumann, R. Knöchel, *Instantaneous Distinction between double and single frozen Fish using a new handheld Time Domain Reflectometer*, The 7th Conference of ISEMA 2007 on Electromagnetic Wave interaction with Water and Moist Substances, Conference Proceedings, 167 - 174 (2007)

R. Knöchel, W. Taute, F. Daschner, C. Döscher, *Split ring resonators for on-line moisture and mass determination*, The 7th Conference of ISEMA 2007 on Electromagnetic Wave interaction with Water and Moist Substances, Conference Proceedings, 129 - 136 (2007)

A.V. Lapinov, G.Yu. Golubiatnikov, V.N. Markov, A. Guarnieri, *Laboratory Studies of the HNCO Molecular Spectrum for precise Spectroscopy of Dark Clouds*, Astronomy Letters, Vol. 33, 2, 121 - 129 (2007)

H. Liu, T. Bai, R. Knöchel, L. Sun, K. Schünemann, *Ultra-Wide Stopband Microstrip Low-Pass Filter for Harmonics Suppression*, Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 49, 9, 2148 - 2150 (2007)

H. Liu, R. Knöchel, L. Sun, K. Schünemann, *Dual-Mode DC-Block Semicircular-Patch Bandpass Filter Using Slot Technique*, Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 49, 9, 2261 - 2263 (2007)

R. Knöchel, A. Gülck, F. Daschner, O. Schimmer, *UWB-Sensors for Industrial Applications (Invited Paper)*, 2007 IEEE International Conference on Ultra-Wideband, ICUWB 2007, CD-ROM, (2007)

F. Hettstedt, H. Greve, U. Schürmann, A. Gerber, V. Zaporozhtchenko, R. Knöchel, F. Faupel, E. Quandt, *Toroid Microinductors with Magnetic Nanocomposite Cores*, Proceedings of the 37th European Microwave Conference, 270 - 273 (2007)

T. Lehmann, F. Hettstedt, R. Knöchel, *New Switchable Directional Couplers for Reconfigurable RF-Networks*, Proceedings of the 37th European Microwave Conference, 564 - 567 (2007)

- T. Lehmann, F. Hettstedt, R. Knöchel, *Reconfigurable PA Networks using Switchable Directional Couplers as RF Switch*, Proceedings of the 37th European Microwave Conference, 1054 - 1057 (2007)
- W. Gerhard, R. Knöchel, *Novel Transmission Line Combiner for Highly Efficient Outphasing RF Power Amplifiers*, Proceedings of the 37th European Microwave Conference, 1433 - 1436 (2007)
- H. Liu, R. Knöchel, L. Sun, K. Schünemann, *Miniaturized bandstop filter using meander spurline and capacitively-load stubs*, ETRI Journal, Vol. 29, 5, 614 - 618 (2007)
- O. Schimmer, A. Gülck, R. Knöchel, *Entwurf eines breitbandigen Zeitbereichsreflektometers zur Feuchtemessung*, Innovative Feuchtemessung in Forschung und Praxis, 21 - 27 (2007)

Patent-Anmeldungen

- R. Knöchel, W. Taute, H. Möller, J. Tobias, *Device and Method for Measuring Microwave*, Japanese Patent Office, 23.08.2007, 2007212476A
- R. Knöchel, T. Lehmann, F. Hettstedt, *Schaltbarer Richtkoppler*, Deutsches Patentamt, 20.04.2007, 102007018727.2
- R. Knöchel, T. Lehmann, F. Hettstedt, *Schaltbarer Leistungsteiler*, Deutsches Patentamt, 20.04.2007, PVA6070

Präsentationen

- E. Quandt, F. Faupel, R. Knöchel, *Toroid microinductors for rf applications using magnetic nanocomposites*, 5th International Workshop on High Frequency Micromagnetic Devices and Materials, Baltimore, USA, 12.01.2007
- O. Schimmer, F. Daschner, R. Knöchel, *Industrielle Sensoren mit Mikrowellen- und Ultrabreitband-Technik*, RADCOM 2007 - Radar, Communication and Measurement, Hamburg, Deutschland, 21.-22.03.2007
- O. Schimmer, B. Oberheitmann, F. Baumann, R. Knöchel, *Instantaneous Distinction between double and single frozen Fish using a new handheld Time Domain Reflectometer*, The 7th Conference of ISEMA 2007 on Electromagnetic Wave interaction with Water and Moist Substances, Hamamatsu, Japan, 15.-18.04.2007
- R. Knöchel, W. Taute, F. Daschner, C. Döscher, *Split ring resonators for on-line moisture and mass determination*, The 7th Conference of ISEMA 2007 on Electromagnetic Wave interaction with Water and Moist Substances, Hamamatsu, Japan, 15.-18.04.2007
- R. Knöchel, A. Gülck, F. Daschner, O. Schimmer, *UWB-Sensors for Industrial Applications*, ICUWB 2007 - IEEE International Conference on Ultra-Wideband, Singapur, 24.-26.09.2007
- F. Hettstedt, H. Greve, U. Schürmann, A. Gerber, V. Zaporozhchenko, R. Knöchel, F. Faupel, E. Quandt, *Toroid Microinductors with Magnetic Nanocomposites Cores*, EuMC 2007 - 37th European Microwave Conference, München, Deutschland, 08.-12.10.2007
- T. Lehmann, F. Hettstedt, R. Knöchel, *New Switchable Directional Couplers for Reconfigurable RF-Networks*, EuMC 2007 - 37th European Microwave Conference, München, Deutschland, 08.-12.10.2007
- T. Lehmann, F. Hettstedt, R. Knöchel, *Reconfigurable PA Networks using Switchable Directional Couplers as RF Switch*, EuMC 2007 - 37th European Microwave Conference, München, Deutschland, 08.-12.10.2007
- W. Gerhard, R. Knöchel, *Novel Transmission Line Combiner for Highly Efficient Outphasing RF Power Amplifiers*, EuMC 2007 - 37th European Microwave Conference, München, Deutschland, 08.-12.10.2007
- O. Schimmer, A. Gülck, R. Knöchel, *Entwurf eines breitbandigen Zeitbereichsreflektometers zur Feuchtemessung*, 4. Workshop für Innovative Feuchtemessung in Forschung und Praxis, Karlsruhe, Deutschland, 17.-18.10.2007

