

Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik

Die Arbeiten des Lehrstuhls für Hochfrequenztechnik der CAU konzentrieren sich auf die Themengebiete „Hochfrequenzelektronik“ und „Mikrowellensensorik“. Daneben wird auch „Molekülspektroskopie“ betrieben.

Der Arbeitsschwerpunkt „Hochfrequenzelektronik“ hat Komponenten und Subsysteme für moderne nachrichtentechnische Anwendungen zum Gegenstand. Moderne Sender- und Empfängerkonzepte stehen dabei derzeit im Vordergrund. Hier tritt in der Praxis das Problem auf, dass moderne Digitalsignale, beispielsweise für UMTS-Systeme, durch gleichzeitige Amplituden- und Phasenmodulation eines Hochfrequenzträgers übertragen werden. Hierfür sind hochlineare Verstärker erforderlich, die aber gleichzeitig mit hohem Wirkungsgrad arbeiten müssen. Solche Anforderungen führen bei der Realisierung auf Widersprüche und sind Gegenstand der aktuellen Forschung.

„Mikrowellensensorik“ stellt ein Arbeitsgebiet dar, auf dem der Lehrstuhl über langjährige Erfahrung verfügt. Es entstanden bereits unter anderem Mikrowellen-Sensoren zur Bestimmung von Stoff-Eigenschaften oder -Zuständen und solche basierend auf Radarprinzipien, beispielsweise zur Füllstandsmessung in Containern und Lagertanks. Aktuelle Projekte befassen sich mit Sensoren zur Bestimmung der Zusammensetzung von Lebensmitteln und zur schnellen Qualitätsbestimmung, Messsystemen zur präzisen Feuchte- und Dichtemessung in Echtzeit und zur Charakterisierung dielektrischer Schichten. Sie basieren großenteils auf der sogenannten „Ultrabreitbandtechnik“. Diese Technik erregt in der Fachwelt derzeit erhebliches Aufsehen. Sie stellt unter anderem eine Basistechnologie zur Realisierung einer nächsten Generation von drahtlosen Netzwerktechnologien mit GBit-Datenraten dar. Am Lehrstuhl wird diese Technologie für Anwendungen in der Sensorik und für Sensornetze erforscht.

Das dritte Arbeitsfeld am Lehrstuhl ist die Molekülspektroskopie im Mikro- und Submillimeterwellenbereich. Es wird von Prof. Dr. A. Guarnieri betreut und hat sowohl den Bau von Spektrometern als auch spektroskopische Untersuchungen von Molekülen zum Gegenstand.

Ergebnisse

Mikrowellenspektroskopie im Zeitbereich

Im Rahmen des EU-Projektes SEQUID wurde in den vergangenen Jahren eine Methode zur Bestimmung der Qualität von Lebensmitteln anhand der dielektrischen Eigenschaften mit Hilfe der elektrischen Zeitbereichsreflektometrie entwickelt. Es werden dabei Impulse mit einer Zeitdauer von etwa 400ps eingesetzt, deren Verformung bei Kontakt mit dem Messobjekt bestimmt wird. Die gemessenen Zeitsignale unterliegen dabei vielerlei Störungen und Verzerrungen. Im Rahmen des Projektes wurde an der Entzerrung und Standardisierung der Signale gearbeitet, um die speziellen Kalibrationen der unterschiedlichen Messgeräte miteinander zu kombinieren, zu vergleichen und ggf. eine global verwendbare Kalibration zu erstellen. Zu diesem Zwecke werden digitale Filtertechniken

auf die mit Hochfrequenzmesstechnik gemessenen Zeitsignale angewandt. Die vorbearbeiteten Daten werden mit Hilfe von speziellen künstlichen neuronalen Netzen weiterverarbeitet, um die Messobjekte (Fische) in sogenannte Cluster einzuteilen, das heißt die gemessenen Lebensmittel in Gruppen zu unterteilen. Jedem Cluster kann schließlich ein Qualitätsparameter oder eine Eigenschaft zugeordnet werden.

