

Fakultät 4: Elektrotechnik

Institut für Elektrische Maschinen und Antriebe (0401)

Spezialgebiete: Mechatroniksysteme und Hochtemperatur-Supraleiter-Systemanwendungen

Direktor: o. Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Gutt

Theorie: Prof. Dr.-Ing. habil. Arkadi Grüner

Das zweite Forschungssemester in der mehr als 35 semestrigen Amtszeit des Institutsleiters diene der Intensivierung der internationalen Zusammenarbeit auf den Forschungsschwerpunktsgebieten neue Mechatroniksysteme und neuartige Aktorsysteme des Instituts für Elektrische Maschinen und Antriebe: Spezieller Forschungsgegenstand während der gleichzeitigen Gastprofessur von Prof. Ph. D. René Spée von der Partneruniversität „Oregon State University“ in Corvallis bildete – gemeinsam mit Prof. Ph. D. Johan Enslin von der „University of Stellenbosch“ in Südafrika – die Untersuchung und Entwicklung von über Schwingkreisumrichter gespeisten bürstenlosen Käfigläufermotoren (Brushless Double Fed Motors (BDFM)). Neuartige Hochtemperatur-Supraleitende (HTSL-)Elektroantriebssysteme werden – neuerdings gefördert vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBF) – gemeinsam mit Prof. Kovalev vom „Moscow Aviation Institute“ in enger Zusammenarbeit mit deutschen Forschungsinstituten und deutschen Industriefirmen erforscht und entwickelt. Weitere internationale Kontakte werden bei der Weiterentwicklung hochtouriger bürstenloser Antriebssysteme mit Hochenergiemagneten sowie bei der thermischen Modellierung elektrischer Maschinen und Aktoren mit Prof. Dr. sc. Bozida Hribernik von der Universität Maribor/Slowenien gepflegt.

Arbeitsgebiet: Mechatronische Flexibilisierung von Stell-, Montage-, Be- und Verarbeitungsprozessen

Der Flexibilisierung aller Arten von Stellvorgängen, Montage-, Be- und Verarbeitungsprozessen, die bislang mechanisch starr gekoppelt sind, wird in enger interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Universitätsinstituten und der einschlägigen Industrie im ersten Transferprojekt TFB 1 der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) direkt in die industrielle Praxis übertragen. Diese mechatronische Flexibilisierung durch intelligente elektrische Einzelantriebssysteme führt zu beträchtlicher Steigerung der Qualität und Produktivität und zugleich zu kleineren, leichteren und kostengünstigeren Produktionsanlagen. Die MECHATRONIK bedeutet eine Revolution der Kraftfahrzeug-, Maschinen- und Produktionsanlagentechnik, wie beispielhaft an Textilmaschinen und Abfüllanlagen der Verpackungsindustrie demonstriert wurde.

Arbeitsgebiet: Hochtemperatur-Supraleiter-Antriebs-Systeme

Die stürmische Entwicklung auf dem Gebiet der sogenannten Hoch-Temperatur-Supra-Leiter (HTSL) wird ebenfalls für völlig neuartige Mechatroniksysteme zur Zwischenspeicherung von Energie untersucht und nutzbar gemacht: Sie gestatten in Verbindung mit hochwertigen Permanentmagneten eine berührungslose und reibungsfreie Lagerung z. B. von elektromechanischen Schwungradspeichern, deren Hochtemperatur-Supraleiterkühlung äußerst wirtschaftlich mit flüssigstickstoff erfolgt. Dessen Kosten betragen lediglich 2 % derjenigen des bisher für herkömmliche Supraleiter benötigten flüssigheliums. Ein „Drei-Liter-Kraftfahrzeug“ wird sich nur wirtschaftlich realisieren lassen, wenn die bisher vor jedem Ampelhalt in Bremswärme vernichtete Bewegungsenergie kurzzeitig zwischengespeichert und für die anschließende Anfahrt bei grüner Ampel wieder nutzbar gemacht wird. Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet für Speicher ist die Verbesserung der Qualität der öffentlichen Stromversorgung bei kurzzeitigen Spannungseinbrüchen (Flicker) durch HTSL-gelagerte Schwungradmassenspeicher für Leistungen von 10 MW und mehr bei modularem Aufbau. Diese Lösung verspricht große Wirtschaftlichkeit, zumal, wenn die derzeit noch recht teuren Hochtemperatur-Supraleiter nach einer von BMBF weitblickend finanzierten Patentanmeldung des Instituts für Elektrische Maschinen und Antriebe gleichzeitig sowohl zur Lagerung als auch als elektromagnetisch aktiver Läufer des Motorgenerators zum Speichern und Rückgewinnen der Energie d.h. doppelt genutzt wird.

Arbeitsgebiet: Mehrfachnutzung elektrischer Aktoren als Sensorsysteme

Erhebliche, von der Industrie geförderte Forschungsanstrengungen bestehen auf dem Gebiet der Entwicklung zuverlässiger und zugleich äußerst kostengünstiger Servo- und Stellantriebe: Sie nutzen die elektrischen Maschinen gleichzeitig als Sensoren, z. B. zur Selbstüberwachung von deren Heißpunkttemperaturen oder als Drehzahl- und Läuferlagegeber, (z. B. zur direkten Steuerung der speisenden Umrichter, wobei deren Steuersätze eingespart werden). Der Verzicht auf zusätzlich in die Maschinen eingebauten Sensoren und Geber erbringt neben der Ersparnis der eigentlichen Gerätekosten und deren Einbau eine wesentliche Steigerung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit dieses „Mehrfach-Nutzungssystems“ der elektrischen Maschinen zugleich als Sensorsystem.

Arbeitsgebiet: Aktualisierung der Lehre gemäß neuesten Forschungserkenntnissen

Die im vorgenannten Forschungssemester im Sommersemester 1995 erarbeiteten wissenschaftlichen Erkenntnisse auf den Gebieten neuartiger Aktoren, Mechatroniksystemen, der Hochtemperatur-Supraleitertechnik und der Sensorik fanden direkt Eingang in die Aktualisierung und Umwidmung des Vorlesungsangebotes: Im Gegensatz zu der seit Jahrzehnten überkommenen Einteilung elektrischer Maschinenarten in Gleichstrom-, Synchron- oder Asynchronmaschinen (mit Schleifring- oder Käfigläufern etc.) tritt in der hier begründeten „Stuttgarter Schule“ die an der Stromrichterspeisung orientierte einheitliche mechatronische Theorie. Im Rahmen der Neugestaltung der Studienordnung der Fakultät Elektrotechnik wurde notwendigerweise die Wahlpflichtvorlesung „Elektrische Sensorik und Meßtechnik“ neu aufgenommen, vor allem auch im Hinblick auf die vorstehend geschilderten Möglichkeiten einer sensorlosen Detektierung von Maschinentemperaturen, -drehzahlen, läuferlageabhängigen Signalen zur Umrichtersteuerung etc. bis hin zur Detektierung von Läufer Schäden allein aus dem Ständerstromverlauf.

Spée, R.: „Manuskript zur Vorlesung Elektrische Kleinmaschinen und Antriebe“. DFG-Gastprofessur am Institut für Elektrische Maschinen und Antriebe der Universität Stuttgart. SS 1995.

Enslin, J.; Spée, R. e. a.: „Active Snubber for High-Power IGBT-Moduls“. IEEE Africon 1996, 24-27.9.96 Stellenbosch/South Africa. Vol. I, S. 456-461.

Gutt, H.-J.; Scholl, F. D.; Blattner, J.: „High Precision Servo Drives with DSP-Based Torque Ripple Reduction“. IEEE Africon 1996, 24-27.9.96 Stellenbosch/South Africa. Vol. II, S. 632-637.

Hribnik, B. e. a.: „Thermal Modelling of Electrical Machines by Using Two 2D FEM-Moduls“. IEEE Conference Design to Manufacture in Modern Industry. DMMI 29.-30.5.95 Bled/Slovenia. Proceedings Part 2, S. 612-618

Gutt, H.-J.: „Development-Trends and -Limits of High-Speed Electrical Drives“. IEEE Conference Design to Manufacture in Modern Industry. 29.-30.5.1995 Bled/Slovenia. Proceedings, Part 2, S. 577-591.

Gutt, H.-J. u. a.: „Mechatronik in elektrischen Maschinen und Antrieben“. Vorträge zum Industriekolloquium des Instituts für Elektrische Maschinen und Antriebe der Universität Stuttgart am 24.10.95 (2. Auflage).

Gutt, H.-J.: „Mechatronik – Chance für die Zukunft“ o. g. Druckschrift, S. 3-12 (2. Auflage).

Bosch, V.: „Einsparen von Elektronik und Sensorik durch geschickte Wahl und Gestaltung elektrischer Antriebe“ o. g. Druckschrift, S. 13-20.

Palmer, J.: „Verkopplung programmierbarer Bewegungsabläufe im Mehrachsensystem“ o. g. Druckschrift, S. 21-26.

Bischel, A.: „Mechatroniksystem mit kombiniertem Radial-Axialfeldmotor“ o. g. Druckschrift, S. 27-34.

Kattentidt, B.: „Mechatroniksystem für Elektrofahrzeuge“ o. g. Druckschrift, S. 35-43.

Blattner, J.: „Nutzung elektrischer Maschinen als Informationssystem“ o. g. Druckschrift, S. 44-49.

Maas, Ch.: „Mechatroniksysteme mit Hochtemperatur-Supraleitern“ o. g. Druckschrift, S. 50-56.

Immerdörfer, I.: „Bemessung flüssigstickstoffgekühlter Drehfeldmaschinen des IEC-Baugrößenbereichs“. Dissertation Universität Stuttgart 1996, Institut für Elektrische Maschinen und Antriebe.

Gutt, H.-J.; Blattner, J.: „Instandhalten von elektrischen Maschinen und Antriebssystemen“. Forum Instandhaltung, moderne Instandhaltungstechniken. Herausg.: IPA, ÖVIA, SIV. Verlag TÜV Rheinland 1995, S. 183-194.

Institut für Energieübertragung und Hochspannungstechnik (0402)

Prof. Dr.-Ing. K. Feser

Das Institut befaßt sich in seinen Forschungsarbeiten schwerpunktmäßig mit Themen, die zur Sicherstellung einer zuverlässigen Energieversorgung beitragen. Dabei werden hochspannungstechnische Aufgaben auf dem Gebiet der Isolationsfestigkeit genauso bearbeitet wie Themen, die den Einsatz der Mikroelektronik in der Energieversorgung und in der Hochspannungstechnik betreffen. Ein besonderer Schwerpunkt der Forschungstätigkeit ist die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bei energietechnischen und elektronischen Systemen.

Arbeitsgebiet: Schutz bzw. Überwachung von Betriebsmitteln

(Schutzalgorithmen, digitaler Schutz, Transformator-Erdschlußschutz, Übertragungsfunktion, Monitoring, Gasisolierte Schaltanlagen, Zinkoxid-Ableiter)

Der vermehrte Einsatz von Mikrorechnern für den Schutz und die Überwachung von Betriebsmitteln erfordert die Entwicklung und Analyse von Algorithmen, die speziell auf die Digitaltechnik zugeschnitten sind. Am Institut wurden in den letzten Jahren adaptive Verfahren für den Schutz von Freileitungen, Kabeln und Transformatoren entwickelt. Momentan werden Verfahren für den Erdschlußschutz von Transformatoren, den Vergleichsschutz von Leitungen und Kabeln und neuartige Methoden zur Überwachung von Transformatoren und SF6-Anlagen entwickelt. Zusätzliche Schwerpunkte sind Themen zur Isolationskoordination, z. B. der optimale Einsatz von Ableitern speziell bei sehr steilen Überspannungsvorgängen. Hierzu werden experimentelle Untersuchungen zum Ansprechverhalten von ZnO-Ableitern durchgeführt und Fragen der Lebensdauer dieses Ableitermaterials bei sehr steilen Vorgängen untersucht.

K. Dengler, W. Köhler, K. Feser, B. Richter: Ein neues Prüfverfahren zur Impulsalterung von MO-Ableitern. 5. EMV-Kongreß, Karlsruhe, Febr. 1996, EMV '96, Seite 527-534.

K. Dengler, K. Feser, W. Köhler, B. Richter, P. Oehlschlager: AC-Characteristics of MO-Arresters under pulse-stress. EMC '96 ROMA, Int. Symposium on EMC, Sept. 1996, Paper No. H-1.

T. Leibfried, K. Feser: Off-line- and On-line-Monitoring of Power Transformers using the Transfer Function Method. IEEE Int. Symposium on Electrical Insulation, Montreal, June 1996, paper No. 2A-2, pp. 34-37.

J. Berger, H. Maier: Fehlerortung auf Abzweigleitungen vermaschter Mittelspannungsnetze. Elektrizitätswirtschaft, Jg. 95 (1996), Heft 19, S. 1246 – 1252.

Arbeitsgebiet: Elektromagnetische Verträglichkeit

(EMP-Generator, Stripline-Antenne, Feldsensoren, EMV-Meßmethoden)

Ein Schwerpunkt der Arbeiten ist die Erzeugung und Messung von einmaligen, impulsförmigen Störgrößen mit extrem hohen Werten. Der in den vergangenen Jahren aufgebaute multiple EMP-Generator MIGUS (Multipler Impuls-Generator der Universität Stuttgart), der die Nachbildung von HEMP, LEMP und multiplen Rückzündungen bei Trennerschaltungen in SF6-Anlagen gestattet, wird weiter optimiert. Die Arbeiten konzentrieren sich dabei auf die Entwicklung eines Schalters für einen noch steileren Anstieg des elektromagnetischen Feldes in der MIGUS-Anlage. Überlegungen zur Lösung von EMV-Problemen mit Hilfe „intelligenter“ Software und die Entwicklung von Berechnungsverfahren zur Ermittlung von Einkopplungen in Systemen und Anlagen der Energieübertragung runden unsere Aktivität ab.

U. Reinhardt, K. Feser, K. Feurer: Vergleich von EMV-Messungen im Frequenz- und Zeitbereich anhand praktischer Beispiele aus der Fahrzeugtechnik. 5. EMV-Kongreß, Karlsruhe, Febr. 1996, EMV '96, S. 729 – 738.

W. Köhler, E. Huber, M. Urban: Kalibriersysteme für niederfrequente elektrische und magnetische Feldsensoren. 5. EMV-Kongreß, Karlsruhe, Febr. 1996, EMV '96, S. 789-799.

W. Köhler, U. Reinhardt, U. Jakobus, A. Schnettler: Messung und Berechnung der Dämpfung elektromagnetischer Wellen durch Gebäude im Frequenzbereich von 10 Hz bis 1000 MHz. 5. EMV-Kongreß, Karlsruhe, Febr. 1996, EMV '96, S. 973-980.

U. Reinhardt, K. Feser, W. Köhler, K. Feurer: Comparison between EMC-measurement in frequency and time domain. EMC '96 ROMA, Int. Symposium on EMC, Sept. 1996, Paper No. A-3.

Arbeitsgebiet: Hochspannungsprüf- und -meßtechnik

(Teilentladung, akustische Teilentladungsmessung, UHF-Methode, Störgrößenunterdrückung, Feldmeßsonden)

Am Institut werden moderne Meßmethoden zur Erfassung hoher Stoßspannungen und schnellveränderlicher elektromagnetischer Felder untersucht und weiterentwickelt. Besondere Schwerpunkte sind Untersuchungen zur Genauigkeit von Hochspannungsmessungen und die Erfassung der Meßgrößen mittels digitaler Meßgeräte mit eingebauter Intelligenz. Zu einem Hauptthema hat sich in den letzten Jahren die Teilentladungs-(TE)-Meßtechnik entwickelt. Wir beschäftigen uns hier vor allem mit fortschrittlichen Verfahren der Störgrößenunterdrückung, mit der akustischen TE-Meßtechnik und mit der VHF/UHF-Methode zur Erfassung von TE.

T. Leibfried, K. Feser: Off-line- and On-line-Monitoring of Power Transformers using the Transfer Function Method. IEEE Int. Symposium on Electrical Insulation, Montreal, June 1996, paper No. 2A-2, pp. 34-37.

R. Kurrer, K. Klunzinger, K. Feser, N. de Kock, D. Sologuren: Sensitivity of the UHF-method for Defects in GIS with Regard to On-line Partial Discharge Detection. IEEE Int. Symposium on Electrical Insulation, Montreal, June 1996, paper No. 2B-4, pp. 95-98.

H.-D. Schlemper, K. Feser, H. Blaum, P. Kirchesch: Sensitivity of acoustic PD detection in GIS. Laboratory experiments and on-site experience. IEEE Int. Symposium on Electrical Insulation, Montreal, June 1996, paper No. 2B-5, pp. 99-102.

W. Ziomek, H.-D. Schlemper, K. Feser: Computer Aided Recognition of Defects in GIS. IEEE Int. Symposium on Electrical Insulation, Montreal, June 1996, paper No. 2B-3, pp. 91-94.
N. Malewski, K. Feser, A. Claudi, E. Gulski: Digital Techniques for Quality Control and In-service Monitoring of HV Power Apparatus. CIGRE-Konferenz, Paris, Aug. 1996, paper No. 15/21/33-04.

H.D. Schlemper, K. Feser: Estimation of Mass and Length of Moving Particles in GIS by Combined Acoustical and Electrical PD Detection. Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP), October 20-23, 1996, San Francisco, USA, paper 2A-16.