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Prof. Dr.-Ing. R. Knöchel wurde im Dezember 2007 mit dem Fellow-Grad des IEEE ausgezeichnet. Die Widmung lautet „for contributions to microwave systems and sensors for industrial process control“ .

Prof. Knöchel ist in der IEEE-MTT (Microwave Theory and Techniques) Society aktiv in der Tagungsorganisation tätig. Er ist seit mehreren Jahren Mitglied des Programmkomitees des „International Microwave Symposium“ , IMS. Er ist

ebenfalls seit 2007 Mitglied im Auswahlkomitee für „IEEE MTT Distinguished Microwave Lecturers“ und Vice-Chairman des Technischen Komitees MTT-16, „Microwave Systems“ . Im Technical Coordination Committee der MTT Society ist er zuständig für „European Liaison“ . Er ist ausserdem Repräsentant des MTT im Exekutivkomitee der „International Conference on Ultra-Wideband, ICUWB“ . Für die Konferenz ICUWB 2008 ist er ebenfalls Mitglied des Programmkomitees. Weiterhin war er im Jahre 2007 Mitglied des Programmkomitees der Europäischen Mikrowellenkonferenz, EuMC. Daneben war er Mitglied des Programmkomitees der 7th Conference of ISEMA (International Society of Electro Magnetic Aquametry) 2007 on Electromagnetic Wave interaction with Water and Moist Substances, Hamamatsu, Japan und des „Scientific Committees“ des Workshops „Innovative Feuchtemessung in Forschung und Praxis“ der Soil Moisture Group, Karlsruhe, 17.-18.10.2007. Er ist Mitglied im „editorial board“ der Fachzeitschrift „Frequenz“ und Reviewer für die Zeitschriften „IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques“ , „IEEE Microwave and Wireless Components Letters“ sowie für verschiedene Fachzeitschriften des englischen „Institute of Physics“ (IOP) und andere Zeitschriften. Er ist auch Mitglied des VDE Fachausschusses 7.3, „Mikrowellentechnik“ . Prof. Knöchel ist ebenfalls seit sieben Jahren Fachgutachter in der Auswahlkommission „MENA“ für Studienbewerber aus Nordafrika/Nahost des DAAD und langjähriger Gutachter im Preiskomitee des „Schmidt-Römhild-Technologiepreises“ des Landes Schleswig-Holstein. Neben der Mitgliedschaft im IEEE ist er Mitglied der „European Microwave Association, EuMA“ und Mitglied in der URSI, Kommission A. Prof. A. Jacob, Technische Universität Hamburg Harburg und Prof. R. Knöchel sind General Chairmen der „German Microwave Conference 2008“ , die im März 2008 in Hamburg stattfindet.

Dr. F. Daschner ist Konferenz-Sekretär für die „German Microwave Conference 2008“ . Ein erheblicher Anteil der Vorarbeiten für diese Konferenz wurde von **Frau M. Bork** vom Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik übernommen.

Zusammen mit Prof. Dr. Georg Böck, TU Berlin, und Prof. Dr. M. Vossiek, TU Clausthal, führte **Prof. Dr. R. Knöchel** einen Workshop zum Thema „Wireless Local Positioning“ auf dem IEEE International Microwave Symposium (IMS) 2007, in Honolulu, USA, durch.

Der Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik hat unter Betreuung von **Herrn Dipl.-Ing. T. Lehmann** an der Projektwoche „Mobilfunk“ teilgenommen.

Es wurden eine mehrtägige und eine eintägige Studentenexkursionen zu Nokia, Bochum / IMST, Kamp-Lintfort / NXP Semiconductor, Nijmegen, Holland (14.-16.02.2007 in Kooperation mit der TUHH) und NXP Semiconductor, Hamburg (19.07.2007) durchgeführt. Die Organisation lag in weiten Bereichen in den Händen von **Herrn Dipl.-Ing. T. Lehmann**.

Am Lehrstuhl arbeitend: **Prof. A. Guarnieri**, Leiter der Arbeitsgruppe „Molekülspektroskopie“.