Bis zum Sommer 2004 haben die Projektpartner mit verschiedenen Fischarten Messungen mit vier im Rahmen des Projektes erstellten Prototypen des Messsystems durchgeführt. Die Auswertung der umfangreichen Testreihen mit multivariaten Kalibrationsmethoden demonstrierten die Funktionsfähigkeit des Verfahrens. Außerdem wurden die Prototypen auf der Hannover-Messe und der Messe „Seafood Processing Europe“ in Brüssel dem Fachpublikum vorgestellt. Es erfolgte eine Aufnahme von Verhandlungen mit potenziellen Projektpartnern über ein Nachfolgeprojekt zur Industrialisierung der Prototypen, die noch andauert. Sämtliche Erkenntnisse und Ergebnisse des SEQUID-Projektes wurden in einer Monografie dokumentiert.

Berührungslose Feuchtemessung

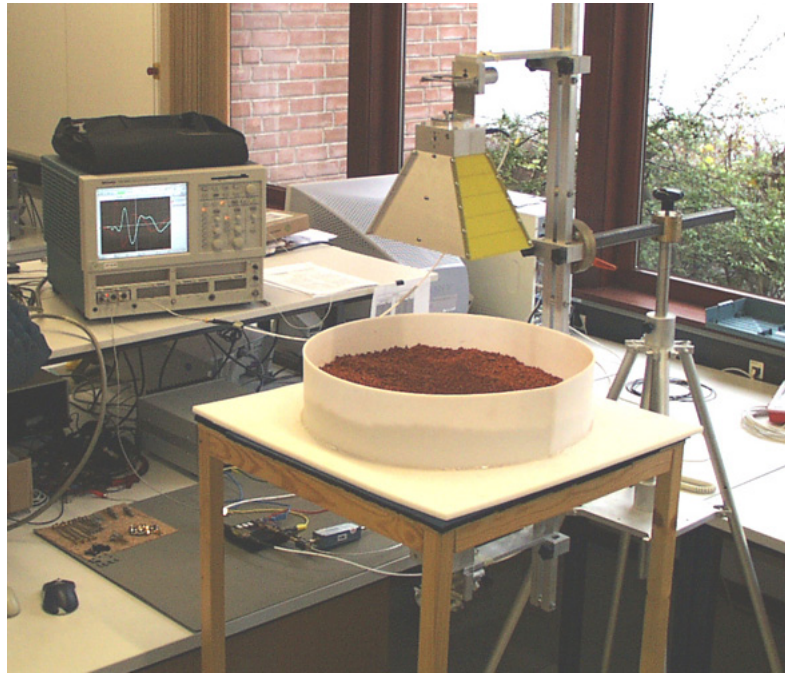


Abb. 1: Berührungslose Feuchtemessung für Schüttgüter mit breitbandigen Impulsen

Ein berührungsloses Feuchtemesssystem für Schüttgüter, welches kurze Impulse in einem Transmissionssystem über Antennen abstrahlt und empfängt, benutzt eine Datenauswertung basierend auf multivariater Statistik. Dieses System wurde weiterentwickelt, um auch Reflexionsmessungen durchführen zu können. Eine solche Vorgehensweise wird speziell dann erforderlich, wenn das zu messende Material von nur einer Seite zugänglich ist, wie es beispielsweise auf Förderbändern der Fall sein kann. Das System wurde

erfolgreich implementiert und auf seine Genauigkeit untersucht.

Messung der Feldverteilung von photonischen Kristallen

Der Lehrstuhl für Allgemeine Materialwissenschaft der Technischen Fakultät beschäftigt sich mit der theoretischen Berechnung der Feldverteilung von photonischen Kristallen. Für spätere Anwendungen sollen diese im optischen Frequenzbereich eingesetzt werden und durch Ätzung direkt auf Halbleitersubstraten hergestellt werden. Es ist jedoch schwierig, im optischen Wellenlängenbereich die theoretisch berechnete Feldverteilung messtechnisch zu verifizieren. Aus diesem Grunde werden am Lehrstuhl für Allgemeine Materialwissenschaft große photonische Kristalle aus Aluminium-Oxid-Stäben gefertigt, deren Feldverteilung am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik bei Mikrowellenfrequenzen vermessen wird.