Arbeitsgebiet: Gasförmige Isolierstoffe

(elektrischer Durchschlag, Stoßspannung, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Fehlstellen, SF₆-Anlage)

Zur Verbesserung der Versorgungssicherheit ist für technische Isolieranordnungen die Kenntnis des Einflusses der atmosphärischen Bedingungen auf die Spannungsfestigkeit von großer Bedeutung. An Modellanordnungen wird deshalb der Einfluß der Feuchtigkeit und der Temperatur auf die Durchschlagfestigkeit bei verschiedenen Spannungsbeanspruchungen untersucht. Weitere Untersuchungen erstrecken sich auf die elektrische Festigkeit von SF₆ in Modellanordnungen mit typischen Fehlstellen, wie sie bei einer Vor-Ort-Montage einer SF₆-Anlage möglich sind.

P. Chowdhuri, A.C. Baber, G. Cararra, W.A. Chisholm, K. Feser, S. Grzybowski, A. Lux, F.R. Newman (IEEE Task Force 15.09): Review of Research on Nonstandard Lightning Voltage Waves. IEEE/PES 1994, Winter Meeting, New York, Paper No. 94 WM 075-2 PWRD.

X. Rong, K. Feser, W. Köhler: Influence of Impulse Voltages on the Corona Stabilization in SF₆ under Inhomogeneous Field Conditions. 8. ISH, 1993, Yokohama, Japan, Paper No. 33.05.

Arbeitsgebiet: Vorgänge in Energieversorgungsnetzen

(Netzplanung, Speichersysteme, Batteriespeicher, Ferroresonanz)

Auf diesem Sektor wird hauptsächlich an der Planung von Mittelspannungsnetzen unter Berücksichtigung von Speichern gearbeitet. Als Hilfsmittel kommen Neuronale Netze, Fuzzy-Logik und Expertensysteme zum Einsatz. Außerdem werden Ausgleichsvorgänge, ausgelöst durch Schalthandlungen oder Fehler, simuliert. Ein weiteres Gebiet ist die Untersuchung von Ferroresonanz bei induktiven und kapazitiven Spannungswandlern.

Z.A. Styczynski, T. Welfonder, H. Freund: Nutzung eines Neuronale-Netze-Verfahrens zur Lastmodellierung für die Netzplanung. Elektrizitätswirtschaft, Jg. 95 (1996), Heft 4, S. 182-188

Z.A. Styczynski, P. Schneider: Integration of Energy Battery Storage in the Distribution System. EU-Seminar „Innovative Technologies for Information Processing in Power Network Operation“, IASE Wrocław, 27. März 1996, S. 88-101

Z.A. Styczynski, T. Welfonder: Neural Network Structures for Load Modelling in Medium Voltage Power Systems. Second IEEE Conference on Neural Network Application, Szczyrk, Poland, 30.4- 3.5.1996, paper No.70, pp. 445-450

Z.A. Styczynski, H. Dominik: Economy Calculation of Battery Storage in the Distribution Network. 9th ERA Battery Conference and Exhibition, Solihull, GB, 15.5.1996, S. 4.3.1 – 4.3.12

Z.A. Styczynski, A. Gluszek: GENPEX An Expert System for Medium Voltage Power Network Planning. North American Power Symposium, MIT, Cambridge, USA, November 10.-12., 1996.

Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik (0403)

Prof. Dr.-Ing. P. Göhner

Das Institut befaßt sich mit Problemstellungen auf dem Gebiet der Automatisierung technischer Prozesse und der Entwicklung von Software-Systemen im Ingenieurbereich. Die Forschungsarbeiten zielen auf die Unterstützung der Ingenieur Tätigkeiten bei der Entwicklung von Software-Hardware-Projekten durch neue Methoden und Softwarehilfsmittel ab. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Echtzeitproblematik von Automatisierungssystemen gelegt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Untersuchung und Einhaltung von Sicherheitsanforderungen und Richtlinien bei der Entwicklung von Automatisierungssystemen. Hierzu gehören Methoden, die eine Einhaltung des geforderten Zeitverhaltens in den frühen Entwurfsphasen ermöglichen sowie phasenübergreifende analytische Qualitätssicherungsmaßnahmen.

Arbeitsgebiet I: Komponentenbasierte Softwareentwicklung

Ziel dieses Forschungsgebiets ist die Untersuchung, wie durch Einsatz vorgefertigter Softwarekomponenten die Entwicklung von komplexen, verteilten Automatisierungssystemen unterstützt werden kann. Dazu wird der Aufbau und die Herstellung von Softwarekomponenten (Einsatz von CASE-Werkzeugen, Modellierung, Schnittstellen für Software-Komponenten), die Interaktion von Softwarekomponenten (Simulation und Animation), die Simulations- und animationsbasierte Validierung (Analyse des zeitlichen und funktionalen Verhaltens, Optimierung) untersucht.

1. Ein Verfahren zur simulationsbasierten Analyse von verteilten Prozeßautomatisierungssystemen in der Spezifikationsphase (Simulation, verteilte Systeme, Echtzeitverhalten)

Es ist relativ schwierig, bereits während der Konzeptionsphase Aussagen über das dynamische Verhalten von Software zu treffen, da sich die Software-Struktur entscheidend auf das dynamische Verhalten auswirkt. Bei verteilten Systemen läßt sich der Einfluß des Kommunikationsnetzwerkes während der Konzeptionsphase bestenfalls abschätzen. Quantitative und qualitative Aussagen über die Einhaltung der Echtzeitanforderungen lassen sich erstmalig mit Hilfe von Simulationen gewinnen, wobei die Software-Struktur, die Eigenschaften des Echtzeitbetriebssystems und des Kommunikationsnetzwerkes sowie die dynamischen Eigenschaften des technischen Prozesses berücksichtigt werden müssen.

Andererseits interessiert man sich bei Echtzeitsystemen vor allem für den sogenannten worst-case, das heißt für den Fall, daß kritische zeitliche Anforderungen nicht mehr eingehalten werden. In dieser Arbeit wurde eine Abschätzung des „worst-case“ dadurch durchgeführt, daß nacheinander alle Qualitätsfaktoren durch den Optimierer minimiert werden. Dabei kommen für die Optimierung neben einer linearen Suchstrategie vor allem evolutionäre Suchstrategien zum Einsatz.

2. Entwicklung von Verfahren und Software-Werkzeugen für die objekt-orientierte Entwicklung von Automatisierungssystemen (objektorientierte Modellierung)

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden die unterschiedlichen Betrachtungsweisen, die bei der objektorientierten Entwicklung eingesetzt werden, als Modellierungssichten bezeichnet. Jede Sicht ist das Ergebnis eines bestimmten Abstraktionsvorgangs, die einige (wenige) Eigenschaften des Systems genauer beschreiben soll, während alle anderen Besonderheiten gleichzeitig unterdrückt werden. Diese Tatsache stellt einen wichtigen Beitrag zur Beherrschung der Komplexität des Entwicklungsprozesses dar, indem der Entwickler sich nur mit einer reduzierten Anzahl von Problemen gleichzeitig beschäftigen muß. Damit jede Sicht aussagekräftig bleibt, soll sie möglichst unabhängig von den anderen sein, weil andernfalls der Entwickler mehrere Sichten gleichzeitig betrachten müßte. Da aber das zu entwickelnde System eine Einheit darstellt, bestehen nach wie vor Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Modellierungssichten.

3. Software-Metriken zur quantitativen Erfassung der Produktivität (Metriken, Qualität, Neuro-Fuzzy-System)

Software-Metriken lassen sich trennen in Umfangsmetriken und Qualitätsmetriken. Die Bewertung der Qualitätsmetriken muß individuell in Anpassung an die Projektziele und die Entwicklungsumgebung vorgenommen werden. Eine Bewertung kann über Erfahrungsregeln erfolgen, die heuristisches Wissen ausdrücken. Bei der Abbildung heuristischen Wissens auf ein Fuzzy-Expertensystem müssen eine Vielzahl von Regeln und Parametern festgelegt werden. Um dies mit einem vertretbaren Aufwand tun zu können, bedarf es einer Rechnerunterstützung. Zur Extraktion von Regeln aus Daten aus abgeschlossenen Projekten wurde ein Neuro-Fuzzy-System erstellt. Die so gefundenen Fuzzy-Regeln können nach einer Überprüfung durch einen menschlichen Experten in eine Fuzzy-Experten-System-Shell eingegeben werden. Das erstellte Fuzzy-Expertensystem kann dann für die Auswertung von Projekten eingesetzt werden, die in der gleichen Umgebung wie die abgeschlossenen Projekte durchgeführt worden sind. Im Rahmen einer Industriekooperation konnte die Durchführbarkeit des Ansatzes zur frühzeitigen Identifikation fehlerhafter Module nachgewiesen werden.

Arbeitsgebiet II: Wissensbasierte Verfahren

1. Hypertext- und wissensbasierte Lernumgebungen zur Ausbildung von Ingenieuren in der Anwendung von Software-Werkzeugsystemen (Intelligente Tutorielle Systeme, Schulung, Hypertext)

Die Arbeit von Ingenieuren wird in zunehmendem Maße durch den Einsatz von Computern geprägt. Ingenieure müssen dabei die Anwendung von Programmiersprachen und Softwarewerkzeugen beherrschen. Die Zeit bis zum Erscheinen einer neuen Version sinkt dabei laufend. Ein Ausgleich des entstehenden Wissensdefizits durch konventionelle Schulungen ist nicht möglich, da das Schulungspersonal fehlt sowie finanzielle und terminliche Gründe dagegen sprechen. Aus diesen Gründen wurden „Intelligente Tutorielle Systeme (ITS)“ eingesetzt, durch die der Arbeitsplatzrechner, auf dem ein Softwarewerkzeug als Werkzeug verwendet wurde, zum „Ausbilder“ für dieses Werkzeug wurde. Ein Ingenieur kann sich das neue Wissen an seinem Arbeitsplatzrechner aneignen, ohne dabei an bestimmte Termine gebunden zu sein.

2. Beratungssystem zur Unterstützung bei der objektorientierten Softwareentwicklung mit CASE-Werkzeugen (Beratungssystem, CASE, Schulung)

In dieser Arbeit wurde nun ein „Beratungssystem“ entwickelt, das einem Softwareentwickler helfend zur Seite steht. Das System kommt während der eigentlichen Entwicklungstätigkeiten im Zusammenhang mit einem CASE-Werkzeug zum Einsatz. Das Beratungssystem „schaut dem Benutzer über die Schulter“ und verfolgt im Hintergrund dessen Entwicklungstätigkeiten. Sobald das System einen Anlaß für einen nötigen Ratschlag erkennt, meldet es sich beim Benutzer.

Arbeitsgebiet III: Sicherheit von Automatisierungssystemen

1. Qualitative Modellierungsverfahren zur Kontrolle der Sicherheit technischer Systeme (Qualitative Modelle, Sicherheitsanalyse)

Ein Forschungsschwerpunkt am IAS beschäftigt sich mit der Sicherheitsanalyse verfahrenstechnischer Systeme mit Hilfe eines qualitativen Modellierungsverfahrens (SQMA). Solche Sicherheitsanalysen werden beispielsweise von Überwachungsbehörden (TÜV) als Teil des Abnahmeverfahrens durchgeführt. Ziel dieses Forschungsschwerpunktes ist es, eine rechnerunterstützte Durchführung von Gefahrenanalysen technischer Systeme durch die Anwendung formaler Modelle zu ermöglichen. Die Modellierung baut auf bestehende Systemdarstellungen (z.B. R&I-Fließbilder) auf und berücksichtigt bewährte Verfahren (z.B. PAAG, FMEA). Das Verhalten der Teilsysteme und deren Zusammenwirken innerhalb des technischen Systems wird durch qualitative Modelle beschrieben. Durch die rechnerunterstützte Analyse dieser Modelle wird eine vollständige Erkennung aller Gefahrensituationen erreicht. Sicherheitsuntersuchungen werden dadurch objektiviert und durch Dritte nachvollziehbar.

2. Ingenieurgerechte formale Spezifikation von Software (Sicherheit, formale Methoden)

Die einzige Möglichkeit, die Korrektheit von Software heute in den Griff zu bekommen, ist der Einsatz formaler Methoden. Die dadurch entstehenden Entwicklungskosten sind im Vergleich zu den möglichen, durch fehlerhafte Software verursachten Folgekosten eher gering. Automatisierungssysteme werden heute vorwiegend von Ingenieuren entwickelt, die wenige oder keine Kenntnisse im Bereich formaler Methoden haben. Daran scheitert oft der Einsatz der

formalen Methoden im Ingenieurbereich. Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Ingenieurgerechte formale Methoden“ sollen Methoden und Verfahren entwickelt werden, die es weniger mathematisch vorgebildeten Ingenieuren erlauben, im industriellen Alltag formale Methoden einzusetzen.

Institut für Plasmaforschung (0404)

Prof. Dr. rer. nat. U. Schumacher

(Kernfusion, Plasmatechnologie, Plasmaheizung, Plasmadiagnostik, Plasmatheorie, Keramikinterung)

Arbeitsschwerpunkte des Instituts sind die Herstellung, Heizung und Untersuchung heißer, magnetisch eingeschlossener Plasmen für die kontrollierte Kernverschmelzung (Kernfusion) einerseits und die Untersuchung von Niedertemperaturplasmen für die Plasmatechnologie andererseits. Bei den Arbeiten zur fusionsorientierten Plasmaphysik trägt das Institut für Plasmaforschung in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching wesentlich zur Plasmaheizung mit leistungsstarken Mikrowellen bei der Elektron-Zyklotron-Resonanz sowie zur Diagnostik der Plasmen bei. Die Arbeiten zur Plasmatechnologie konzentrieren sich auf Untersuchungen von Niedertemperaturplasmen und deren Wechselwirkung mit Festkörperoberflächen. Dazu gehören die großflächige Beschichtung von Oberflächen (harte Kohlenstoffschichten, diamantähnliche Schichten, Oberflächen mit kubischem Bornitrid, Permeationsbarrieren) und die Oberflächenbehandlung verschiedener Materialien. Die Analyse der Randschichten der Fusionsplasmen steht in engem Zusammenhang mit der Untersuchung des Erosionsverhaltens von Hitzeschutzmaterialien im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB 259.

Plasmaspektroskopie und Laserdiagnostik

Prof. Dr. U. Schumacher

(Spektroskopie, Lasermeßverfahren, Mikrowellenmeßverfahren, Atomdaten, Moleküldaten, Hitzeschutzmaterialien)

Die experimentellen Arbeiten dieser Abteilung befassen sich mit spektroskopischen und laserdiagnostischen Verfahren (Thomson-Streuung, laser-induzierte Fluoreszenz und hochauflösende Emissionsspektroskopie) an verschiedenen Plasmen, die z. B. in Niederdruckentladungen, in Plasmabrennern oder in Fusionsexperimenten erzeugt werden. Die Plasmaspektroskopie dient einmal der Ermittlung der relevanten Plasmamparameter und der Plasmazusammensetzung, aber auch der Messung von Teilchenflußdichten, der Untersuchung des Teilchentransportes und der Plasma-Wand-Wechselwirkung. Für die Interpretation der Meßdaten werden eine Reihe von Atom- und Moleküldaten benötigt, die aufbereitet, überprüft und zum Teil selbst gemessen werden. Im SFB 259 „Hochtemperaturprobleme rückkehrfähiger Raumtransportsysteme“ arbeitet die Abteilung an der Untersuchung des Erosionsverhaltens von Hitzeschutzmaterialien mit. Mit spezifischer Mikrowellendiagnostik werden charakteristische Eigenschaften heißer und magnetisch eingeschlossener Fusionsplasmen ermittelt.

Antsiferov, P. S., F.B. Rosmej, O. N. Rosmej, H. Schmidt, A. Schulz, and D. Schulz: „X-ray diagnostics of plasma focus DPF-78 discharge with heavy-gas admixtures“. *J. Appl. Phys.* 77 (1995) 4973 – 4978.

Auweter-Kurtz, M., G. Bauer, K. Behringer, P. Dabala, H. Habiger, K. Hirsch, H. Jentschke, H. Kurtz, S. Laure, T. Stöckle, and G. Volk: „Plasma diagnostics within the plasma wind tunnel PWK“. *Z. Flugwiss. Weltraumforsch. (Journal of Flight Science and Space Research)* 19 (1995) 166-179.

Field, A.R., J. Fink, R. Dux, G. Fußmann, U. Wenzel, and U. Schumacher: „A spatial scanning vacuum ultraviolet and visible range spectrometer for spectroscopy of tokamak plasmas in ASDEX Upgrade“. *Rev. Sci. Instrum.* 66 (1995) 5433-5441.

Hirsch, K., and G. Volk: „Thomson scattering with gated intensified charge-coupled device camera using a frequency-doubled periodically pulsed Nd:YAG laser“. *Rev. Sci. Instrum.* 66 (1995) 5369-5370.

Schumacher, U., K. Asmussen, G. Fußmann, T. Liebsch, and R. Neu: „Investigations on calibration sources for soft-x-ray plasma spectroscopy and impurity monitors“. *Rev. Sci. Instrum.* 67 (1996) 2826-2830.

Plasmatechnologie

Prof. Dr. A. Lunk

(Plasmaaktivierte Beschichtung, Plasmadiagnostik, Plasmamodellierung, in-situ-Ellipsometrie, superharte Materialien)

Der Themenschwerpunkt der Arbeitsgruppe, Diagnostik und theoretische Beschreibung der Wechselwirkungsprozesse Plasma – Festkörperoberfläche bei der plasmaaktivierten Schichtabscheidung, konnte im Berichtszeitraum weiter ausgebaut werden. Die in-situ-Diagnostik der Schichtabscheidungsprozesse erfolgte durch Ellipsometrie jeweils im sichtbaren und infraroten Wellenlängenbereich sowie durch polarisierte Reflexionsspektroskopie.

