

## Aktuelle Forschungsgebiete

Wie in jeder Ausgabe stellen wir auch diesmal wieder interessante Forschungsgebiete vor, die an unseren Instituten gerade bearbeitet werden.

### IGTE Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik

In der Jänner-Ausgabe 2009 der E&T Info wurde speziell das am Institut angesiedelte Christian Doppler Laboratorium vorgestellt. Neben der Forschungstätigkeit im Bereich der multiphysikalischen Simulation, Analyse und Design von elektrischen Maschinen im Rahmen des CD-Labors sind die Mitarbeiter des Instituts für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik auch in einer Vielzahl anderer Forschungsbereiche tätig. Im Folgenden sollen drei aktuelle Forschungsthemen vorgestellt werden.

#### Bandstruktur-Berechnungen von photonischen Kristallen



Abb. 1: Photonischer Kristall

Welche Materialien erlauben uns eine vollständige Kontrolle über die Ausbreitung von Licht? Die Frage kann in Analogie zur Halbleiterphysik beantwortet werden. Durch periodische Anordnungen von Atomen und Molekülen zu einem

Kristall können verbotene Bereiche in der Energiebandstruktur auftreten, auf denen interessante elektronische Eigenschaften basieren. Im Fall der photonischen Kristalle kann die Periodizität in den dielektrischen Eigenschaften eine Absorption von gewissen Frequenzen verursachen. Interessante Anwendungen sind optische Wellenleiter und dielektrische Spiegel. Die Methode der finiten Elemente bietet eine Möglichkeit, komplizierte Bandstrukturen zu berechnen. Differenzialgleichungen werden durch Basisfunktionen approximiert und zu

einem verallgemeinerten Eigenwertproblem transformiert. Das oftmalige und numerisch teure Lösen dieses Eigenwertproblems kann mittels Modellordnungsreduktion erheblich beschleunigt werden. Die numerische Untersuchung dieser Verfahren ist Gegenstand aktueller Forschung im Rahmen des Doktoratskollegs "Numerical Simulations in Technical Sciences".

Kontakt:

Dipl.-Ing. Christian Scheiber  
christian.scheiber@tugraz.at

#### UNITAG - (Universal UHF RFID Tag based on System-Level Modeling and Optimization)

Der Industriestandard Class-1, Generation-2 von EPCglobal zielt darauf ab, einen globalen Standard für elektronische Produkterkennung (Electronic Product Code™) zu etablieren, welcher auf passiver UHF-RFID-Technologie basiert. Das von der FFG geförderte Projekt UNITAG hat zum Ziel, auf Basis von System-Level-Modellierung, einen möglichst universell einsetzbaren UHF-RFID-Transponder unter Einhaltung des oben genannten Standards zu entwickeln. Der Schwerpunkt der Forschungstätigkeiten am IGTE liegt dabei auf der



Abb. 2: Wellenausbreitung bei induktiv gekoppelter Transponder-Antenne

Modellierung des Übertragungskanals unter Einbeziehung der Antennensysteme von Reader und Transponder. Mit Hilfe der Methode der finiten Elemente sollen einerseits physikalische Einflüsse

auf den Übertragungskanal untersucht werden, welche in weiterer Folge in die System-Level-Modellierung einfließen, andererseits sollen die mit Hilfe der System-Level-Modellierung optimierten Transponder verifiziert werden. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes sind auch einige interessante Diplom- bzw. Masterarbeiten zu vergeben.

Kontakt:

Dipl.-Ing. Thomas Bauernfeind  
t.bauernfeind@tugraz.at

#### Lokalisierung von leitfähigen Implantaten mit GMR-Sensoren

Ein implantierter Marknagel bei Brüchen von Röhrenknochen muss hinter der

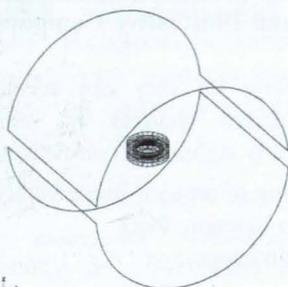


Abb. 3: Sattelspule mit leitfähigem Ring

Bruchstelle durch Verschraubungen fixiert werden. Um nun die durch Röntgenstrahlen unterstützte Bildgebung und die daraus resultierende Belastung zu vermeiden, wird nach einer vorteilhafteren Methode zum Auffinden der Löcher im Nagel gesucht. Der Marknagel wird einem zeitharmonischen Magnetfeld ausgesetzt. Aus der im Nagel entstehenden Wirbelstromverteilung und dem begleitenden Magnetfeld wird mit Hilfe von Giant Magnetic Resistor (GMR) Sensoren auf die Lage der Löcher geschlossen. Mit

Hilfe der Methode der finiten Elemente sollen geeignete Anordnungen der GMR-Sensoren im Messaufbau gefunden werden. Hierbei wird auf Prinzipien der Optimierung zurückgegriffen. Die Zuverlässigkeit wird an einem Messaufbau erprobt.

Kontakt:

Ao.Univ.-Prof. Dr.techn. Werner Renhart  
werner.renhart@tugraz.at

## Messen mit Licht

Das interdisziplinäre Fach der Messtechnik beschäftigt sich mit dem quantitativen Vergleich physikalischer Größen mit einer Referenz.