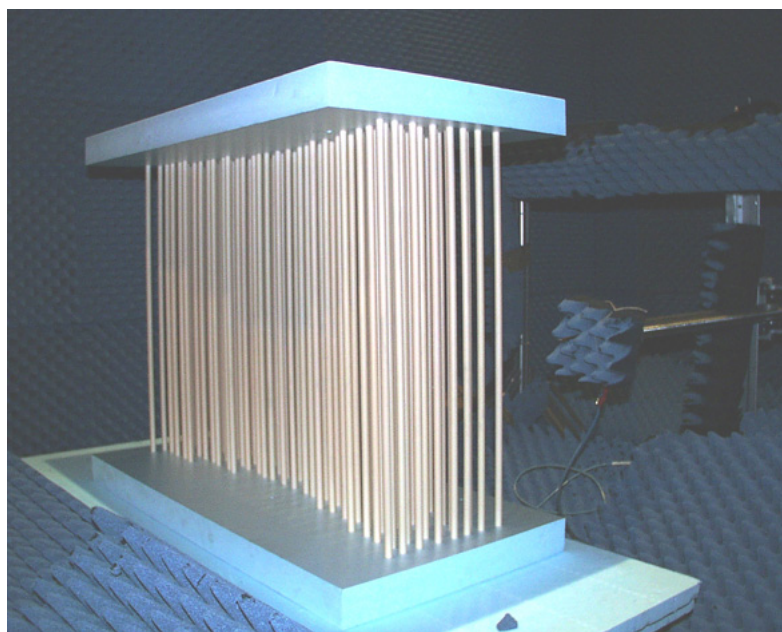


Abb. 2: Messung der Feldverteilung eines photonischen Kristalls im Absorberraum des Lehrstuhls für Hochfrequenztechnik

Die Messungen erfolgen im Absorberraum, um den Einfluss störender Felder, sowie von Reflexionen an den Wänden zu minimieren. Im Absorberraum befindet sich eine rechnergesteuerte Anordnung, die eine Platzierung einer Feldsonde in allen drei Raumrichtungen ermöglicht. Mit Hilfe einer modulierten Signalquelle und eines Lock-In-Verstärkers lässt sich die Feldverteilung mit einem hohen Dynamikbereich erfassen. Die Messungen wurden im Frequenzbereich von 6 GHz bis 12 GHz durchgeführt. Pro Frequenz und Polarisation wurden mehr als 22 Tausend Punkte in einer Ebene gemessen, um fokussierende Punkte des photonischen Kristalls zu detektieren. Die Messreihen sind sehr zeitaufwendig und dauern noch an. Zur Zeit wird ein Kristall untersucht, bei dem Aluminiumoxid-Stäbe mit einem normal verteilten Fehler außerhalb der idealen Position angeordnet sind, um den Einfluss von Fertigungsfehlern auf die Wirksamkeit der Anordnung zu untersuchen.

Linearisierte Leistungsverstärker mit hohem Wirkungsgrad

In diesem Projekt werden prinzipielle Untersuchungen zu Methoden der Wirkungsgraderhöhung sowie der Linearisierung von Leistungsverstärkern für zukünftige Anwendung in digitalen Kommunikationssystemen untersucht. Der Schwerpunkt liegt hierbei bei dem Mobilfunkstandard WCDMA (UMTS). Die gleichzeitige Erfüllung von Wirkungsgrad und Linearität ist mit den heutigen üblichen verwendeten Verstärkerverfahren nicht zu erreichen. Einen völlig anderen Ansatz zur Lösung des Problems stellt das LINC (Linear Amplification using Nonlinear Components) Verfahren dar. Hierbei wird ein generelles Signal, welches in heutigen Systemen durch Amplituden- und Phasenmodulation codiert wird in zwei ausschließlich phasenmodulierte (PM) Signale mit einer konstanten Einhüllenden separiert. Die zwei PM-Signale können nun mit zwei bei konstanter Amplitude betriebenen Verstärkern, die nichtlinear sein können und in Kompression und damit mit maximalem Wirkungsgrad arbeiten, verstärkt werden, ohne dass Intermodulationsverzerrungen auftreten. Abschließend werden die beiden Signale mittels Vektoraddition wieder zu dem ursprünglichen Signal zusammengesetzt. Ein LINC-System kann in verschiedene Komponenten mit unterschiedlichen Problemstellungen separiert werden:

- DCS - breitbandiger Digital-Component-Separator in Echtzeit,
- Transmitter-Architektur,
- hocheffiziente Leistungsverstärker in Sättigung,
- effiziente lastmodulierende Leistungsaddition der Verstärker-Endstufen,
- digitale System-Kalibrierung und Signal-Korrektur (Signal-Vorverzerrung).