Detailliert sind die Wachstumsprozesse bei der Abscheidung von kubischem Bornitrid in-situ untersucht und modelliert worden. Zum Vergleich der Ergebnisse der in-situ-Diagnostik und der Modellierung diente die hochauflösende Transmissions-Elektronen-Mikroskopie (TEM). Es gelang erstmals, dicke, haftfeste c-BN Schichten (1,7 µm) auf Silizium abzuscheiden. Eine Ionenstrahlanlage, die in Betrieb genommen wurde, erlaubt die Bestimmung von Sputterraten unterschiedlicher Materialien.

Die Plasmadiagnostik zur Untersuchung von Skalierungseffekten in Anlagen zur plasmaaktivierten Abscheidung von amorphen Kohlenstoffschichten mit Metallzusätzen (a-C:H(Me)) ist abgeschlossen. In Auswertung der gewonnenen Resultate begann die Modellierung der Transportvorgänge in Magnetroneentladungen.

Als Beitrag zur Entwicklung von effektiven Plasmaquellen wurde die Hohlkathodenbogenentladung mittels Langmuirsonden und spektroskopischer Diagnostik untersucht. Es konnten fundamentale Beiträge zum Verständnis der in der Kathode ablaufenden Prozesse geliefert werden.

Barth, K.-L., and A. Lunk: „Infrared ellipsometric characterisation of mixed phase BN layers deposited by plasma enhanced physical vapour deposition“. *Surf. Coat. Technol.* 74-75 (1995) 110-117.

Barth, K.-L., A. Neuffer, J. Ulmer, and A. Lunk: „Deposition of c-BN films in a hollow cathode arc evaporation device“. *Diamond Relat. Mater.* 5 (1996) 1270-1274.

Rohrbach, G., and A. Lunk: „Measurement of the electron energy distribution function and the density profile of suprathermal electrons in a hollow cathode arc“. *Proc. XXII ICPIG, Hoboken*, 4 (1995) 177-178.

Lunk, A., J. Maier, and G. Rohrbach: „Modelling of the relaxation of suprathermal electrons in a HCA“. *Proc. XXII ICPIG, Hoboken*, 4 (1995) 3-4.

Plasmatheorie und plasmatechnologische Anwendungen

Dr. E. Räu Chile

(Wellen in Plasmen, Dielektrizitätstensor, Plasmaerzeugung durch Mikrowellen, Diamantschichten, Diffusionsbarriereschichten, Plasmapolymere, Klebeverbindungen)

Schwerpunkte der theoretischen Arbeiten sind Wellenvorgänge in Plasmen und Untersuchungen zur Plasmagrenzschicht. Beide Themenkreise sind sowohl für die Fusionsforschung als auch für die Erzeugung und Modellierung von Prozeßplasmen von Bedeutung. Mit Hilfe des allgemeinen Dielektrizitätstensors werden die Ausbreitungseigenschaften elektromagnetischer Wellen und der Energieverlust schneller geladener Teilchen beim Durchgang durch ein Plasma (Cherenkov-Effekt) untersucht. Die plasmatechnologischen Anwendungen, die zum Teil in Zusammenarbeit mit der Industrie durchgeführt werden, umfassen Untersuchungen zur Erzeugung von Plasmen durch Mikrowellen, zur plasmamodifizierten Adhäsion, zur Erzeugung von funktionellen Schichten, zum Fügen (Klebeverbindungen), zur Erzeugung von Barrierschichten auf Kunststoffen mit dem Ziel einer Verminderung der Permeation von Flüssigkeiten und Gasen, zur Herstellung von Diamant und diamantähnlichen Schichten und von Schutzschichten bei Solarzellen. Diese Arbeiten sind mit Untersuchungen der Plasmen und der erzeugten Schichten verbunden.

Gleich, H., O. Hoyer, E. Räu Chile, G. Vollweiler, and M. Walker: European Patent 95106495.5 (1995).

Petasch, W., E. Räu Chile, J. Weichart, and H. Bickmann: „Gigatron® – a new source for low-pressure plasmas“.

Surf. Coat. Technol. 74-75 (1995) 200-205.

Petasch, W., E. Räu Chile, M. Walker, and P. Elsner: „Improvement of the adhesion of low-energy polymers by a short-time plasma treatment“. Surf. Coat. Technol. 74-75 (1995) 682-688.

Walker, M., K.-M. Baumgärtner, and E. Räu Chile: „Multilayer barrier films on polyethylene polymerized from CF₃H / C₂H₄ plasmas“. Acta Polym. 47 (1996) 466-469.

Plasmaheizung

Prof. Dr. H. Zohm

(Plasmaheizung, Mikrowellensysteme hoher Leistung, MHD Stabilität von Fusionsplasmen, Keramiksinterung mit Mikrowellen)

Magnetisch eingeschlossene Fusionsplasmen können durch Einstrahlung von Mikrowellen bei der Elektronenzyklotronfrequenz geheizt werden. Unter Verwendung gerichteter Strahlung kann so auch Strom im Plasma getrieben werden. Der Bereich Plasmaheizung des Instituts für Plasmaforschung entwickelt Übertragungssysteme für solche Mikrowellenheizungen. Diese kommen an den Fusionsexperimenten ASDEX Upgrade und W7-AS des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik in Garching zum Einsatz. Neben Experimenten zur Heizung und zum Stromtrieb wird die gezielte Beeinflussung der magnetohydrodynamischen (MHD) Stabilität von Fusionsplasmen mit Hilfe der Einstrahlung von Mikrowellen untersucht. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Auslegung von Mikrowellensystemen zur Plasmadiagnostik. Schließlich wird auch die Anwendung von Mikrowellenheizverfahren bei der Sinterung von Keramik erprobt.

Empacher, L., W. Förster, G. Gantenbein, W. Kasperek, H. Kumric, et al.: „Conceptual design of the 140 GHz/10 MW cw ECRH system for the stellarator W7-X“. Proceedings of the 19th Symposium on Fusion Technology (SOFT), Lisbon (1996).

Zohm, H., M. Maraschek, G. Pautasso, M. Schittenhelm, S. Sesnic, et al.: „MHD stability and disruption physics in ASDEX Upgrade“. Plasma Physics and Controlled Fusion 37 (1995) pp. A313.

Müller, G., V. Erckmann, H. Hartfuß, H. Laqua, H. Massberg, et al.: „Shear modification by ECCD and related confinement phenomena in W7-AS“. AIP Conference Proceedings 355, 11th Topical Conference on RF Power in Plasmas, Palm Springs, USA (1995).

Institut für Physikalische Elektronik (0405)

Professor Dr.-Ing. Werner H. Bloss (verstorben im Juni 1995)

Professor Dr. phil. Erich Kasper (kommissarisch bis Juni 1996)

Professor Dr. rer. nat. habil. Jürgen H. Werner (seit Juli 1996)

Die Forschungsarbeiten des Institutes sind schwerpunktmäßig im Bereich der physikalischen Elektronik, in den Grenzbereichen zwischen Elektrotechnik einerseits und Physik, physikalischer Chemie, Informatik und Medizintechnik andererseits angesiedelt. Höchste Priorität haben umweltrelevante F&E-Aktivitäten. Die umfangreichsten Aktivitäten finden auf dem Sektor regenerativer Energien, speziell Dünnschichtsolarzellen, statt.

Arbeitsgebiet: Polykristalline Dünnschichtsolarzellen auf der Basis von Chalkopyriten und Dünnschicht-Elektrolumineszenzelemente

(Photovoltaik, Dünnschichtsolarzellen, Chalkopyrite, Chalkogenide, Elektrolumineszenz)

Dieses Arbeitsgebiet umfaßt die Entwicklung dünner Filme von polykristallinen Verbindungshalbleitern für optoelektronische Anwendungen. Für Dünnschichtsolarzellen eignen sich Chalkopyrithalbleiter, vor allem CuInSe₂, CuGaSe₂, CuInS₂ und deren Legierungen. Die Herstellung der p-leitenden Filme erfolgt hauptsächlich durch Aufdampfen im Hochvakuum. Naßchemisches Abscheiden eines geeigneten n-Halbleiters auf dem p-leitenden Chalkopyrithalbleiter führt zur Ausbildung einer Heterostruktur, die auf der lichtzugewandten Seite mit einer gesputterten ZnO-Schicht kontaktiert wird. Typische Wirkungsgrade von Solarzellen aus diesen Materialien sind 15-17 Prozent. Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung an Chalkogeniden sind Dünnschicht-Elektrolumineszenzelemente für den gesamten sichtbaren Spektralbereich.

S. Zweigart, D. Schmid, J. Kessler, H. Dittrich, and H.W. Schock, „Studies of the Growth Mechanism of Polycrystalline CuInSe₂ Thin Films Prepared by a Sequential Process“, J. Crystal Growth 146, 233 (1995).

V. Nadenau, D. Braunger, D. Hariskos, M. Kaiser, Ch. Koeble, A. Oberacker, M. Ruckh, U. Ruehle, R. Schaeffler, D. Schmid, T. Walter, S. Zweigart, and H.W. Schock, „Solar Cells Based on CuInSe₂ and Related Compounds: Material and Device Properties and Processing“, Progress in Photovoltaics: Research and Applications 3, 363 (1995).

D. Schmid, M. Ruckh, and H.W. Schock, „A Comprehensive Characterization of the Interfaces in Mo/CIS/CdS/ZnO Solar Cell Structures“, Solar Energy Mat. and Solar Cells 41/42, 355 (1996).

- T. Walter, R. Herberholz, C. Müller, and H.W. Schock, „Determination of Defect Distribution from Admittance Measurements and Application to Cu(In,Ga)Se₂-based Heterojunctions“, J. Appl. Phys. 80, 4411 (1996).
- D. Braunger, T.A. Oberacker, and H.W. Schock, „Flux-enhanced Growth of Multi-Source Physical Vapor Deposited SrGa₂S₄:Ce,Cl Electroluminescent Thin Films“, J. Crystal Growth 167, 129 (1996).
- B. Dimmler and H.W. Schock, „Scaling-up of CIS Technology for Thin-film Solar Modules“, Progress in Photovoltaics: Research and Applications 4, 425 (1996).

Arbeitsgebiet: Dünnschichtszell und Sensoren aus amorphem und mikrokristallinem Silicium

(Amorphe Halbleiterschichten, Photovoltaik, Dünnschichtszell, amorphes Silicium, Sensoren)

Die Arbeitsgruppe untersucht die Herstellung und Charakterisierung dünner Silicium-Schichten und daraus aufgebauter Bauelemente. Im Mittelpunkt stehen Erforschung und Weiterentwicklung verschiedener Verfahren zur Abscheidung aus der Gasphase, u.a. plasmagestützte CVD-Verfahren mit elektrischer Anregung im VHF-Bereich (30-300 MHz) und die Heißdrahtabscheidung (hot-wire CVD). Außerdem wird die Laserkristallisierung amorpher Siliciumschichten untersucht. Neben Einzelschichten und Schichtsystemen für Forschungszwecke sind optische Sensoren in Thin Film on ASIC (TFA) Technologie in der Entwicklung, insbesondere hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit und Eignung zur Farbdetektion. Im Rahmen eines BMBF-Leitprojektes zur Neurotechnologie (Subretinale Netzhautimplantate zur Wiederherstellung des Sehens) entwickelt die Arbeitsgruppe extrem dünne und flexible, ins Auge implantierbare Mikro-Photodioden-Arrays.

-
- K. Eberhardt, T. Neidlinger, and M. Schubert, „Three color sensor based on amorphous nipin layer sequence“, IEEE Transactions on Electron Devices 42, 1763 (1995).
- M. Heintze, „Diagnostics of High-Rate a-Si:H Deposition in a Variable Frequency Plasma, Solid State Phenomena“ 44-46, 181 (1995).
- H.N. Wanka, G. Bilger, and M.B. Schubert, „CO₂-Plasma Treatment of Tin Oxides“, Appl. Surf. Sci. 93, 339 (1996).
- M. Heintze, R. Zedlitz, H.N. Wanka, and M.B. Schubert, „Amorphous and Microcrystalline Silicon by Hot Wire Chemical Vapour Deposition“, J. Appl. Phys. 79, 2699 (1996).
- M.B. Schubert, H.N. Wanka, H. Brummack, „Optimum Front Contact and Growth Conditions for Microcrystalline Silicon Solar Cells from Hot-Wire CVD“, Conf. Rec. 25th IEEE Photov. Spec. Conf., Washington, DC, 1996 (IEEE, New York, 1996); p. 1081.

Arbeitsgebiet: Dünnschichtszell aus kristallinem Silicium

(Photovoltaik, Silicium-Dünnschichten, Dünnschicht-Solarzellen, Lichteinfang, Strukturierung)

Diese Arbeitsgruppe ist seit Juli 1996 im Aufbau. Sie führt Forschungsarbeiten einer Arbeitsgruppe des Max-Planck-Institutes für Festkörperforschung fort. Die Projekte zur Entwicklung von Dünnschichtszellen auf der Basis kristallinen Siliciums sind vom BMBF gefördert. Die Optimierung des Lichteinfanges in nur 50 nm dünnen Si-Platten lieferte bereits Wirkungsgrade von über 20 Prozent. Studien zum Lichteinfang in nur wenigen nm dünnen Si-Schichten zeigen ein Wirkungsgradpotential von über 15 Prozent. Solche dünnen Si-Schichten müssen auf billigen Substraten, vorzugsweise Glas, abgeschieden werden. Die Arbeitsgruppe beschäftigt sich daher (i) mit der Herstellung dünner Si-Schichten auf Glas, (ii) mit der strukturellen und elektrischen Charakterisierung der Si-Schichten und (iii) dem elektrischen und optischen Aufbau der Dünnschichtszellen.

-
- R. Brendel, M. Hirsch, R. Plieninger, and J.H. Werner, „Quantum efficiency analysis of thin layer silicon solar cells“, IEEE Trans. Electron Devices ED-43, 1104 (1996).
- R. Brendel, J.H. Werner, and H.J. Queisser, „Thermodynamic efficiency limits for semiconductor solar cells with carrier multiplication“, Solar Energy Mat. and Solar Cells 41/42, 419 (1996).
- M. Wolf, R. Brendel, and J.H. Werner, „Quantum Efficiency of Silicon Solar Cells at Low Temperatures“, Techn. Digest 9th Intern. Photov. Sci. a. Engg. Conf. (PVSEC-9), Miyazaki, Japan, Nov. 1996 (Tokyo Inst. of Technol., Tokyo, 1996); p. 519.
- R. Plieninger, H. Morikawa, S. Arimoto, P. Löfgren, M. Wolf, R. Brendel, T. Ishihara, K. Namba, and J.H. Werner, „Electrical Characterization of VEST Thin Film Solar Cells“, Techn. Digest 9th Intern. Photov. Sci. a. Engg. Conf. (PVSEC-9), Miyazaki, Japan, Nov. 1996 (Tokyo Inst. of Technol., Tokyo, 1996); p. 681.

Arbeitsgebiet: Lasermeßtechnik – Gaselektronik

(Motorische Verbrennung, Laserdiagnostik, Flammenkernbildung, Anemometrie, Zündsimulation)

Das Arbeitsgebiet der Gruppe Lasermeßtechnik und Gaselektronik umfaßt die Entwicklung von Meßmethoden für die Untersuchung der instationären Hochdruckverbrennung (Otto- oder Dieselmotor). Dies beginnt bei der Entwicklung von Meßtechniken zum Erfassen des Strömungsfeldes der Luft während des Ansaug- und Kompressionstaktes sowie der Quantifizierung der Gemischbildung bei innerer und äußerer Brennstoffzugabe und geht weiter mit Meßmethoden zu Flammenkernbildung, Durchbrand, Rußverteilung und Flamme-Wand-Interaktion. Die meisten dieser Meßtechniken beruhen auf der Verwendung des Laserlichtschnittes, der die Meßwerte gleich zweidimensional liefert.

Ab Juli 1997 wird die Gruppe ihre Arbeit auf die Anwendung von Lasern in der Halbleitertechnik konzentrieren. Das Know-how auf dem Gebiet der Gaselektronik wird an ein anderes Institut der Universität Stuttgart transferiert.

-
- J. Köhler, „Zeitaufgelöste zweidimensionale Strömungsmeßtechnik mit Hilfe der Teilchenspuranemometrie (PIV); aktueller Stand der Meßtechnik, Einsatzmöglichkeiten“, Berichte zur Energie- und Verfahrenstechnik 95, 2 (1995).
- G. Grassi, M. Palmorochi, J. Köhler, G. Trebbi, „Advanced Liquid Fuel Production from Biomass for Power Generation“, Proceedings 2nd Biomass Conf. of the Americas, Portland, 1995.
- J. Hartmann, J. Köhler, W. Stolz, H. Flögel, „Evaluation of instationary flow fields using crosscorrelation in image sequences“, Experiments in Fluids 20, 210 (1996).
- G. Wiltafsky, W. Stolz, J. Köhler, C. Espey, „The Quantification of Laser Induced Incandescence (LII) for Planar Time Resolved Measurements of the Soot Volume Fraction in a Combusting Diesel Jet“, SAE Technical Paper 961200.
- F. Meier, G. Wiltafsky, J. Köhler, W. Stolz, „Quantitative Time Resolved 2-D Fuel-Air Ratio Measurement in a Hydrogen Direct Injection SI Engine Using Spontaneous Raman Scattering“, SAE Technical Paper 961101.
- F. Meier, J. Köhler, W. Stolz, G. Wiltafsky, „A Study of Mixture Formation and Flame Speed in a Hydrogen Direct Injection SI Engine“, Proceedings 11th World Hydrogen Energy Conf., Stuttgart, 1996 (DECHEMA, Frankfurt/Main, 1996); p. 1587.