Die optische Messtechnik im Speziellen befasst sich mit Verfahren zur Messung verschiedener Parameter unter Einsatz elektromagnetischer Strahlung vorwiegend aus dem sichtbaren Spektrum sowie den angrenzenden IR und UV Bereichen. Einsatzgebiete der optischen Messtechnik reichen von der satellitengestützten



Abb. 1: Optische Sensoren zur Vermessung von Bauteilgeometrien: robotergeführt in der Flugzeugindustrie (links) und handgeführt in der Automobilindustrie (rechts).

Fernerkundung der Erde über Qualitätskontrollmessungen im industriellen Umfeld bis hin zur Positionsbestimmung von Sonden mit Auflösungen im Mikro- und Nanometerbereich. Im Vergleich zu anderen Messprinzipien zeichnet sich der Einsatz von Licht als Informationsträger durch ein hohes Maß an Flexibilität, die Möglichkeit zur berührungslosen Messung, sowie durch eine geringe Rückwirkung aus.

Das Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung (EMT) ist seit Jahren aktiv in unterschiedlichen Bereichen der optischen Messtechnik tätig. Nachfolgend sind einige Forschungsarbeiten und Projekte der jüngeren Vergangenheit aufgelistet. Gleichzeitig gibt der Artikel einen Ausblick auf laufende Aktivitäten am Institut.

**Photogrammetrie** – Jener Bereich der optischen Messtechnik, der sich vornehmlich mit der Messung geometrischer Größen aus Kamerabildern befasst, wird als bildgestützte Messtechnik oder Photogrammetrie bezeichnet. Das EMT hat als Forschungspartner in einem europäischen Konsortium (FP6 Projekt „IPROMES“) einen optischen Sensor zur Formvermessung von Flugzeugteilen entwickelt (siehe Abb. 1). Unter An-

wendung eines Active-Stereo Setups bestehend aus mehreren Kameras und Projektoren entstand ein robotergeführter Sensor zur optischen Qualitätskontrolle. Das entwickelte Sensorprinzip ist robust gegenüber teilweiser Verdeckung des Messobjektes. In einem nachfolgenden Industrieprojekt wurde ein ähnliches Sensorprinzip zur Qualitätskontrolle im automotiven Karosseriebau entwickelt. Die dabei relevanten geometrischen Messgrößen Step & Gap werden von



dem tragbaren System zuverlässig bestimmt. Wesentliche Punkte in beiden genannten Projekten sind die Modellierung auftretender Messunsicherheiten sowie die Entwicklung der notwendigen Kalibrationsstrategien der Sensoren als

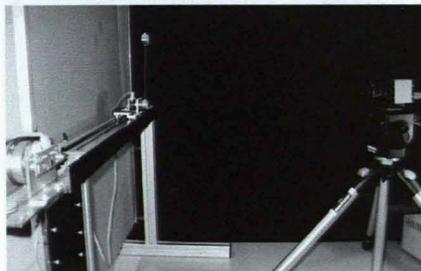


Abb. 2: Optische Lageregelung des Inversen Pendels.

Ausgangspunkt für die Gewährleistung der Rückführbarkeit der Messergebnisse auf SI Basiseinheiten.

**Echtzeit-Bildverarbeitung** – Die Einbindung eines bildgestützten Messsystems zur Istwert-Erfassung in einen Regelkreis erfordert die strikte Einhaltung maximaler Latenzen zwischen Messzeitpunkt und Bereitstellung des Messergebnisses. Als Beispiel für ein Echtzeit-System zeigt Abb. 2 den Aufbau eines Inversen Pendels mit optischer Messung der Zustandsgrößen Wagen-

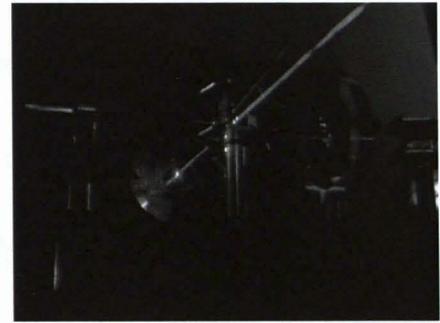


Abb. 3: Laboraufbau eines Michelson-Interferometers zur Längenmessung.

position und Pendelwinkel. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde erfolgreich ein optisches Trackingverfahren zur Verfolgung der bewegten Teile des Pendels im Sensorbild entwickelt und mit einem Zustandsregler kombiniert.

**Kohärente Messtechnik** – Ein aktuelles Thema am EMT ist die hochauflösende messtechnische Erfassung von Längen unter Verwendung interferometrischer Methoden (Abb. 3). Die laufenden Arbeiten zielen auf die Entwicklung hochgenauer Interferometer mit Längenauflösungen im Bereich weniger Nanometer sowie der umfassenden Bewertung auftretender Messunsicherheiten ab.

Aus der Sicht von Studierenden einer technischen Disziplin stellt die optische Messtechnik ein spannendes Anwendungsgebiet dar, in dem Kenntnisse aus unterschiedlichen Bereichen der Technik – von Mechanik, Geometrie und Optik bis zur Digitalen Signalverarbeitung – zu komplexen Systemen kombiniert werden können.

Das EMT bietet als Einstieg in den Arbeitsbereich Lehrveranstaltungen zu den Themen „Optische Messtechnik“ und „Bildgestützte Messverfahren“ sowie laufend Themen für studentische Arbeiten an.

<http://www.emt.tugraz.at/OptiMet>



DI Dr. Markus Brandner  
brandner@TUGraz.at