Der Digital-Component-Separator (DCS) berechnet in Echtzeit die Amplituden- und Phaseninformation des Signals und leitet daraus die zwei notwendigen phasenmodulierten Signale ab. Dieser wurde unter Verwendung einer effizienten DSP-Architektur in einer sehr schnellen digitalen Hardware (FPGA) mit hoher Bandbreite (ca. 120 MHz) für die Anwendung in einem LINC-System entworfen und implementiert. Zudem wurde gezeigt, dass das LINC-Verfahren ebenfalls geeignet ist, Mehrfachträger-Signale (Basisstation) effizient zu übertragen. Hierfür ist eine komplexe Modulation mit einer ersten digitalen Zwischenfrequenz notwendig. Diese wird ebenfalls flexibel auf dem FPGA realisiert. Zugleich ist eine effiziente und flexible Konfiguration bzw. Anpassung an verschiedene HF-Transmitter-Topologien möglich. Der Einfluss auf die Signalverzerrung in Abhängigkeit der Bandbreite sowie der Bandbreitenbedarf der PM als Funktion der Amplitudenmodulationsstatistik wurde untersucht und für die Anwendung als Einzelträger (Uplink) als auch für Mehrfachträger (Downlink) Übertragung spezifiziert. Um einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen, ist eine spezielle lastmodulierende Leistungsaddition der Verstärker-Endstufen (Klasse B, C, F -Betrieb) notwendig, die jedoch in der Praxis zu nichtlinearen Signalverzerrungen führt. Aktueller Forschungsgegenstand ist die Untersuchung der Möglichkeiten einer breitbandigen digitalen Linearisierung der Kennlinie sowie der Übertragungskanäle unter Beibehaltung eines hohen Gesamtwirkungsgrades. Hierfür werden verschiedene Verfahren im Zeit- als auch im Frequenzbereich betrachtet. Als Voraussetzung wurde ein spezielles vektorielles Meßsystem entwickelt, welches über eine Echtzeit-Messbandbreite von bis zu 60 MHz verfügt.

Ortsaufgelöste Fremdkörperdetektion mit Mikrowellen

Die Arbeiten auf dem Gebiet der Fremdkörpererkennung wurden weitergeführt. Dabei sollen Hochfrequenzuntersuchungen Rückschlüsse auf die Beschaffenheit von dielektrischen Materialien ermöglichen. Dadurch lassen sich Verunreinigungen, beispielsweise in homogenen Ausgangsmaterialien und Endprodukten der Nahrungsmittelindustrie, berührungslos und kontinuierlich in Echtzeit detektieren. Durch kurze abgestrahlte Pulse von wenigen hundert Pikosekunden Länge wird eine Probe beleuchtet und deren Interaktion mit den Pulsen untersucht. Die hier angewendeten Ultrabreitband-Verfahren können Nachteile monofrequenter Systeme wie beispielsweise Signalauslöschungen durch Interferenzen vermeiden. Eine geeignete Signalverarbeitung ermöglicht es, neben dem reinen Nachweis eines Fremdkörpers auch den Ort der Inhomogenität bis auf den Bruchteil ihrer Größe, d.h. auf wenige mm genau, zu bestimmen. Die Ortsauflösung ist dabei unabhängig vom dielektrischen Kontrast und der geometrischen Form des Probekörpers. Die eingesetzte Technik lässt sich nicht nur auf Rohstoffuntersuchungen anwenden, sondern entspricht vielen Anforderungen beispielsweise der zerstörungsfreien Materialprüfung oder des Nahbereichs-Untergrundradars.

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.