Arbeitsgebiet: Bildverarbeitung

(Bildausrüstung, Mustererkennung, Zellbildauswertung, Telemikroskopie, intelligente Kamera)

Die Gruppe befaßt sich aus methodischer Sicht mit folgenden Themen:

- Bildentstehung, Bildaufnahme
- Bildauswertung und Mustererkennung mit Klassifikatoren und neuronalen Netzen

- Telematik im Zusammenhang mit der Telemedizin (Telepathologie).

Aus Sicht der Anwendungen können die Arbeiten unter den nachfolgenden Gesichtspunkten zusammengefaßt werden:

- Entwicklung und Bau von Telemikroskopieeinrichtungen für die Telemedizin
- Entwicklung und Aufbau von Arbeitsplätzen für die rechnergestützte Auswertung von Präparaten in der Pathologie und Zytologie
- Entwicklung und Erprobung der Konzeption für eine „Intelligente Kamera“ für Sehsysteme in der Meßtechnik
- Auswertung von Satellitenbildern für die Landnutzungs- und Ozonkartierung.

P. Schwarzmann, „Feldtests für die Telepathologie“, PraxisComputer 4, 40 (1995).

A. Kaifel, „Evaluation of Total Ozone Retrieval from NOAA-TOVS Data by Means of Neural Network Techniques“, Techn. Proceedings 8th Intern. TOVS Study Conf., Queenstown, New Zealand, 1995 (ECMWF, Reading, UK, 1995); p. 217.

P. Schwarzmann, „Vollautomatisierung in der Zytologie“, Verh. Dtsch. Ges. Zyt. 19, 171 (1995).

P. Schwarzmann, „Automatisches Screening: Konzept und Anwendungen – Roche AUTOCYTE“, Tagungsband „Referate“, 13. Fortbildungstagung für Klinische Zytologie, München, 1995; U. Schenk, U.B. Schenk, H.-D. Eberhard, Hrgb. (Märkl-Druck, München, 1995); S. 277.

H.-V. Tuzcek, P. Fritz, P. Schwarzmann, X. Wu, and G. Mähner, „Breast Carcinoma – Correlation Between Visual Diagnostic Criteria for Histologic Grading and Features of Image Analysis“, Anal. a. Quantit. Cytol. a. Histol. 18, 481 (1996).

Arbeitsgebiet: Elektrochemische Energiewandlung

(Photoelektrochemie, Wasserstoff als Energieträger, CO₂-Reduktion, Halbleiter-Elektrolyt-Kontakt, Elektrokatalysatoren)

Im Rahmen des deutsch/saudi-arabischen Forschungsprojektes HYSOLAR (beendet Dez. 1995) und des Sonderforschungsbereiches 270 „Wasserstoff als Energieträger“ werden Grundlagenuntersuchungen zur Synthese von Brennstoffen mit Sonnenenergie durchgeführt. Die Schwerpunkte der Forschungsaktivitäten in der Photoelektrochemie zur Herstellung von Wasserstoff durch Direktspaltung des Wassers am belichteten Halbleiter/Elektrolyt-Kontakt konzentrieren sich auf die Präparation von Photoelektroden und Modifizierung ihrer Oberflächeneigenschaften sowie der Aufklärung des Reaktionsmechanismus. Zusätzlich finden Untersuchungen statt über die elektrochemische Reduktion kohlendioxidhaltiger Elektrolyte zur Synthese von Methanol als wasserstoffhaltigem Sekundärenergieträger. Hierfür werden neue Verfahren und Elektrokatalysatoren für die elektrochemische CO₂-Reduktion zu Methanol entwickelt.

C.U. Maier, M. Vetter, „Photoelectrochemical Energy Conversion“, in „HYSOLAR – German-Saudi Joint Program on Solar Hydrogen Production and Utilization“, Phase II, 1992 – 1995, H.Steeb, H. Aba Oud, Eds. (DLR, Stuttgart, 1996); p. 193.

F. Philipps, „SFB 270 – Collaborative Research Center 270: Hydrogen as an Energy Carrier – Fundamentals of Generation and Storage“, Proceedings 11th World Hydrogen Energy Conf., Stuttgart, 1996 (DECHEMA, Frankfurt/Main, 1996); p. 407.

M. Specht, A. Bandy, E. Mennenkamp, K. Schaber, T. Wiemer, „Liquid Fuels from Hydrogen and Atmospheric CO₂: A Climate-Neutral Energy Concept“, Proceedings 11th World Hydrogen Energy Conf., Stuttgart, 1996 (DECHEMA, Frankfurt/Main, 1996); p. 1311.

F. Philipps, A. Bandy, E. Mennenkamp, A. Jirka, E. File, „Hydrogen Storage by Electrochemical Reduction of CO₂“, Proceedings 11th World Hydrogen Energy Conf., Stuttgart, 1996 (DECHEMA, Frankfurt/Main, 1996); p. 1317.

C.U. Maier, M. Vetter, „Investigations of Surface-modified Photoelectrochemical Solar Cells“, Proceedings 11th World Hydrogen Energy Conf., Stuttgart, 1996 (DECHEMA, Frankfurt/Main, 1996); p. 2559.

F. Philipps, „Theoretical Modelling and Comparison with Experimental Results of Electrolyte/Insulator/Silicon Tunnel Junctions“, Proceedings 11th World Hydrogen Energy Conf., Stuttgart, 1996 (DECHEMA, Frankfurt/Main, 1996); p. 2721.

Institut für Leistungselektronik und Regelungstechnik (0406)

Professor Dr.-Ing. A. Boehringer

Stellvertreter: Dipl.-Ing. H. W. Partes

Sehr viele Problemstellungen und Aufgaben der modernen Technik berühren die drei Teilbereiche Aktorik, Sensorik und Prozessorik gleichermaßen. Für die Entwicklung fortschrittlicher technischer Anlagen ist daher die Beherrschung jedes einzelnen der drei genannten Bereiche und damit auch der Nahtstellen zwischen diesen unerlässlich. Im Rahmen der Aktorik beschäftigt sich das Institut auf der Basis des Drehfelderregten Stromrichter-motors mit der Entwicklung eines neuartigen Antriebs höchster Leistung, der sich durch extrem kleine Drehmomentpulsationen und äußerst geringe Netzrückwirkungen auszeichnet. Diese Eigenschaften werden z.B. von Hauptantrieben in neuartigen CSP-Walzwerken gefordert. An der Nahtstelle zwischen Aktorik und Prozessorik stehen extrem

reaktionsschnelle Stellglieder der Leistungselektronik im Vordergrund. Im Bereich der Sensorik bildet die statisch und dynamisch hochwertige Erfassung von elektrischen Strömen und Spannungen sowie von verschiedenen mechanischen Größen, wie z.B. Drehmoment, Drehwinkel und Drehbeschleunigung den Schwerpunkt der Forschungsarbeiten. Im Rahmen der Prozessorik werden vornehmlich Themen der modernen Regelungstechnik behandelt. Hierzu zählen neben Beobachtersystemen z.B. die Führung nichtlinearer Regelstrecken mittels schneller, unterlagerter Zweipunktregelkreise sowie die mikroprozessorgesteuerte Führung schnelllaufender, pulswechselrichter gespeister Asynchronmaschinen mit vorgeschalteten LC-Filtern.

Arbeitsgebiet: Schnellaufende Drehstromantriebe für die Höchstgeschwindigkeitsmaterialbearbeitung (HSC)

(Antriebstechnik, Hochgeschwindigkeitsmaterialbearbeitung, Hochgeschwindigkeits-Asynchronmaschinen)

Auf dem Gebiet der Materialbearbeitung zeichnet sich in jüngerer Zeit ein wachsender Bedarf an besonders schnellaufenden Drehstromantrieben ab. In solchen Antrieben werden vornehmlich Käfigläufer-Asynchronmaschinen eingesetzt, die bei den erforderlichen, hohen Ständerfrequenzen aber sehr streuungsarm ausfallen. Bei direkter Speisung aus Transistor-Pulsumrichtern weisen daher ihre Stator- und Rotorströme sehr hohe Oberschwingungsanteile auf. Damit entstehen im Rotor solcher Maschinen massive Zusatzverluste. Diese können drastisch vermindert werden, wenn zwischen den Umrichter und die Maschine ein LC-Filter eingefügt wird. Damit wird die Maschine bereits mit einem praktisch rein sinusförmigen Drehspannungssystem frei einstellbarer Amplitude und Frequenz gespeist. Mit Hilfe eines neuartigen Regelverfahrens für die Statorströme einer derart gespeisten Maschine wird trotz der damit vorliegenden, sehr anspruchsvollen Übertragungsstrecke neunter Ordnung eine parameterunempfindliche und robuste Drehzahlregelung sichergestellt.

Arbeitsgebiet: Reaktionsschnelle und hochgenaue Positioniersysteme

(Antriebstechnik, Servoantriebe, Positioniersysteme, Drehbeschleunigungsregelungen)

Nahezu im gesamten Bereich moderner Technik besteht ein massiv wachsender Bedarf an dynamisch hochwertigen, also reaktionsschnellen Servoantrieben, die sowohl eine erhebliche Steifigkeit als auch eine hohe Positionierruhe aufweisen. Ein großes Massenträgheitsmoment der Maschinenrotoren wäre der genannten Steifigkeit sehr förderlich. Die gleichfalls erwünschte Reaktionsschnelligkeit bedingt dagegen ein besonders geringes Massenträgheitsmoment. Die Forderung nach einer hohen Steifigkeit solcher Antriebe muß daher durch eine geeignete Gestaltung ihrer Regelung erfüllt werden. Um den in dieser Hinsicht extrem hohen Ansprüchen zu genügen, wird die übliche, innerste Regelschleife für das Drehmoment oder die unmittelbar drehmomentbildende Stromkomponente der Maschine in neuartiger Weise durch eine Zweipunktregelschleife für die Drehbeschleunigung des Maschinenrotors ersetzt.

Arbeitsgebiet: Moderne, angewandte Regelungstechnik

(Regelungstechnik, Echtzeitsignalverarbeitung, Optimierungsverfahren)

Die Verfügbarkeit hochwertiger Meßglieder ermöglicht eine sehr genaue statische und dynamische Erfassung von mechanischen und elektrischen Größen. In Verbindung mit immer leistungsfähigeren mikroelektronischen Komponenten sowie mit extrem reaktionsschnellen Leistungsstellgliedern gelingt es, strukturstabile, nichtlineare und verkoppelte Regelstrecken zuverlässig und weitgehend unabhängig vom jeweiligen Arbeitspunkt zu beherrschen. Dabei finden Mikro- und Signalprozessoren sowie Transputer in sinnvoller Kombination mit weiteren Baueinheiten der analogen und digitalen Signalelektronik Verwendung. Zur Festlegung der Regelparameter bei nichtlinearen Strecken höherer Ordnung werden sowohl statistische als auch deterministische Optimierungsverfahren genutzt und zwar vorzugsweise unter Einbeziehung der realen Anlage in den Optimierungsprozeß („Hardware-In-The-Loop“).

Arbeitsgebiet: Drehfelderregte Stromrichter motoren

(Antriebstechnik, Walzwerks-Hauptantriebe, Motorprüfstände, geberfreie Positionierantriebe)

Die insbesondere von Walzwerks-Hauptantrieben geforderten, äußerst geringen Drehmomentpulsationen können in vorteilhafter Weise mit dem Prinzip des Drehfelderregten Stromrichtermotors sichergestellt werden. Erfolgt die Erregung solcher Maschinen nicht aus dem Drehstromversorgungsnetz sondern in neuartiger Weise über Pulsumrichter, so wird der Einsatz Drehfelderregter Stromrichter motoren als vollwertige, feldschwächbare 4-Quadranten-Antriebe möglich. Über den Einsatz neuartiger Stromrichter anordnungen auf der Hauptstromseite des Drehfelderregten Stromrichtermotors lassen sich zudem die unvermeidlichen Netzrückwirkungen sowie die Blindleistungsaufnahme des Antriebs so massiv reduzieren, daß der Einsatz Drehfelderregter Stromrichter motoren auch bei Berücksichtigung der neuesten Vorschriften bis hin zu höchsten Leistungen möglich wird. Die Rotorposition und die Winkelgeschwindigkeit elektrischer Maschinen werden üblicherweise mit empfindlichen und daher recht unerwünschten Sensoren ermittelt. Beim Drehfelderregten Stromrichtermotor ist es dagegen möglich, diese mechanischen Kennwerte aus den an den Klemmen der Maschine verfügbaren elektrischen Größen zu ermitteln. Damit können auf dieser Basis sowohl drehzahl- als auch positionsgeregelte Antriebe ohne mechanische Geber realisiert werden.

Arbeitsgebiet: Hochfrequent getaktete Prozeßstromquellen

(Leistungselektronik, Prozeßstromquelle, berührungsfreie Werkstoffbearbeitung)

Mittels extrem schneller Transistorschalter realisierte, getaktete Prozeßstromquellen eröffnen neue Möglichkeiten auf dem Gebiet der berührungsfreien Werkstoffbearbeitung. Beispiele hierfür sind die Speisung von Magnetrons für Plasmatechnologien, Funkenerosionsanlagen, das Metall-Schutzgasschweißen sowie die Anregung von Gas- und Festkörperlasern hoher Leistung. Die Problematik liegt dabei in der potentialfreien Bereitstellung pulsbarer Gleichströme mit hoher Flankensteilheit und gleichzeitig sehr geringer Schwankungsbreite im quasistationären Bereich. Um den diesbezüglich äußerst hohen Ansprüchen zu genügen, kommen im Rahmen dieses Arbeitsgebietes neuartige Schaltungstopologien und Steuerstrategien in Kombination mit extrem schnell schaltenden Leistungshalbleitern zur Anwendung.

Rapp, Holger: Field-Oriented Control of a High-Speed Milling-Drive with a Simple On-Line Identification of its Rotor-Resistance. IPEC-Yokohama, 1995.

Müller, Stefan: Signalprozessor-Führungssystem für eine beschleunigungsgeregelte Gleichstrommaschine. Semesterarbeit, 1995.

Rieger, Reinhard: Aufbau eines Drehbeschleunigungssensors nach dem Ferraris-Prinzip. Semesterarbeit, 1995.

Rupp, Andreas: Schleifringloser Drehfelderregter Stromrichtermotor mit geberfreier Rotorpositionserfassung. Semesterarbeit, 1995.

Hammel, Christof: Drehfelderregter Stromrichtermotor mit Pulsumrichter auf seiner Erregerseite. Diplomarbeit, 1996.

Warobiow, Armin: Digitales Führungssystem für einen Drehfelderregten Stromrichtermotor mit Pulsumrichter auf der Hauptstromseite. Diplomarbeit, 1995.

Eisenmann, Frank: Untersuchung von Verfahren zur Auswertung der Ausgangssignale eines kombinierten Drehbeschleunigungs- und Drehlagegebers. Diplomarbeit, 1995.

Doufrain, Andreas: Neuartige Stromrichterschaltung mit kapazitiver Blindleistungsaufnahme. Diplomarbeit, 1995.

Mann, Detlef: Anlage zur Demonstration verschiedener Modulationsverfahren. Semesterarbeit, 1995.

Rienth, Jochen: Mikroprozessor-Führungssystem für einen Servoantrieb mit Synchronmotor. Diplomarbeit, 1995.
Nutsch, Torsten: Führungssystem für eine umrichter gespeiste Asynchronmaschine mit Lagegeber auf Höhe des Statorwickelkopfes. Diplomarbeit, 1996.
Ruopp, Jochen: Mikroprozessor-Führungssystem für einen Servoantrieb mit Asynchronmaschine. Diplomarbeit, 1996.
Rees, Stephan: Stromrichter mit Phasenfolgelöschung für einen Drehfelderregten Stromrichtermotor. Semesterarbeit, 1996.
Wenz, Michael: Neuartige geberfreie Rotorpositionserfassung für den Drehfelderregten Stromrichtermotor. Diplomarbeit, 1996.
Häffner, Jürgen: Stromrichtersystem mit regelbarer Blindleistungsaufnahme in sechs- und zwölfpulsiger Ausführung. Diplomarbeit, 1996.
Gronbach, Roman: Pulswechselrichter mit LC-Ausgangfilter zur Einspeisung solarer Energie in das öffentliche 400V-Drehstromnetz. Diplomarbeit, 1996.
Ruopp, Jochen: Labormetzgerät mit Resonanzwandlermodulen für Ausgangsleistungen bis 14 kW. Semesterarbeit, 1996.
Hasenköpf, Dirk: Signalprozessor-Führungssystem für eine beschleunigungsgeregelte Gleichstrommaschine. Semesterarbeit, 1996.
Staudt, Stefan: Entwicklung eines kombinierten Gebers für die Drehbeschleunigung, die Winkelgeschwindigkeit und die Winkellage rotierender Wellen. Studienarbeit, 1996.
Thomas, Robert: Aufbau einer digitalen Auswerteschaltung für einen kombinierten Geber für die Drehbeschleunigung, Winkelgeschwindigkeit und Winkellage rotierender Wellen. Semesterarbeit, 1996.
Faßnacht, Jochen: Dreiphasiger, rückspisefähiger Pulsumrichter mit erhöhter Zwischenkreisspannung. Semesterarbeit, 1996.

Institut für Elektrische und Optische Nachrichtentechnik (0407)

Institutsleiter: Professor Dr.-Ing. G. Kohn (bis 30.09.1996)
(ab 01.10.1996)

Professor Dr.-Ing. M. Berroth

Stellvertreter: Dr.-Ing. W. Coenning

Nachrichtentechnik und Elektronik werden in der Zukunft nicht nur Daten und Sprache zu verarbeiten haben, eine ganz besonders große Rolle wird die Erfassung, die Verarbeitung und Übertragung von bewegten Bildern spielen. Grundlage für diese Technik wird nach wie vor die Impuls- und Digitaltechnik sein, die sich der modernsten Halbleiterbauelemente (Chips) bedienen wird. Im Gegensatz zu bisher werden aber noch höhere Anforderungen an die Arbeitsgeschwindigkeit aller Baugruppen gestellt werden. Die Heranziehung aller einschlägiger und geeigneter Effekte, ihre Untersuchung und technische Beschreibung ist die Aufgabe des Instituts für Elektrische und Optische Nachrichtentechnik. Insbesondere werden auf dem Gebiet der Photonik, die die optische Nachrichtentechnik und Verarbeitung umfaßt, Forschungsarbeiten durchgeführt.

Arbeitsgebiet: Allgemeine Elektronik und schnelle Impuls- und Digitaltechnik

Die Übertragung digitaler Audio-, Fernseh- und Datensignale sowohl über optische Glasfaserstrecken als auch über terrestrische Netze ist ohne Anwendung schneller Impuls- und Digitaltechnik nicht denkbar. Um eine Charakterisierung und Optimierung dieser digitalen Übertragungsstrecken und deren Teilmodule durchzuführen, müssen mathematische Modelle der Teilkomponenten vorliegen. In diesem Zusammenhang wurde am Institut eine modulare Simulationsumgebung von der Datenquelle bis zur Datensenke entworfen, in welchem sowohl lineare als auch nichtlineare Verzerrungen berücksichtigt werden können. Des weiteren stellt die Schaltungsoptimierung von Baugruppen, beispielsweise von Modulatoren, Encodern, Signalverstärkern und Filtern, einen Schwerpunkt dar. Für die Realisierung der dabei benötigten schnellen und komplexen Logikfunktionen wird ein Entwicklungssystem für FPGA und EPLD Bausteine eingesetzt, mit welchen Taktfrequenzen bis über 160 MHz ermöglicht werden. Für die Umsetzung von komplexen digitalen Modulationsverfahren wurde auf einem am Institut entwickelten 32-Bit-Signalprozessorboard ein digitaler Quadraturmodulator realisiert, mit dem sich Datenströme bis 5 Mbit/s verarbeiten lassen. Um einzelne Baugruppen in ihren Eigenschaften zu verbessern, werden stets neue Technologien hinsichtlich ihrer Möglichkeiten und Grenzen beobachtet und deren Einfluß auf die Schaltungstechnik untersucht.

Arbeitsgebiet: Optische Nachrichtentechnik

Das optische Überlagerungsprinzip ermöglicht mehrkanalige digitale Weitverkehrsübertragung auf einwelligen Glasfasern unter Ausnutzung von Frequenz- und Phasenumtastung. Die Verwendung phasenempfindlicher Modulationsarten stellt dabei sehr hohe Anforderungen an die spektrale Reinheit und Frequenzstabilität der als Sende- und Lokaloszillatoren verwendeten Halbleiterlaser. Im Fall des Heterodynempfanges liegt die Zwischenfrequenz, d.h. die Differenz zwischen Sende- und Lokallaser, im Bereich von 1...5 GHz. Bei Oszillationsfrequenzen der Laser von ca. 230 THz wird die dazu notwendige äußerst kleine Verstimmung der Oszillatoren deutlich. Neben Laserdioden mit verteilter Rückkopplung (DFB-Laserdioden) bieten Lasermodule mit externem Resonator die benötigten Eigenschaften, so daß sie als Schlüsselemente der Optischen Nachrichtentechnik bezeichnet werden können. Untersuchungen zu Lasermodulen mit verschiedenen Konzepten zur Ausbildung des externen Resonators wurden durchgeführt.

Die geschlossene Betrachtung elektrischer und optischer Komponenten und Systeme ist für die Beschreibung zukünftiger photonischer Baugruppen von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund wurde eine anschauliche Beschreibung optischer Komponenten mit Hilfe der klassischen Vierpoltheorie entwickelt. Die Modellbildung und Integration breitbandiger optischer Sender mit Modulator ist ein weiterer Bereich der Untersuchungen.

Die Nachrichtenübertragung über Glasfasern wird in zunehmendem Maße sowohl durch Dispersion als auch durch Nichtlinearität der Glasfaser begrenzt. Diesbezüglich wurden die Auswirkungen auf ein WDM-System theoretisch betrachtet. Solitonen, d.h. Impulsformen, die aufgrund einer Wechselwirkung von Dispersion und Nichtlinearität bei der Übertragung in ihrer Form unverändert bleiben, wurden untersucht.

Arbeitsgebiet: Schaltungssimulation im Zeit-, Frequenz- und Temperaturbereich

Die Verwirklichung der gesteckten Ziele in der Photonik ist ohne eine leistungsfähige Elektronik nicht denkbar. Messungen an diskreten und integrierten Bipolartransistoren sind in einem weiten Zeit-, Frequenz- und Temperaturbereich notwendig, um die wichtigsten Parameter für die Rechnerimulation zu gewinnen. Zur Simulation des Verhaltens von Bipolartransistoren wird in Netzwerkanalyseprogrammen vorwiegend das Gummel-Poon-Modell verwendet. Die bekanntesten Gleichungen dieses Modells müssen bei hohen Frequenzen und bei hohen Strömen modifiziert werden. Modelle für die Temperaturabhängigkeit der Gleich- und Wechselstromparameter werden analysiert und Parameter hergeleitet und gemessen.

Zur Simulation sehr schneller Schaltungen müssen auch die passiven Elemente genau charakterisiert werden. Erst die Kenntnis des Verhaltens aller Schaltungskomponenten erlaubt den zielgerichteten Entwurf von Schaltungen im GHz-Bereich.

Arbeitsgebiet: Integrierte Schaltungen

Die Integration breitbandiger Schaltungen ($f_g > 40$ GHz) setzt neben der Realisierung der aktiven Komponenten auch entsprechend ausgelegte passive Strukturen voraus. Hierzu gehört beispielsweise die Untersuchung von Induktivitäten und Kapazitäten auf Silizium und GaAs sowie die Charakterisierung aktiver Strukturen hinsichtlich ihrer Stabilität. Die Modellbildung und Simulation derartiger Baugruppen sowie die meßtechnische Verifikation der Ergebnisse bilden einen Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten.

Werner, Christoph: Spektren digitaler Modulationsverfahren, Diplomarbeit 1996.
Thomas, Robert: Entwicklung eines digitalen Quadraturmodulators, Diplomarbeit 1996.
Widmaier, Martin: Testumgebung für schnelle A/D-Wandler, Diplomarbeit 1996.
Benz, Jürgen: Nutzung der vertikalen Austastlücke bei Videosignalen, Diplomarbeit 1995.
Schönlau, Carsten: Statistische Datenkompression mit programmierbaren Logikbausteinen, Semesterarbeit 1996.
Heinzelmann, Klaus: Realisierung eines 4-Bit RISC Mikroprozessors in einem FPGA-Baustein, Semesterarbeit 1996.
Endtner, Ralph: Mischer für geringe Eingangsleistungen, Semesterarbeit 1996.
Kniest, Ingo: Umsetzung von analogen und digitalen Audiosignalen, Semesterarbeit 1996
Imbrich, Udo: Tiefpaß zur Abtastung von Videosignalen, Semesterarbeit 1996.
Coenning, Wolfgang: Charakterisierung aktiver optischer Wellenleiter mit Hilfe der Vierpoltheorie, Dissertation 1995.
Meißner, Markus: Lasermodul mit externem Fabry-Perot-Resonator, Diplomarbeit 1996.
Pascht, Andreas: Generierung eines optischen Pulses durch dispersive und nichtlineare Effekte, Diplomarbeit 1996.
Lang, Marcus: Charakterisierung und Dimensionierung von Mikrowellenleitungskopplern, Diplomarbeit 1995.
Wolfer, Bernd: Miniaturisierung von Polarisationsstellern, Semesterarbeit 1995.
Greger, Heike: Frequenzweiche für FSK-Signale, Semesterarbeit 1995.
Wirth, Bernd: Berechnung des Ladungsträgertransportes in kleinen Halbleiterstrukturen, Diplomarbeit 1995.

Institut für Nachrichtenübertragung (0408)

Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Joachim Speidel

Die Forschungsarbeiten befassen sich mit der digitalen Übertragung von Bild-, Ton- und Datensignalen über verschiedene Übertragungsmedien: Lichtwellenleiter, Koaxialkabel oder Funkstrecken. Die Forschungsprojekte werden vielfach in Zusammenarbeit mit der Industrie und den Netzbetreibern durchgeführt. Bei den Arbeiten zur optischen Übertragung liegt der Schwerpunkt auf der Untersuchung von optischen Faserverstärkern und von Übertragungsverfahren für hybride Teilnehmer-Zugangsnetze. Aus wirtschaftlichen Gründen werden die höheren Netzebenen mehr und mehr mit optischer Übertragungstechnik ausgeführt, während im teilnehmernahen Bereich weiterhin die vorhandenen Koaxialkabel verwendet werden. Für diese hybride Netzstruktur werden geeignete digitale Übertragungsverfahren für Multimedia-Signale entwickelt. Abrufdienste wie z. B. Video-on-Demand erfordern zusätzlich einen Kanal vom Teilnehmer zur Zentrale. Auch beim Tonrundfunk findet ein Übergang von der analogen zur digitalen Übertragung statt. Hierzu werden Untersuchungen zur Übertragungsqualität bei Digitalem Hörfunk (DAB) und zur Messung der Funkkanaleigenschaften durchgeführt. Weitere Forschungsarbeiten befassen sich mit der Codierung von Videosignalen und mit der Verknüpfung von Rechnernetzen für hohe Bitraten unter Verwendung des Asynchronen Transfermodus (ATM). Die im Rahmen des Forschungsverbunds Medientechnik Südwest (FMS) erzielten Ergebnisse auf den Gebieten der Bildcodierung, der hybriden Teilnehmerzugangsnetze, des Digitalen Hörfunks und der Funkkanalschätzung wurden am 9. Oktober 1996 im Hause des Süddeutschen Rundfunks anhand experimenteller Vorführungen vorgestellt.

Arbeitsgebiet: Optische Übertragungssysteme und Verstärker

Optische Faserverstärker spielen bei digitalen Weitverkehrssystemen, bei optischen Teilnehmerzugangsnetzen (FITL, „fibre in the loop“) und bei analogen optischen Fernsehverteilssystemen eine wichtige Rolle. Neben den bereits eingeführten erbiumdotierten Faserverstärkern (EDFA) für Signalwellenlängen um 1550 nm sind besonders auch optische Faserverstärker für Wellenlängen um 1300 nm wegen des Dispersionsminimums der Glasfasern wichtig. Am Institut werden insbesondere praseodym-dotierte Faserverstärker (PDFA) für Signalwellenlängen um 1300 nm theoretisch und experimentell untersucht. Die Reduzierung der benötigten Pumpleistung oder die Erhöhung der Verstärkung von Faserverstärkern durch neuartige Verstärkerkonfigurationen wurde untersucht. Ein in dieser Weise wesentlich verbesserter PDFA steht am Institut zur Verfügung. Es wurden Programmsysteme entwickelt, die die Analyse und Optimierung digitaler optischer Übertragungssysteme mit Faserverstärkern (PDFA, EDFA) und Halbleiterlaserverstärkern (SLA, „semiconductor laser amplifier“) erlauben.

Arbeitsgebiet: Hybride Teilnehmer-Zugangsnetze

Im Teilnehmeranschlußbereich werden hybride Netze verwendet, die aus Glasfasern und, besonders im Inhouse-Bereich, aus Kupferkabeln bestehen. Auf diesen Netzen werden gleichzeitig Fernsehsignale, interaktive Multimediadienste und die Telefongespräche der angeschlossenen Teilnehmer übertragen. Für den Zugriff des Teilnehmers auf das Netz werden verschiedene Zugriffsverfahren (TDMA, SCMA, CDMA) untersucht. Zur Demonstration des optischen CDMA-Verfahrens wurde im Labor ein System aufgebaut, das zur Dekodierung der Empfangssignale optische Signalverarbeitung einsetzt. Rechnersimulationen erlauben eine Analyse von Breitbandverteilnetzen sowie Untersuchungen notwendiger Modifikationen und Erweiterungen bestehender Netze.

Arbeitsgebiet: Digitale Codierung von Videosignalen

Für die Verteilung von Fernsehsignalen kommen zunehmend digitale Verfahren mit Datenreduktion zum Einsatz. Sie ermöglichen in bestehenden

Infrastrukturen Programme mit erhöhter Ortsauflösung (HDTV) oder eine Erhöhung der Anzahl übertragbarer Programme mit konventioneller Auflösung (TV). Die in diesem Bereich relevanten Quellencodierverfahren der Moving Picture Experts Group (MPEG) lassen dem Anwender zahlreiche Freiheitsgrade, deren optimale Nutzung untersucht wird. Bei günstiger Parameterwahl genügen für TV 4 – 8 Mbit/s, für HDTV 20 – 30 Mbit/s. In Kabelfernsehtzen läßt sich damit die Zahl der TV-Kanäle gegenüber analoger Übertragung um einen Faktor 5 – 10 erhöhen. Neben der optimierten Codierung bildet die Decodierung restfehlerbehafteter Datenströme einen weiteren Schwerpunkt. Außer Maßnahmen zum nichthierarchischen und hierarchischen Fehlerschutz interessiert dabei insbesondere eine robuste, fehlertolerante Quellendecodierung, die auch bei unbehebaren Fehlern möglichst gefällige Bilder liefert. Im Bereich der schmalbandigen Bildkommunikation werden neue Verfahren zur Quellencodierung untersucht, die Bitraten von 8 – 64 kbit/s ermöglichen. Damit lassen sich Anwendungen wie Bildfernsprechen oder Videokonferenzen über das konventionelle Telefonnetz oder das Internet realisieren.

Arbeitsgebiet: Digitale Kommunikation mit ATM

Schnelle lokale Netze (LAN) ermöglichen den effektiven Einsatz von Betriebsmitteln, z. B. für Multimediaanwendungen im professionellen Bereich. Es gibt im Markt großes Interesse, LANs in überregionale Netze (Metropolitan Area Network, MAN) einzubetten und über das öffentliche Netz (Wide Area Network, WAN) zu verbinden. An der Universität Stuttgart wurde deshalb das Projekt USPS (Universelle System-Plattform Stuttgart) begonnen. Das Ziel ist, eine universelle, schnelle Datendrehscheibe zwischen unterschiedlichen Netzen zu entwickeln. Hierfür wurde eine Teilnehmer-Netz-Schnittstelleneinheit verwirklicht. Damit und mit weiteren Komponenten ist ein High-Performance-Parallel-Interface-Kanal (HIPPI-Kanal, 800 Mbit/s Übertragungsgeschwindigkeit) an das öffentliche Telekommunikationsnetz (B-ISDN, 155 Mbit/s Übertragungsgeschwindigkeit) anschaltbar. Grundlage für die Übertragung im B-ISDN ist die Digitale Synchrone Hierarchie SDH, innerhalb der die Informationsdaten mit dem zellorientierten Asynchronen Transfermodus ATM übermittelt werden.

Arbeitsgebiet: Terrestrische Übertragung digitaler Rundfunksignale

Im Rahmen des Forschungsverbunds Medientechnik Südwest (FMS) werden Untersuchungen zum digitalen Übertragungsverfahren DAB (Digital Audio Broadcast) durchgeführt. Hierzu wurde ein Simulationssystem für die digitale Tonrundfunkübertragung nach dem ETSI-Standard ETS 300 401 entwickelt. Es gestattet die Ermittlung der Bitfehlerhäufigkeit nach einer empfangsseitigen Viterbi-Decodierung mit Soft-Decision-Eigenschaft bei zeitvarianten Funkkanälen mit Mehrwegeausbreitung. Für eine subjektive Qualitätsbeurteilung kann das berechnete Empfangssignal hörbar gemacht werden. Ferner wird an Meß- und Schätzverfahren zur Bestimmung der zeitvarianten Systemfunktionen und der Mehrwegeparameter von Rundfunk- und Mobilfunkkanälen gearbeitet. Die Ergebnisse der Verfahren ermöglichen die Simulation des Funkkanals mit dem Rechner oder einem Funkkanalsimulator. Darüber hinaus gestatten die Verfahren eine Analyse und Planung von Gleichwellennetzen, die für das DAB-Rundfunkübertragungsverfahren aufgebaut werden.