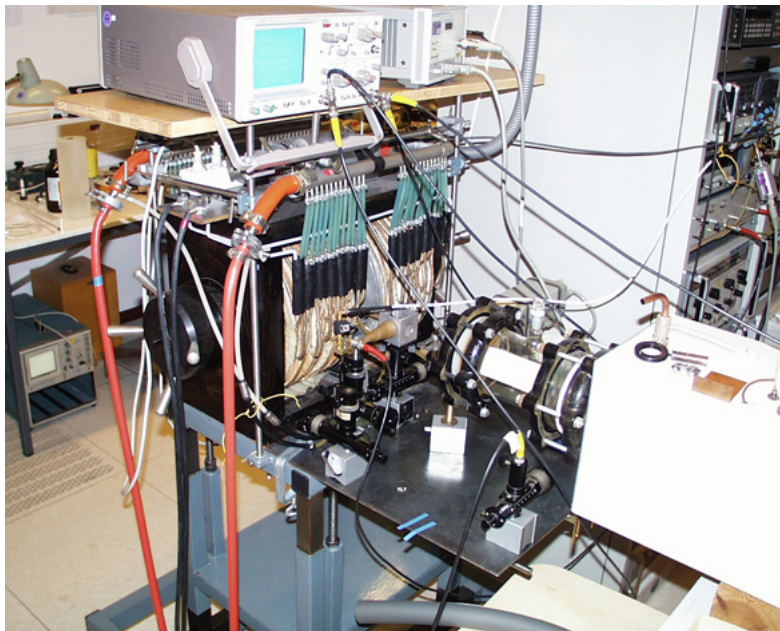


Abb. 3: Molekülspektrometer im Bereich der Millimeter- und Submillimeterwellen

Im Rahmen der Molekülspektroskopie ist die Bestimmung der Rotationsparameter seltener Ketten-isotopomere ($D_2^{13}CCO$, $D_2C^{13}CO$, $D_2CC^{18}O$ und $DHCCO$) abgeschlossen. Eine Publikation wird gerade geschrieben.

Die Aktivität hat sich weiter auf die Steigerung des Auflösungsvermögens des Millimeter- und Submillimeterwellenspektrometers konzentriert um sehr genaue Messungen der Übergangsabsorptionensfrequenzen zu gestalten. Zu diesem Zweck wurde auch ein von der DFG finanziertes Kooperationsprojekt mit dem Institut für angewandte Physik der Russischen Akademie der Wissenschaften in Nizhnii Novgorod geschlossen.

Beobachtungen im Millimeter- und Submillimeterwellenbereich haben zur Entdeckung von hunderten verschiedenen Molekülen in den interstellaren Wolken geführt. In allen Fällen erlauben sehr genaue, im Labor gemessene Linienfrequenzen eine unzweideutige Zuordnung der mit Radioteleskopen aufgenommenen Spektren. Solche Moleküle sind wichtige Indikatoren der physikalischen Bedingungen und der möglichen chemischen Reaktionen, die in der interstellaren Wolke stattfinden.

Sehr genaue Labormessungen sind nur mit einem dopplerfreien Verfahren zu bekommen, das uns erlaubt Linien mit Halbwertsbreite von einigen kHz zu erreichen.

Personal

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

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

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr.-Ing. F. Daschner	01.01.-31.12.2004	CAU
Mikrowellensensoren mit multivariaten statistischen Auswerteverfahren		
Dipl.-Ing. W. Gerhard	01.01.-31.12.2004	CAU
Verstärker mit hohem Wirkungsgrad		
Dipl.-Ing. A. Gülck	01.01.-31.08.2004	EU
A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID)		
Dipl.-Ing. A. Gülck	01.09.-31.12.2004	CAU
Identifikation von Objekten durch Mikrowellenstreuung		
Dr. M. Kent	01.01.-31.10.2004	EU
A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID)		
Dipl.-Ing. A. Schaab	01.01.-29.02.2004	CAU
Rauschen in aktiven Antennenarrays		
Dipl.-Ing. O. Schimmer	01.01.-31.12.2004	CAU
Ultrabreitband-Sensorik		

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2003/2004

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

Rauschen in Kommunikations- und Meßsystemen, 2 (+1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/
Woche,
R. Knöchel (+ A. Schaab)

Hochfrequenzschaltungen für Mobil- und Satellitenfunk, 2 (+1) Std. Vorlesung (+ Ü-
bungen)/Woche,
R. Knöchel (+ W. Gerhard)

Hochfrequenzmeßtechnik, 2 (+1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ O. Schimmer)

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,
R. Knöchel (+ A. Schaab)

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

Sommer 2004

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

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

Radar, 2 (+1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. Knöchel (+ A. Gülck)

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

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,
R. Knöchel (+ O. Schimmer, W. Gerhard, F. Daschner)

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

Winter 2004/2005

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

Rauschen in Kommunikations- und Meßsystemen, 2 (+1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/
Woche,
R. Knöchel (+ O. Schimmer)

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

R. Knöchel (+ W. Gerhard)

Hochfrequenzmeßtechnik, 2 (+1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,

R. Knöchel (+ O. Schimmer)

Radar, 2 (+1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,

R. Knöchel (+ A. Gülck)

Praktikum Hochfrequenztechnik, 4 Std. Praktikum/Woche,

R. Knöchel (+ O. Schimmer, W. Gerhard, F. Daschner, A. Gülck)

Seminar Hochfrequenztechnik, 1 Std. Seminar/Woche,

R. Knöchel

Drittmittel

Europäische Kommission, *A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID)*, 01.09.2001-31.08.2004 (466891 EUR)

Deutsche Forschungsgemeinschaft, *Aufbau und Optimierung von Spektrometern für den Submillimeterwellen-Bereich sowie rotationsspektroskopische Messungen an interstellaren Spezies*, 01.11.2003-31.10.2005 (6000 EUR)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers 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 echofreien Raum charakterisiert.