-
- H. Greger: Ermittlung von Funkkanalparametern mit DAB-Signalen, Semesterarbeit 1996.
H. T. Hagmeyer: Ermittlung der Bitfehlerhäufigkeit bei digitalem Hörfunk durch Simulation, CD-ROM zur FMS-Präsentation, Oktober 1996.
W. Keck: A Method for Robust Decoding of Erroneous MPEG-2 Video Bit-streams, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 42, No.3, August 1996.
W. Keck: Robuste Quellendecodierung, CD-ROM zur FMS-Präsentation, Oktober 1996.
A. Renz: Integration eines SBus-Empfangsmoduls in eine SDH/ATM-Schnittstelleneinheit, Diplomarbeit 1996.
R. Riedlinger: Bildsegmentierung und regionenorientierte Codierung zur Bewegtbildübertragung mit sehr niedrigen Bitraten, Diplomarbeit 1996.
W. Rieger: Hierarchische Quellendecodierung mit Fehlererkennung und Fehlerverschleierung, Diplomarbeit 1996.
S. Schmid: Entwurf und Realisierung einer Ablaufsteuerung für ein Signalprozessor-Entwicklungssystem, Semesterarbeit 1995.
B. Sostawa: Die Wavelet-Transformation bei der Bewegtbildcodierung für sehr niedrige Bitraten, Diplomarbeit 1996
J. Speidel: Kommunikationstechniken in Zugangsnetzen, ITG-Workshop, Berlin (1996).
J. Speidel, S. Braun: High Level Modulation Schemes for Digital TV- and Multimedia Transmission in CATV Networks, 19th Internat. Television Symposium Montreux (1995).
J. Speidel: Faseroptische Verstärker für Wellenlängen um 1300 nm. ITG- Wannenmacher: Workshop „Optische Teilnehmerzugangsnetze“, Dresden, März 1995.
S. Wannenmacher: Untersuchung und Aufbau praseodym-dotierter optischer Faserverstärker. Dissertation 1996
S. Wannenmacher: Praseodymium doped fibre amplifier for optical amplification at 1300 nm.
IEEE Global Telecommunications Conference, London 1996.
F. Weiß: Funkkanalidentifikation mit digitalen Rundfunksignalen, Kleinheubacher Berichte 39 (1996).
D. Wenzel: Digital Audio Broadcasting, Elrad 1996.
D. Wenzel: Schaltungsentwurf und Realisierung eines signalprozessorgestützten OFDM-Demodulators, Diplomarbeit 1995.

Institut für Nachrichtenvermittlung und Datenverarbeitung (0409)

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. P. J. Kühn

Die Forschung des Instituts konzentriert sich im weitesten Sinne auf verteilte, rechnergestützte Systeme und Telekommunikation. Beispiele derartiger verteilter Systeme sind eng oder lose gekoppelte Rechnersysteme, Steuergerätenetze, Vermittlungssysteme oder ganze Kommunikationsnetze einschließlich der darauf aufbauenden Anwendungen. Ein typisches Merkmal derartiger Systeme ist das Zusammenwirken vieler Steuerkomponenten an einer gemeinsamen Aufgabe, wie z.B. einer Verbindung in einem Kommunikationssystem, eines Rechenprozesses in einem verteilten Datenverarbeitungssystem oder etwa die Navigation eines Fahrzeugs aufgrund interner und externer Sensordaten. Der geordnete fehlerfreie Ablauf einer Vielzahl simultan ablaufender Prozesse erfordert autonom arbeitende Teilsysteme, welche über wohldefinierte Schnittstellen und Kommunikationsprozeduren (Protokolle) miteinander verkehren können. Die Forschungsarbeiten des Instituts befassen sich mit der Systemarchitektur, der Systementwicklung in Hard- und Software sowie der Modellierung und verkehrstheoretischen Leistungsanalyse. Die Forschungsarbeiten werden aus Drittmitteln der DFG, des BMBF, der Kommission der EU im Rahmen der Forschungsinitiativen RACE, ACTS und ESPRIT sowie der Industrie im Rahmen bilateraler Forschung unterstützt.

Arbeitsgebiet: Architektur und Entwurf Verteilter Systeme

(Systemarchitektur, Spezifikation, Verifikation, Simulation, Implementation, Diagnose, Test, Entwurfswerkzeuge, objektorientierter Entwurf)

Gegenstand der Arbeiten sind verteilte Systeme der Büro- und Fertigungsautomatisierung, der Kommunikationstechnik oder der zukünftigen Fahrzeug- und Verkehrstechnik. Das Zusammenarbeiten einer Vielzahl rechnergesteuerter Teilsysteme erfordert Methoden und Werkzeuge für die Spezifikation von Protokollen, die Verifikation, die funktionelle Simulation, die Implementation, die Diagnose und den Test. Aktuelle Forschungsvorhaben haben die Systemspezifikation mittels der Sprachen SDL, LOTOS und ASN.1, den Entwurf von speziellen Systemarchitekturen, die Entwicklung von Netzkoppeleinheiten (Gateways), die Leistungsuntersuchung unterschiedlicher Protokollarchitekturen, die Entwicklung von verteilten Diagnose- und Meßkonzepten sowie den Entwurf und die Implementierung von Netzmanagement-Software zum Gegenstand.

Zur Durchführung der Arbeiten stehen insbesondere objektorientierte Methoden für den Software-Entwurf und auf Hochsprachen beruhende Konzepte für den Hardware-Entwurf (VHDL) sowie die zugehörigen Programmwerkzeuge im Vordergrund.

Arbeitsgebiet: Methoden der Nachrichtenverkehrstheorie

(Modellierung, Stochastische Prozesse, Warteschlangentheorie, Markoff-Ketten, Warteschlangennetze, hierarchische Dekomposition, Dienstgüte, Netzplanung, Traffic Engineering, Performance Management)

Die Abläufe in Nachrichtennetzen und Rechensystemen sind im Detail und global im allgemeinen nur statistisch beschreibbar. Die Nachrichtenverkehrstheorie befaßt sich mit der Modellierung und Analyse von stochastischen Prozessen in Bedienungssystemen und Netzen, deren Ergebnisse Grundlagen der Systemauslegung und des Systembetriebs sind. Die heutige Systemkomplexität erfordert neue Ansätze sowohl analytisch als auch in der Simulationstechnik. Die Arbeiten des Instituts konzentrieren sich hierbei auf hierarchische Dekompositions- und Aggregierungsverfahren, die Anwendung signaltheoretischer Verfahren und zeitdiskreter Systeme, die zeitabhängige Lösung von mehrdimensionalen Markoff-Ketten, Verfahren zur Analyse von Warteschlangennetzen mit Prioritäten, die Analyse von Systemen zur Interprozessor-Kommunikation, zur Datenfluß- und Überlastregelung sowie auf neue Modellierungstechniken wie Performance PETRI-Netze. Neben analytischen Methoden werden Simulationsverfahren intensiv eingesetzt. Die Ergebnisse analytischer/simulativer Verfahren sind Voraussetzung für die Anwendung beim Systementwurf, bei der Optimierung von Systemressourcen, in der Netzplanung und für den Netzbetrieb, für die eine garantierte Dienstgüte (Quality of Service) bei vorgegebenem Verkehrsprofil eingehalten werden muß (Traffic Engineering und Performance Management). Die Arbeiten hierzu werden durch die DFG, die Europäische Union sowie die Industrie unterstützt.

Arbeitsgebiet: Kommunikationsnetze mit Vielfachzugriff

(Vielfachzugriffsverfahren, LAN, MAN; Satellitenkanäle, Mobilfunkkanäle, statistisches Multiplexen, Modellierung, Echtzeitverhalten)

Vielfachzugriffsbasierte Kommunikationsnetze sind durch gemeinsame Übertragungsmedien gekennzeichnet, auf die viele Nutzer konkurrierend zugreifen. Typische Vielfachzugriffssysteme (shared media) sind lokale Rechnernetze (Local Area Networks, LAN), Hochgeschwindigkeits-Regionalnetze (Metropolitan Area Networks, MAN), Satellitennetze und Mobilkommunikationsnetze. Die meisten dieser Netze basieren auf dem Paketvermittlungsprinzip, d.h. auf der Basis eines asynchronen Zeitmultiplexes oder verteilten statistischen Multiplexens; in MAN's, Satelliten- und Mobilfunknetzen werden jedoch auch durchschaltetermittelte bzw. isochrone Kanäle bereitgestellt.

Die Forschungsaktivitäten konzentrieren sich auf neue Vielfachzugriffsverfahren, die Modellierung standardisierter und neuer MAC-Protokolle sowie die Untersuchung dieser Systeme bei unterschiedlichen Verkehrs- und Systemparametern. Insbesondere sind die Verkehrskapazität, die Verzögerungszeiten und Echtzeitfähigkeit, die Fairness und Sensitivität hinsichtlich Verkehrs- und Parameteränderungen von Interesse. Hierzu sind in der Regel sehr detaillierte Systemmodelle und Simulationswerkzeuge erforderlich. Im analytischen Bereich wurden mehrdimensionale Warteschlangensysteme und Näherungsverfahren entwickelt, welche eine detaillierte Systembeurteilung erlauben und zur Systemplanung und -auslegung verwendet werden können.

Arbeitsgebiet: Dienstintegrierende Netze (ISDN, B-ISDN)

(ISDN, Breitband-ISDN, Asynchroner Transfermodus (ATM), Integrierte Dienste, Multimedia-Kommunikation, Verkehrssteuerung, Experimente, Messungen)

Nach der Einführung des (Schmalband-) ISDN, welches durchschaltetermittelte B-Kanäle mit 64 kbit/s bereitstellt und eine hervorragende Basis für viele Sprach-, Daten- und Telematikdienste bzw. -anwendungen darstellt, konzentriert sich nun das Interesse auf das Breitband-ISDN, welches sich auf den Asynchronen Transfermodus (ATM) abstützt, einer schnellen Paketvermittlungstechnik für kleine Standard-Zellen, die die Integration aller Dienste erlaubt.

Die Forschungsarbeiten des Instituts für das B-ISDN konzentrieren sich auf die Modellierung variabler Bitratenströme für Sprach- und Videodienste mit hoher Datenkompression sowie von LAN-Verkehren, mehrstufige ATM-Koppelnetzarchitekturen, Verkehrssteuerungsmechanismen (wie Quellflußkontrolle,

Verbindungsannahme, schnelle Reservierungsverfahren, Mechanismen mit reaktiver Kontrolle, Pufferspeichermechanismen), Ende-zu-Ende Durchlaufzeitanalysen sowie den Vielfachzugriff-Netzzugang über passive optische Netze. Ein Teil dieser Arbeiten fand im Rahmen der RACE-Projekte BAF, LACE und EXPLOIT statt und wird gegenwärtig im Rahmen der ACTS-Projekte EXPERT und AMUSE durchgeführt, in denen unter anderem auch Experimente und Messungen durchgeführt werden. Im Rahmen einer Firmenkooperation wurde ein Breitband-Adapter für Multimedia-Anwendungen entwickelt, der auf der CeBit '95 sowie im Rahmen von RACE- und Firmendemos der Öffentlichkeit vorgestellt wurde.

Arbeitsgebiet: Signalisierung, Intelligente und Mobilkommunikationsnetze, Netzmanagement

(Zentralkanal-Signalisierung, Intelligent Network, Mobilkommunikation, Satellitenkommunikation, Performance-Management, Sicherheits-Management, Mobilitätsverwaltung, Feature Interaction)

Zur Steuerung der Verbindungen im ISDN wird das Zentralkanal-Signalisierverfahren CCITT No. 7 eingesetzt, welches den schnellen und sicheren Austausch von Signalisierdaten ermöglicht. Neue Dienstmöglichkeiten werden mit Hilfe des Konzepts des Intelligenten Netzes in die Nachrichtennetze eingeführt. Zelluläre Mobilkommunikationsnetze nutzen ihrerseits digitale Signalisierverfahren und datenbankbasierte Konzepte für das Mobilitätsmanagement. Die Verwaltung der Netzressourcen, ihre Konfigurierung, die Überwachung der Performance, Sicherheit und Abrechnung sind die Aufgaben des Netzmanagements.

Die zuvor genannten Konzepte bergen eine Reihe neuer Grundlagenprobleme, welche am Institut aufgenommen wurden und welche durch die DFG im Rahmen des neuen Schwerpunktprogramms „Mobilkommunikation“, von der Industrie und von Netzbetreibern unterstützt werden. Spezielle Aufgabenstellungen sind: Modellierung, Signalfußanalyse und Leistungsanalyse von Signalisiernetzen, Überlaststeuerung in Signalisiernetzen und im IN, Mobilitätsmanagement für mikrozelluläre Mobilkommunikationssysteme, Sicherheit in Nachrichtennetzen, Konfigurations- und Performance-Management, Protokolle und Planung von Satellitenkommunikationsnetzen (LEO, GEO).

Veröffentlichungen 1995-1996

- M. Bafutto: Modellierung, Verkehrsanalyse und Planung von Zentralkanal-Signalisiernetzen im ISDN mit besonderer Berücksichtigung neuer Dienste der Mobilkommunikation und des Intelligenten Netzes. Dissertation, 1995.
- M. Bafutto; M. Schopp: Network Performance and Capacity Figures of Intelligent Networks based on the ITU-TS IN Capability Set 1. International Workshop on Advanced Intelligent Networks (AIN'96). Passau, Germany, 1996, pp. 15-29.
- M. Bafutto; M. Schopp: Performance Evaluation of IN-based Mobility Management. IEEE Intelligent Network Workshop (IN'96). Melbourne, Australia, 1996, Vol. 1, paper 2.3.2.
- R. Bordewisch; J. Enssle; M. Frank: Performance Evaluation of Multimedia Systems in the AMUSE-Project. Proceedings of the 8th IEEE Workshop on Local and Metropolitan Area Networks. Berlin/Potsdam, 1996.
- J. Charzinski: A New Approach to ATM Access Networks. SPIE Conference on BROADBAND ACCESS SYSTEMS. Boston, 1996.
- K.-H. Deiretsbacher; U. Gremmelmaier; J. Kippe; R. Marabini; G. Rößler; F. Waeselync: CNMA: A European Initiative for OSI Network Management. IEEE Network, Vol. 9 (1995), No. 1, pp. 44-52.
- M. Eberspächer: On the Prediction of the Stochastic Behavior of Time Series by Use of Neural Networks: an Application to Source Modelling. 12th International Conference on Computer Communication. Seoul, Korea, 1995, Session 4D (Performance Analysis).
- J. Enssle: Modelling of Short and Long Term Properties of VBR MPEG Compressed Video in ATM Networks. Proceedings of the 1995 Silicon Valley Networking Conference & Exposition. San Jose, 1995, pp. 95-107.
- J. Enssle; U. Briem; H. Kröner: Performance Analysis of Fast Reservation Protocols for ATM Networks (extended version). Performance Modelling and Evaluation of ATM Networks (D. D. Kouvatsos, Editor). Chapman and Hall, London. (1995) S. 57-72.
- J. Enssle: The Impact of VBR MPEG Video Traffic on ATM Multiplexer Performance and its Evaluation. Proceedings of the Fourth IFIP Workshop on Performance Modelling and Evaluation of ATM Networks, Ilkley, U.K. 1996, paper 8.
- J. Enssle: Modeling and Performance Evaluation of a Scalable Distributed Video Server Architecture for VBR MPEG Encoded Video Data Streams. Proceedings of the 5th International Conference on Computer Communications and Networks, Rockville, 1996.
- U. Gremmelmaier: Methoden zur Planung von hierarchischen Hochgeschwindigkeitsnetzen (MAN). Dissertation, 1996.
- M. Götzter: A New MAC Protocol For High-Speed Multimedia ATM LANs. Proceedings of the 8th IEEE Workshop on Local and Metropolitan Area Networks. Berlin/Potsdam, 1996.
- M. Jurczyk: Modellierung und Parallele Simulation von Verbindungsnetzen. Dissertation, 1996.
- D. Keck: A Tool Concept for Feature Interaction Detection in Intelligent Networks. Proceedings of the 5th Open Workshop on High Speed Networks. Paris, France, 1996, pp. 3.9 – 3.15.
- H. Kröner: Verkehrssteuerung in ATM-Netzen: Verfahren und verkehrstheoretische Analysen zur Zellpriorisierung und Verbindungsannahme. Dissertation, 1995.
- P.J. Kühn: Overload Control for Signalling Networks. ITC Regional Seminar „New Telecom Services for Developing Networks“. St. Petersburg, Rußland, 1995.
- M. Lang; M. Stümpfle; H. Kocher: Building a hierarchical CAN-Simulator Using an Object-Oriented Environment. Proceedings of Performance Tools 95, MMB 95. Heidelberg, 1995, pp. 327-339.
- T. Necker: Object-Oriented Communication for Distributed Discrete Event Simulation. EUROSIM 95. Vienna, Austria, 1995, pp. 333-338.
- T. Renger et al.: Experimental Validation of an ATM Traffic Control Framework in the EXPLOIT Testbed. European Transactions on Telecommunications, Vol. 7 (1996), No. 5, pp. 393-405.
- G. Rößler: Einfluß des Netzmanagements auf die Struktur von OSI-Systemen und eine Methode für die erstmalige Konfiguration. Dissertation, 1995.
- R. Säiler; P.J. Kühn: Ein Domain-Konzept zur systematischen und wirtschaftlichen Integration von Sicherheit in Kommunikationsnetze. it+ti, (1996), No. 4, S. 30-33.
- W. Schollenberger: Überwachung von Rechnernetzen mit verteilten Meßsystemen. Dissertation, 1996.
- J. Späth; U. Gremmelmaier; U. Briem; M.N. Huber: Architecture and Performance Evaluation of Future Photonic Networks. Proceedings of the 12th ICCN Conference. Seoul, 1995, Session 7C.
- M. Stümpfle; J. Charzinski: Simulation of Heterogeneous CAN-Systems. Proceedings of the 2nd International CAN Conference. London, 1995, pp. 11.22-11.32.
- J. Zepf: Modellierung und Bewertung von Überlastabwehrmechanismen in Signalisiernetzen. Dissertation, 1995.

Institut für Hochfrequenztechnik (0410)

Prof. Dr.-Ing. F.M. Landstorfer

Die Schwerpunkte der Forschungsarbeiten des Instituts sind einerseits durch das stete Vordringen hochfrequenztechnischer Verfahren in neue Bereiche der Elektrotechnik gekennzeichnet, hierzu zählt z.B. die Elektromagnetische Verträglichkeit, andererseits haben sich durch die gewaltige Ausweitung drahtloser Übertragungsverfahren neue Herausforderungen auf traditionellen Gebieten, wie der Antennentechnik, der Feldtheorie und der Wellenausbreitung ergeben, die in zahlreichen Forschungsprojekten ihren Niederschlag gefunden haben. Insgesamt sind im Berichtszeitraum mehr als 40 Veröffentlichungen und fünf Dissertationen entstanden.