Mit der **Kharkov National University (KNU)** , Kharkov, Ukraine, assoziiert mit den Forschungsinstituten der ukrainischen Akademie der Wissenschaften „Institute of Radiophysics (IRE)“ , Prof. Shchegoleva, und „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).

Ebenfalls im Rahmen des Leonard Euler Programmes des DAAD und in Verbindung mit der KNU wird auch mit der **Technischen Universität Braunschweig** , Prof. Dr. A. Jacob, und mit der **Technischen Universität Hamburg Harburg** , Prof. Dr. K. Schünemann zusammengearbeitet.

Mit der **Technischen Universität Braunschweig** , Prof. Dr. A. Jacob, wird ebenfalls im Themengebiet „Feuchtemessung an Baustoffen und Bauelementen“ kooperiert.

Mit der **Technischen Universität Hamburg Harburg** , Prof. Dr. K. Schünemann, besteht Zusammenarbeit im Bereich „Mikrowellenkomponenten“ , Mikrowellen-Messtechnik“ und „Radartechnik“ .

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

Kooperation über „Mikrowellensensorik“ für Anwendungen im Bereich Lebensmitteltechnik im Rahmen des Projektes SEQUID 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 **AMS - Advanced Microwave Systems**, Elmshorn besteht eine Kooperation über „Feuchte- und Dichtemesstechnik mit Mikrowellen“.

Mit der Firma **Trützscher**, Mönchengladbach wird zusammengearbeitet hinsichtlich hochgenauer Dichtemessung an Fasern im Bereich des Textilmaschinenbaus.

In Zusammenarbeit mit der Firma **Reemtsma** werden Möglichkeiten der elektromagnetischen Massedurchflussmessung untersucht.

Diplom- und Master-Arbeiten

Max Görler, *Entwicklung eines Netzwerkanalysators mit Folgegenerator*, 21.04.2004

Martin Gottschalk, *Aufbau eines Sendeverstärkers nach dem LINC-Verfahren*,
01.09.2004

Leif Petersen, *Entwicklung eines miniaturisierten Impulsreflektometers*, 29.10.2004

Thomas Lehmann, *Entwicklung eines Pulsradars zur Untersuchung dielektrischer Materialien*, 02.12.2004

Thorsten Möller, *Aufbau von Leistungsverstärkern für WCDMA*, 22.12.2004

Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2004

O. Schimmer, F. Daschner, M. Kent, R. Knöchel, *Determination of quality and storage-time of dielectric mixtures using time domain spectroscopy*, *Advances in Radio Science*, **vol. 2**, 1 - 5 (2004)

M. Kent, J. Oehlenschläger, S. Mierke-Klemeyer, M. Manthey-Karl, R. Knöchel, F. Daschner, O. Schimmer, *A new multivariate approach to the problem of fish quality estimation*, *Food Chemistry*, **87**, 531 - 535 (2004)

O. Schimmer, A. Gülck, F. Daschner, J. Piotrowski, R. Knöchel, *Non-contacting determination of moisture content in bulk materials using sub-nanosecond UWB-pulses*, *Proc. 34th European Microwave Conference*, **vol. II**, 677 - 680 (2004)

M. Kent, J. Oehlenschläger, S. Mierke-Klemeyer, R. Knöchel, F. Daschner, O. Schimmer, *Estimation of the quality of frozen cod using a new instrumental method*,