Arbeitsgebiet: Feldtheorie

(Methode der Momente, Physikalische Optik, Streuproblem, asymptotische Stromverteilung, FEKO, Fockströme)

Die Arbeiten an einem universell einsetzbaren Verfahren zur Berechnung der elektromagnetischen Strahlungs- und Streufelder leitfähiger und elektrisch großer Streukörper wurden intensiv vorangetrieben. Mit dem weiterentwickelten Programmpaket FEKO können durch die optionale Benutzung asymptotischer Stromverteilungen (Physikalische Optik, Halbebene und leitender Keil, Fockströme) nunmehr auch elektrisch große Streukörper mit vertretbarem Rechenaufwand behandelt werden. Durch Einsatz der Methode der parabolischen Gleichung konnten für das kanonische Problem der Beugung am Impedanzkeil die Beugungskoeffizienten berechnet werden.

U. Jakobus und F.M. Landstorfer: Improved PO-MM hybrid formulation for scattering from three-dimensional perfectly conducting bodies of arbitrary shape. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Band 43, Nr. 2, S. 162-169, Feb. 1995.

U. Jakobus und F.M. Landstorfer: Numerische Berechnung hochfrequenter elektromagnetischer Streuprobleme durch eine Kopplung der Momentenmethode mit asymptotischen Stromverteilungen. Kleinheubacher Berichte 1996, Band 39, S. 391-400, Okt. 1995.

U. Jakobus und F.M. Landstorfer: Improvement of the PO-MoM hybrid method by accounting for effects of perfectly conducting wedges. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Band 43, Nr. 10, S. 1123-1129, Okt. 1995.

U. Jakobus und F.M. Landstorfer: Current-based hybrid moment method analysis of electromagnetic radiation and scattering problems. ACES Journal, Band 10, Nr. 3, S. 38-46, Nov. 1995. Special Issue on Advances in the Application of the Method of Moments to Electromagnetic Radiation and Scattering Problems.

N.Y. Zhu und F.M. Landstorfer: Numerical determination of diffraction, slope-, and multiple-diffraction coefficients of impedance wedges by the method of parabolic equation: Space waves. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Band 43, Nr. 12, S. 1429-1435, Dez. 1995.

Arbeitsgebiet: Antennentechnik

(Antennenmeßtechnik, Nahfeld-Fernfeldtransformation, Hornstrahler, Schlitzantennen, Handfunkgeräte, doppel-konische Abtastung, Strahlungsbelastung, Greensche Funktion)

Auf dem Gebiet der Berechnung von Hornstrahlerantennen konnten die Untersuchungen über die Anwendung der Wellentypanpassungsmethode erfolgreich abgeschlossen werden. Die Abtastung der Nahfeld-Feldstärken auf doppel-konischen Oberflächen erlaubt die genaue Ermittlung von Kennwerten handgehaltener Mobilfunkgeräte und deren Wechselwirkung mit dem Körper des Benutzers. Die Einstrahlung derartiger Geräte in den Kopf des Benutzers kann durch die Verwendung neuartiger Schlitzantennen, wie sie am Institut untersucht wurden, minimiert werden. Für die Optimierung dieser Antennen wurde ein Rechenverfahren entwickelt, das durch Verwendung der Greenschen Funktion einer dielektrischen Kugel (Kopfphantom) sehr kurze Rechenzeiten und einen kleinen Speicherplatzbedarf aufweist.

R.R. Collmann und F.M. Landstorfer: Calculation of the field radiated by horn-antennas using the mode-matching method. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Band 43, Nr. 8, S. 876-880, Aug. 1995.

H.-O. Ruoß, U. Jakobus und F.M. Landstorfer: Efficient EM analysis of hand-held mobile telephones close to human head using modified method of moments. Electronics Letters, Band 31, Nr. 12, S. 947-948, Juni 1995.

H.-O. Ruoß und F.M. Landstorfer: Slot antenna for hand held mobile telephones showing significantly reduced interaction with the human head. Electronics Letters, Band 32, Nr. 6, S. 513-514, März 1996.

H.-O. Ruoß und F.M. Landstorfer: Electromagnetic dyadic Green's function for a layered homogeneous lossy dielectric sphere as head model for numerical EMC investigation. Electronics Letters, Band 32, Nr. 21, S. 1935-1937, Okt. 1996.

J. Christ: Korrektur prinzipbedingter und durch die Meßumgebung verursachter Fehler bei der Nahfeld-Fernfeld-Transformation. Dissertation, Universität Stuttgart, 1995.

Arbeitsgebiet: Mobilfunk

(Planungswerkzeuge, Feldstärkeprognose, Neuronale Netze, dominierender Ausbreitungsweg)

Neben den oben bereits erwähnten Aktivitäten auf dem Gebiet der Sende- und Empfangs-Antennen für handgehaltene Mobilfunkgeräte, war die Erarbeitung von Prognosewerkzeugen für die Planung von Mobilfunknetzen ein Schwerpunkt der Arbeiten am Institut. Dabei wurden einerseits deterministische Strahlverfolgungsverfahren, wie „ray-tracing“ und „ray-launching“ für den urbanen und sub-urbanen Bereich untersucht und optimiert, andererseits auch völlig neue, auf künstlichen neuronalen Netzen aufbauende Methoden insbesondere für den sog. „Indoor-Bereich“ entwickelt, wobei sich das neue Konzept des „dominierenden Ausbreitungswegs“ als besonders vorteilhaft auch für die Diagnose des „delay spread“ erweist.

B.E. Gschwendtner und F.M. Landstorfer: 3-D propagation modelling in microcells including terrain effects. Sixth IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC'95), Toronto, S. 532-536, Sept. 1995.

B.E. Gschwendtner und F.M. Landstorfer: Adaptive propagation modelling using a hybrid neural network technique. Electronics Letters, Band 32, Nr. 3, S. 162-164, Feb. 1996.

B. Gschwendtner und F. Landstorfer: Adaptive propagation modelling based on neural network techniques. Proceedings of the 46th IEEE VTS Vehicular Technology Conference, Atlanta, S. 623-626, Mai 1996.

G. Woelfle und F.M. Landstorfer: Field strength prediction in indoor environments using neural networks. Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS), Innsbruck, S. 517, Juli 1996.

B.E. Gschwendtner: Adaptive Wellenausbreitungsmodelle für die Funknetzplanung. Dissertation, Universität Stuttgart, 1995.

Arbeitsgebiet: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

(Feldsonden, Kalibrierung von Meßantennen, Schaltungsplatinen, Störquellen, Rücktransformation)

Voraussetzung für die meisten Meß- und Prüfverfahren der EMV ist eine genaue Kenntnis der auftretenden Feldstärken. Eine Reihe von Arbeiten des Instituts beschäftigt sich daher mit den Grundlagen, der Optimierung und der Realisierung von empfindlichen, breitbandigen Feldsonden. Aber auch die Kalibrierung von Standard-EMV-Meßantennen stellt ein Problem dar, das jedoch in vielen Fällen durch die rechnergestützte Nahfeldmeßtechnik des Instituts gelöst werden kann. Die Stromverteilung auf Schaltungsplatinen kann durch eine am Institut im Rahmen eines europäischen Projekts entwickelte Rücktransformation von Feldstärke-Meßdaten erhalten werden. Damit lassen sich Störquellen identifizieren.

G. Fässler, F.M. Landstorfer und F. Wiedmann: A method to investigate the current distribution on printed circuit boards. 11th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, S. 459-464, März 1995.

G. Fässler und F.M. Landstorfer: Highly sensitive, wideband active probe for the measurement of electromagnetic fields. ICAP'95, IEE 9th International Conference on Antennas and Propagation, Eindhoven, Conf. Publication Number 407, S. 396-400, Apr. 1995.
J. Christ und F. Landstorfer: Bestimmung der entfernungabhängigen K-Faktoren von EMV-Meßantennen unter Anwendung der Nahfeld-Fernfeld-Transformation. Elektromagnetische Verträglichkeit, Tagungsband EMV 96, Karlsruhe, S. 851-858, VDE Verlag, Berlin, Feb. 1996.
W. Spreitzer, G. Fässler und F.M. Landstorfer: Numerical calculation of the current distribution on PCBs by use of a nearfield scanning method. EMC'96 Roma, International Symposium on Electromagnetic Compatibility, S. 607-611, Sept. 1996.
G. Fässler: Inverse Feldtransformation zur Bestimmung der elektromagnetischen Emission und der Stromverteilung planarer Leiterplatten. Dissertation, Universität Stuttgart, 1996.

Arbeitsgebiet: Hochfrequenzschaltungen, -systeme und -verfahren

(Koaxiale Wellenleiter, Mikrowellenfilter, Poyntingvektor, Peilung von stochastischen Störquellen)

Auf dem Gebiet der Hochfrequenzschaltungstechnik wurden neue effiziente Verfahren zur Berechnung von koaxialen Wellenleitern und von Mikrowellenfiltern entwickelt. Für die Peilung der Feldemission stochastischer Störquellen wurde durch die Kombination der Meßwerte von elektrischen und magnetischen Feldstärken zum Poyntingvektor und dessen Richtungsauswertung ein Prinzip gefunden, das sich einerseits für extrem breitbandige Peilungen (mit entsprechend hoher Genauigkeit) einsetzen läßt, andererseits auch die simultane Peilung mehrerer Störquellen, solange sie nicht vollständig korreliert sind, erlaubt.

N.Y. Zhu und F.M. Landstorfer: An efficient FEM formulation for rotationally symmetric coaxial waveguides. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Band 43, Nr. 2, S. 410-415, Feb. 1995.
N.Y. Zhu und F.M. Landstorfer: Numerical analysis of coaxial bend and power-dividers by MoM-solution of the EFIE with curved parametric edge elements as basis functions. URSI International Symposium on Electromagnetic Theory, St. Petersburg, S. 373-375, Mai 1995.
M. Schallner und F.M. Landstorfer: Simultaneous direction finding of several broadband electromagnetic sources. 11th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, S. 391-394, März 1995.
W. Mahler: Analyse und Synthese von verlustbehafteten Hohlleiter-Bandpässen hoher Symmetrie. Dissertation, Universität Stuttgart, 1995.
M. Schallner: Breitbandiges Peilverfahren zur Peilung von transienten Quellen in elektrischen Anlagen. Dissertation, Universität Stuttgart, 1996.

Institut für Halbleitertechnik (0411)

Institutsleiter: Prof. Dr. phil. Erich Kasper

Halbleiter-Heterostrukturen mit vertikalen Abmessungen im Submikron- und Nanometerbereich eignen sich für die Herstellung von neuartigen Quanteneffekt- und Nanometer-Bauelementen für Mikro- und Optoelektronik. Die Arbeiten des Instituts konzentrieren sich auf Heterostrukturen, die mit den die heutige Mikroelektronik dominierenden Silizium (Si)-Substraten kompatibel sind. Als bestens geeignet dafür haben sich das Silizium-Germanium (SiGe) Mischkristallsystem und für spezielle Anwendungen das System Siliziumkarbid (SiC)/Silizium (Si) erwiesen. Weiterhin werden Sensoren verschiedener Art auf der Basis der Siliziumtechnologie entworfen, hergestellt und untersucht. Das Ziel der Untersuchungen ist es, auf dem Sensorchip bereits eine Vorverarbeitung der Sensorsignale durch Verstärkung, Digitalisierung etc. zu realisieren. Desweiteren werden aktorische Bauelemente auf der Basis der Silizium-Oberflächenmikromechanik hergestellt und untersucht.

Arbeitsgebiet: Molekularstrahl-Epitaxie (MBE) für SiGe/Si-Heterostrukturen

In der Molekularstrahlepitaxie wird eine vertikale Schichtstruktur in Atomlagen aufgebaut. Die Zusammensetzung und Dotierung der Schichten kann daher gezielt mit Nanometerkontrolle variiert werden. Die Schichten können einkristallin und orientiert hergestellt werden bei Temperaturen weit (bis 1000°C) unter dem Schmelzpunkt. Eine SiGe/Si-MBE Anlage für Substratdurchmesser bei 150 mm wurde entworfen, in Zusammenarbeit mit einem Geräte-Hersteller (Leonardo) aufgebaut und getestet. Besonderer Wert wurde dabei auf eine Echtzeitkontrolle des Prozesses durch in situ Beobachtungstechniken gelegt. Die Zusammenarbeit mit weiteren Partnern erfolgte im Rahmen des Forschungsschwerpunkts „Nanoelektronik“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

Arbeitsgebiet: Siliziumkarbid

(Siliziumkarbid, Heteroübergang SiC/Si, Epitaxie, Implantation, Optoelektronik)

Durch Implantation von Kohlenstoff in Silizium und anschließende Temperung wurden dünne Siliziumkarbidsschichten erzeugt. Ferner wurden Siliziumkarbidsschichten auf Siliziumsubstraten durch verschiedene CVD-Verfahren hergestellt. Die Anwendungsmöglichkeiten derartiger Schichten sowie der Heteroübergänge Silizium/Siliziumkarbid für optoelektronische Bauelemente werden untersucht (Schwerpunkt „Photonik“ der Volkswagen-Stiftung).

Arbeitsgebiet: Druck- und Beschleunigungssensoren

(Drucksensor, Beschleunigungssensor, Piezowiderstand, Mikromechanik, Auswerteschaltung)

Es werden hochauflösende piezoresistive Druck- und Beschleunigungssensoren entwickelt und meßtechnisch charakterisiert. Der piezoresistive Effekt, d.h. die Änderung des spezifischen Widerstands unter dem Einfluß einer mechanischen Verformung, ist bei einkristallinem Silizium etwa 50 mal stärker ausgeprägt als bei den heute noch weit verbreiteten metallischen Dehnungsmößstreifen (DMS). Durch die Entwicklung anisotroper Ätzverfahren kann die Siliziumscheibe dreidimensional strukturiert werden, so daß die Wandlung sowie die anschließende Signalaufbereitung monolithisch in einem einzigen Siliziumschaltkreis erfolgen kann. Von besonderer Bedeutung ist dabei, den Einfluß von Schwankungen der Versorgungsspannung und der Umgebungstemperatur möglichst weitgehend zu eliminieren.

Arbeitsgebiet: Pyroelektrische Strahlungssensoren

(Detektor, Wärmestrahlung, Ferroelektrikum)

Die Temperaturabhängigkeit der spontanen Polarisation eines Ferroelektrikums in der Nähe der Curie-Temperatur läßt sich zur Realisierung eines Detektors für Wärmestrahlung nutzen. Wird der ferroelektrische Werkstoff (z.B. P(VDF/TrFE)) auf eine Siliziumscheibe aufgebracht, so kann die temperaturbedingte Ladungsänderung direkt mittels eines FET-Verstärkers ausgelesen werden. Nach diesem Prinzip lassen sich strahlungsempfindliche Detektorzeilen und flächenhafte (zweidimensionale) Infrarot-Bildsensoren herstellen. Die aktuellen Forschungen befassen sich mit der Anpassung von Ferroelektrikum und integrierten Auswerteschaltungen sowie geeigneten dünnen Metallschichten zur breitbandigen Absorption der Wärmestrahlung. Die Arbeiten erfolgen in Zusammenarbeit mit europäischen Partnern (BRITE EURAM Vorhaben).

Institut für Theorie der Elektrotechnik (0412)

Prof. Dr. techn. W. M. Rucker

Der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten des Instituts liegt in der Behandlung von Problemen der elektromagnetischen Feldtheorie aller Art. Dabei geht es neben dem Einsatz der verfügbaren analytischen Methoden vor allem um die Anwendung und Weiterentwicklung numerischer Methoden. Gegenwärtig werden hauptsächlich die Methoden finiter Elemente und finiter Differenzen sowie Randelementmethoden benutzt.

Arbeitsgebiet: Numerische Methoden in der elektromagnetischen Feldtheorie

(Randelementmethode, Methode der Finiten Elemente, numerische Methoden)

Auf der Basis der Randelementmethode (BEM) und der Methode der finiten Elemente (FEM) wurde ein Programmpaket entwickelt, welches beide Methoden vereinigt (BEM-FEM-Kopplung) und besonders zur Lösung elektromagnetischer Probleme auf unendlich ausgedehntem Grundgebiet geeignet ist. Die Klasse der behandelbaren Probleme wird ständig erweitert. Neben linearen, nichtlinearen und hysteresebehafteten statischen Problemen sind Wirbelstromprobleme unter Berücksichtigung bewegter Körper Gegenstand derzeitiger Aktivitäten. Ein aktueller Forschungsschwerpunkt ist die Weiterentwicklung der Algorithmen im Hinblick auf Parallelrechnerarchitekturen (wie z. B. Intel Paragon, Cray T3E). Ziel ist die Bereitstellung von Simulationswerkzeugen zur Bearbeitung komplexer Aufgabenstellungen aus der industriellen Praxis.

Kurz, S., Fetzer, J., Lehner, G.: An improved algorithm for the BEM-FEM-coupling method using domain decomposition, IEEE Transactions on Magnetics, vol. 31, no.3, pp. 1737-1740, May 1995.

Kurz, S., Fetzer, J., Lehner, G.: Threedimensional transient BEM-FEM coupled analysis of electrodynamic levitation problems, IEEE Transactions on Magnetics, vol. 32, no. 3, pp. 1062-1065, May 1996.

Fetzer, J., Kurz, S., Lehner, G.: Comparison between different formulations for the solution of 3D nonlinear magnetostatic problems using BEM-FEM coupling, IEEE Transactions on Magnetics, vol. 32, no. 3, pp. 663-666, May 1996.

Kurz, S., Fetzer, J., Lehner, G., Rucker, W. M.: Die Anwendung der BEM-FEM-Kopplungsmethode zur Behandlung dreidimensionaler nichtlinearer Abschirmungsprobleme niederfrequenter Felder am Beispiel des TEAM Problems 21 .

Arbeitsgebiet: Integralgleichungsverfahren

(Randelemente, Volumenintegralgleichung, Kantenelemente)

Zur numerischen Berechnung dreidimensionaler Magnetfelder werden unterschiedliche Integralgleichungsverfahren untersucht. Neben Potentialansätzen werden auch direkt die Feldgrößen in Formulierungen verwendet. Zur Beschreibung vektorieller Größen auf gekrümmten Oberflächen werden Kantenelemente (Edge – Elemente) höherer Ordnung unter Anwendung der Methode nach Galerkin eingesetzt. Die Behandlung nichtlinearer Feldprobleme erfolgt mit Volumenintegralformulierungen, dabei müssen auch die nichtlinearen Materialbereiche diskretisiert werden. Die effiziente numerische Berechnung der auftretenden singulären Koeffizientenintegrale stellt einen weiteren Gegenstand der Forschung dar.

Huber, C. J., Rieger, W., Haas, M., Rucker, W. M.: The numerical treatment of singular integrals in boundary element calculations, Proceedings of the 7th International IGTE Symposium, Graz, pp. 368-373, September 1996.

Arbeitsgebiet: Direkte und inverse Streuprobleme

(Streuprobleme, Inverse Streuprobleme)

Untersucht wird die numerische Berechnung der elektromagnetischen Streuung an zwei- und dreidimensionalen Objekten. Dabei werden sowohl Randintegralgleichungsverfahren für hoch leitfähige Körper als auch Volumenintegralgleichungsmethoden für inhomogene Medien behandelt. Darüber hinaus werden auch die zu den obigen direkten Problemen in enger Beziehung stehenden inversen Streuprobleme behandelt, bei denen aus bekannter Ursache (einfallende Wellen) und aus bekannter Wirkung (gemessene Streufelder) Rückschlüsse auf den Streukörper gezogen werden. Insbesondere werden Verfahren zur Rekonstruktion der Geometrie hoch leitfähiger Körper sowie zur Bestimmung des inneren Aufbaus (elektrische Materialeigenschaften) eines Mediums implementiert. Dabei wird unter anderem der Einsatz verschiedener Optimierungsalgorithmen zur iterativen Lösung des nichtlinearen inversen Streuproblems untersucht.

Haas, M., Rieger, W., Lehner, G.: Inverse 3D acoustic and electro-magnetic obstacle scattering by adaptive iteration. Conference on inverse problems of wave propagation and diffraction, Aix-les-Bains, September 1996.

Rieger, W., Haas, M., Huber, C. J., Lehner, G., Rucker, W.M.: Reconstruction of inhomogeneous lossy dielectric objects in one dimension. 7th International IGTE Symposium, Graz, pp. 399-404, September 1996.

Institut für Netzwerk- und Systemtheorie (0413)

Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. E. Lüder

Stellvertreter: Dr.-Ing. T. Kallfaß

Neue reflektive, d.h. mit Umgebungslicht arbeitende bistabile oder aktiv angesteuerte Displays, werden für tragbare Systeme der Mobilkommunikation eingesetzt. Displays, in denen Glas durch leichte und flexible Plastik-Substrate ersetzt werden, finden ihre Anwendung bei smart cards oder personal digital assistants (PDAs). Eine neuartige, flache Displays benutzende, brillenlose autostereoskope 3D-Bilddarstellung vermeidet bei Bewegung des Kopfes den sprungartigen Übergang zwischen zwei Ansichten eines Gegenstandes und ist auch für bewegte Bilder geeignet. Die Theorie der Fourier-optischen Signalverarbeitung wurde durch vektorielle, d.h. polarisierte Eingangssignale ergänzt. Als SLMs (spatial light modulators) stehen Displays mit präzisen Luminanz- und Phaseneigenschaften bereit. Ein Array von Dünnschicht-a-Si-Lichtsensoren als Nachbildung einer Retina erhielt eine die Empfindlichkeit, den Dynamikbereich und die Auslesegeschwindigkeit erhöhende Auswerteschaltung. Für die kapazitive Druckmessung wurde mit mikromechanischen Mitteln ein Array von evakuierten Meßdosen hergestellt. Neuentwickelte Mini-Max-Optimierverfahren haben sich bei der Dimensionierung nichtlinearer Schaltkreise, wie der MIM-Ansteuerung (Metall-Isolator-Metall-Elemente) von Displays bewährt. Bei neuronalen Netzen, die als Assoziativspeicher eingesetzt werden, ließen sich die Einzugsgebiete der störenden Nebenzustände (spurious states) verringern. In der digitalen Signalverarbeitung wurde ein Verfahren zum Entwurf parallel arbeitender Prozessoren mit maximaler Ausnutzung der Bauelemente vorgelegt. Für komplexe digitale Multiplizierer ließen sich 14 neue Strukturen mit nur drei reellen Multiplizierern angeben, die z.T. ein verringertes Rundungsrauschen aufweisen.

(1) Flache Flüssigkristall-Bildschirme (FK-Bildschirme)

(Reflektive bistabile und aktiv angesteuerte Displays, Plastiksubstrate, neue Orientierungsschichten)

Reflektive Displays mit minimierter Leistungsaufnahme wurden als bistabile Displays und als solche mit aktiver Ansteuerung durch MIMs oder TFTs (thin film transistors) auf Glas- oder auf Folien-Substraten gebaut. Die bistabilen Varianten verwenden ferroelektrische oder durch Polymere stabilisierte cholesterische Texturen (PSCT). Die aktiv adressierten wurden u.a. mit den polarisationsfreien und deshalb sehr hellen in Polymeren dispergierten Flüssigkristallen (PDLC) kombiniert. Diese eignen sich insbesondere für sehr helle Overheadprojektoren. In dieser Technik wurde auch ein reflektives mit a-Si-TFTs angesteuertes 5" PDLC-Display für die Mobilkommunikation gebaut. Schräg aufgestäubte Orientierungsschichten aus SiO₂ erhöhen Kontrast und Sichtwinkel. Bei den cholesterischen bistabilen Displays stieg dabei der Kontrast um einen Faktor 2 auf 26 : 1; während die FLC-Displays für smart cards ausreichend druckunempfindlich wurden. MIM-adressierte reverse mode PSCT-Displays erreichen TV-Geschwindigkeit. Ein Projektor besitzt ein reflektives Lichtventil. Eine stabile Passivierungsschicht aus BCB eignet sich auch zur Planarisierung. Alle TFT-Displays werden mit dem nur 4 Masken erfordernden Herstellungsprozeß gefertigt.

Sautter, W., Lüder, E., et al.: A reflective MIM-addressed PSCT display suited for video applications, Euro Display '96, Birmingham, Proceedings pp 523-526 (1996).
Huttenmaier, S., Lüder, E., et al.: Design and fabrication of a Sony magic link incorporating an active-matrix PDLC display, SID '96, Proceedings pp. 622-625 (1996).
Fuhrmann, J., Lüder, E., et al.: Improvement of MIM-addressed projection light valves using advanced electronic resins, SID '96, San Diego, Proceedings pp. 603 - 606 (1996).
Schneider, U., Lüder, E., et al.: A 10 in. MIM-PDLC display with improved MIMs for higher voltage, Asia Display '95, Hamamatsu, Proceedings pp. 27-30 (1995).
Klette, R., Lüder, E., et al.: A reflective MIM-addressed PDLC-display with plastic substrates, Asia Display '95, Hamamatsu, Proceedings pp. 919-920 (1995).
Bäuerle, R., Lüder, E., et al.: A Mim-addressed 10 inch VGA-PDLC reflective and transmissive display for direct view and overhead projection, Electronic Information Display EID '95, Esher/UK (1995).
Glück, J., Lüder, E., et al.: Reflective TFT-addressed LC light-valve TV projectors with high light efficiency, SID '95, Orlando, Proceedings pp. 235-238 (1995).
Bunz, R., Lüder, E., et al.: An A4-size reflective PSCT-display, ITG-Konferenz Vakuumelektronik und Displays, Garmisch-Partenkirchen, 1995, Proc. pp. 313-318 (1995).

(2) Ansteuerung von FK-Bildschirmen und von Sensorarrays

(Integrierte Ansteuerung, D/A-Wandlung, Ansteuerung für MIMs, FLCs und Lichtsensoren)

Mit CdSe-TFTs wurden die Ansteuerschaltungen für Zeilen- und Video Signale in Dünnschichttechnik auf dem Rand der Glassubstrate integriert. Die Schaltung ist so leistungsarm wie eine CMOS-Schaltung. Sie benötigt pro Schieberegisterstufe nur 7 TFTs, was die bisher geringste bekannt gewordene Zahl darstellt. Dazu wurde eine neue platzsparende Schaltung für die D/A-Wandlung nach dem Rampenverfahren entwickelt. Alle Schaltungen sind so ausgelegt, daß sie auch sofort für poly-Si-TFTs geeignet sind. Solche TFTs werden z.T. durch Tempern aus a-Si-TFTs erzeugt. Erste Versuche zum Laser-Tempern sind angelaufen. Die Ansteuerung von MIM-adressierten Displays ließ sich so optimieren, daß das Videosignal schon in einer Zeilenadrefzeit den Endwert erreicht. Die Ansteuerung der bistabilen Displays für smart cards kommt mit der niedrigen Spannung von 3,5 V aus, womit CMOS-Technik einsetzbar ist. Die Ausleseschaltung für das Array von Lichtsensoren erreicht nun eine Bildfrequenz von 100 Hz.

Fuhrmann, J., Schaepperle, J., Frohna, M., Lüder, E.: Improving the image quality of MIM-LCDs by compensative addressing, Asia Display '95, Hamamatsu, Proceedings pp 457-460 (1995).
Schleppen, K., Lüder, E.: Integrated drivers on glass, VISU '95, Rennes, Proceedings pp. 59-62 (1995).
Schleppen, K.: Integrierte Ansteuerschaltungen in Dünnschichttechnik für hochauflösende flache Flüssigkristall-Bildschirme, Dissertation Universität Stuttgart (1996).
Kull, S.: Verfahren und Schaltungsanordnung zur Wandlung eines digitalen Datenwortes mit N Bit in einen analogen Spannungswert, Patent erteilt.
Siegordner, J.: Entwicklung von Ansteuerschaltungen, Zwischenbericht zum BMBF-Projekt Optische Systeme mit kleinen flachen Displays zur Projektion und Signalverarbeitung (1995).

(3) 3D-Bilddarstellung und optische Signalverarbeitung

(3D-Bilder, 3D-Kamera, SLMs, Optischer Matrixprozessor, Vektorielle Fourier-Optik)

Bei der autostereoskopischen brillenlosen 3D-Bilddarstellung ließen sich die sprungartigen Bildänderungen bei Bewegung des Betrachters durch Einsatz von Display-Technik unterdrücken. Zwischen zwei verschiedenen Ansichten wurde ein stufenloser Übergang mit elektronischem Helligkeitsausgleich geschaffen. Dies

kann auch mit einer selbstentwickelten, mehrere Ansichten gleichzeitig liefernden 3D-Kamera für Bewegtbilder demonstriert werden. Für die optische Bildverarbeitung wurden Spatiale Lichtmodulatoren (SLMs) als ferroelektrische und als verdreht nematische Displays mit weltweit beachteten Werten von nur 6 Prozent Phasenfehler und als ein reines Phasen-SLM mit einem Winkelbereich von 2° realisiert. Ein optischer Matrixprozessor, der im wesentlichen eine hohe Zahl von analogen Multiplikationen zeitlich parallel mit Lichtgeschwindigkeit erledigt, führt mit Hilfe der Hough-Transformation eine Datenreduktion durch. Die Fourier-optische Signalverarbeitung wurde auf vektorielle, d. h. polarisierte Eingangssignale ausgedehnt, wozu die grundlegenden Beziehungen abgeleitet werden mußten.

Bader, G., Lüder, E., Fuhrmann, J.: An autostereoscopic real-time 3D display system, Euro Display '96, Proc., pp.101-104 (1996).
Maier, G., Lüder, E., Frühauf, N., Bader, G.: 1.3" active matrix liquid crystal spatial light modulator with 508-dpi resolution, Proceedings SPIE, Vol. 2754, pp. 170-179 (1996).
Bürkle, R., Schweikert, K., Lüder, E., Breifelder, S., Reichel, F.: High-performance FLC-display as a spatial light modulator for optical signal processing, Proceedings SPIE, Vol. 2754, pp. 154-165 (1996).
Bader, G.: Ein optischer Matrixprozessor zur Bildvorverarbeitung mit direkter Bildeingabe, Statusseminar im Verbundprojekt Elektronisches Auge, 14. Oktober 1996.
Frühauf, N.: Vektorielle Fourieroptik u. fourieropt. Realisierung zellulärer neuronaler Netzwerke, Dissertation Stuttgart (1996).

(4) Sensor Arrays

(a-Si-Lichtsensoren, integrierte Schaltungen, Niedertemperaturprozesse, Drucksensoren)

Als eine erste Nachbildung einer Retina wurde ein Array von Lichtsensoren aus mit PECVD hergestelltem a-Si mit 96 x 128 Pixeln auf einem 3 x 4 cm² großen Glassubstrat entwickelt. Mit einer in jedem Pixel integrierten Schaltung mit zwei TFTs läßt sich die Empfindlichkeit auf 1,8 V / W/m² und der Dynamikbereich auf 100 dB erweitern. Als hochohmige Widerstände wurde aufgedampftes Ge verwendet. Die Arrays sollen auch auf Folien erzeugt werden, welche sich zu einem Rundsichtauge biegen lassen. Hierfür wurden für die notwendigen Bauelemente Niedertemperaturprozesse erarbeitet, da Folien nur bis 150 °C belastbar sind. Insbesondere ist es gelungen, a-Si-TFTs mit PECVD bei 150 °C herzustellen. Sie wiesen eine Beweglichkeit von immer noch 0,4 cm²/Vs statt von 0,8 cm²/Vs bei 250 °C-Prozessen auf. Mit mikromechanischen Mitteln und SiO₂ als Opferschicht wurde ein Array von 10 x 10 kapazitiven Drucksensoren mit evakuierten Meßdosen von 120 µm Durchmesser entwickelt.

Horst, D., Lüder, E., Habibi, M., Kallfass, T., Siegordner, J.: An array of TFT-addressed light sensors to detect greyscale and colours, Sensors & Actuators: A. Physical, Vol. 47 pp. 453-455 (1995).
Horst, D., Scherr, H., Lüder, E.: Increasing the dynamic range of an array of light sensors using a new thin-film circuit, IS&T/SPIE's Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology, San Jose, California (1996).
Habibi, M., Lüder, E., Horst, D., Kallfass, T.: A surface micromachined capacitive absolute pressure sensor array on a glass substrate, Sensors & Actuators: A. Physical, Vol. 46, pp. 125-128 (1995).
Habibi, M.: Ein überlastsicheres, mit Mikromechanik hergestelltes Array von Absolutdrucksensoren und ein Differenzdrucksensor mit optimierter Fertigungsausbeute, Dissertation Universität Stuttgart (1995).

(5) Optimierungsverfahren und digitale Signalverarbeitung

(Nichtlineare Differentialgleichungen, Assoziative Speicher, Dig. Multiplizierer und Signalprozessoren)

Mit Mini-Max-Verfahren werden nichtlineare Differentialgleichungen mit minimiertem Fehler gelöst; als Beispiele wurde das Impulsverhalten von Systemen mit nichtlinearen Filtern verbessert und das Einzugsgebiet von störenden Nebenzuständen bei assoziativen Speichern minimiert. Damit wird die Wahrscheinlichkeit, bei gestörten Bildern mit dem Speicher das richtige Bild wiederzugewinnen, beträchtlich erhöht. Außerdem ließ sich die Ansteuerschaltung von MIM-adressierten Displays beschleunigen. Für die digitale Multiplikation mit einem komplexen Faktor hat die lineare Schaltungstransformation 14 neue Strukturen mit nur drei reellen Multiplizierern erbracht, die zum Teil geringere Rundungsfehler aufweisen. Ein Verfahren zum Entwurf parallel arbeitender Signalprozessoren erlaubt es, die Verarbeitungsgeschwindigkeit und den Ausnutzungsgrad der Bauelemente zu optimieren. Mit rekonfigurierbaren Gate-Arrays wurden ein fine-grain-Prozessor mit maximaler Geschwindigkeit und ein aufwandsarmer Prozessor mit Block-Gleitkommaarithmetik aufgebaut.

Schaepperle, J., Lüder, E.: Verbesserung des Impulsverhaltens zeitkontinuierlicher Systeme mit zeitdiskreter Ansteuerung durch nichtlineare Filter, Tagungsbd.z 2.ITG Diskussionsitzg. Neue Anwendungen theoret. Konzepte in d. Elektrotechnik, Berlin(1995).
Zimmermann, S.: Ein Beitrag zu Entwurf und Realisierung paralleler digitaler Signalprozessoren, Dissertation Stuttgart (1996).
Wenzler, A., Lüder, E.: New structures for complex multipliers and their noise analysis, ISCAS '95, Seattle (1995).
Ott, P., Lüder, E.: Mean-field theory of the three-level associative memory and its synthesis, Proceedings IEEE International Conference on neural networks, Perth, Australia (1995).
Ott, P., Lüder, E.: Compact optical processor for Hough and frequency domain features, Proc. SPIE, Vol. 3848, pp. 39-50 (1996).