- European Food Research Technology, **Band 219, 5**, 540 - 544 (2004)
- M. Kent, R. Knöchel, F. Daschner, O. Schimmer, J. Oehlenschläger, S. Mierke-Klemeyer, U.-K. Barr, P. Floberg, M. Tejada, A. Huidobro, L. Nunes, I. Batista, A. Martins, *Time domain reflectometry as a tool for the estimation of quality in foods*, Int. Agrophysics, **18**, 3 (2004)
- W. Gerhard, R. Knöchel, *LINC digital component separator for multicarrier W-CDMA-signals*, IEEE International Microwave Symposium Digest, 907 - 910 (2004)
- R. Knöchel, *Radarverfahren*, RADCOMM2004, Radar & Communication, 1 - 36 (2004)
- R. Knöchel, *Richtkoppler*, EEEfCOMM2004, Hochfrequenz- und High-Speed Digital-Elektronik, Schaltungen und Systeme, 86 - 107 (2004)
- M. Kent, F. Daschner, R. Knöchel, *Microwave Dielectric Spectra and the Composition of Foods: Multivariate Analysis versus Artificial Neural Networks*, 3rd International Workshop on Water in Food, 18 (2004)
- W. Gerhard, *Eine FPGA basierende Implementierung des Signal Komponenten Separators eines LINC-Systems für zukünftige WCDMA-Transmitter*, Kleinheubacher Berichte, 44 (2004)

Präsentationen

- F. Daschner, O. Schimmer, M. Kent, R. Knöchel, *Messestand*, Hannovermesse, Hannover, Deutschland, 19.-24.04.2004
- W. Taute, *Jahr der Technik*, Toni-Jensen-Gesamtschule, Kiel-Dietrichsdorf, Deutschland, 28.04.2004
- F. Daschner, O. Schimmer, M. Kent, R. Knöchel, *Messestand*, Seafood Processing Europe, Brüssel, Belgien, 04.-06.05.2004
- W. Gerhard, *LINC digital component separator for multicarrier W-CDMA-signals*, Vortrag: IEEE MTT-S Int. Microwave Symposium, Fort Worth, USA, 04.-12.06.2004
- W. Taute, *Jahr der Technik*, Realschule Kronshagen, Kiel-Kronshagen, Deutschland, 08.06.2004
- W. Taute, *Jahr der Technik*, Isarnhoschule Gettorf, Gettorf, Deutschland, 31.08.2004
- W. Gerhard, *Eine FPGA basierende Implementierung des Signal Komponenten Separators eines LINC-Systems für zukünftige WCDMA-Transmitter*, Vortrag: Kleinheubacher Tagung, Miltenberg, Deutschland, 27.09.-01.10.2004
- O. Schimmer, A. Gülck, F. Daschner, J. Piotrowski, R. Knöchel, *Non-contacting determination of moisture content in bulk materials using sub-nanosecond UWB-pulses*, Vortrag: 34th European Microwave Conference, Amsterdam, Niederlande, 12.-14.10.2004
- F. Daschner, M. Kent, O. Schimmer, R. Knöchel, *SEQUID: A new method for the objective measurement of the quality of seafood*, Poster: Integrating Safety and Nutrition Research along the Food Chain: The New Challenge, Lille, Frankreich, 27.-29.10.2004

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Organisation 6. Projekttreffen EU-Vorhaben QLRT-2000-01643, A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID), Mai 2004, Brüssel.

Organisation Abschluß-Projekttreffen EU-Vorhaben QLRT-2000-01643, A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID), Juli 2004, Hamburg.

R. Knöchel ist: Co-ordinator des EU-Vorhabens QLRT-2000-01643, A new method for the objective measurement of the quality of seafoods (SEQUID). Mitglied im Programmkomitee des „IEEE International Microwave Symposium“ . Mitglied im Fachausschuss MTT-16 „Microwave Systems“ des IEEE. Chairman des „UWB-Systems Subcommittee“ im Komitee MTT-16 des IEEE. Mitglied des „Technical Coordination Committee (TCC)“ des IEEE-MTT, zuständig für „European Liaison“ . Mitglied des „Executive Committee“ der „International Conference on Ultrawideband“ (ICU). Mitglied im „editorial board“ der Fachzeitschrift „Frequenz“ . Mitglied im Fachausschuss 7.3 „Mikrowellentechnik“ des VDE. Mitglied in der „URSI“ , Kommission A. Assoziiertes Mitglied der „European Microwave Association (EuMA)“ . Gutachter in der Auswahlkommission des Deutschen Akademischen Auslandsdienstes (DAAD) für Ausländer aus der Region Nordafrika/Nahost. Gutachter im Preiskomitee des „Schmidt Römhild Technologiepreises“ . Reviewer für diverse Fachzeitschriften und Konferenzen.

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