

# INSTITUT FÜR GRUNDLAGEN DER ELEKTROTECHNIK UND ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67-18868, Fax +49 (0)391 67-11236  
iget@uni-magdeburg.de

## 1. Leitung

Prof. Dr.-Ing. Marco Leone (geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr.-Ing. Ralf Vick  
Dr.-Ing. Heinz-Peter Scheibe

## 2. Hochschullehrer

Prof. Dr.-Ing. Marco Leone  
Prof. Dr.-Ing. Ralf Vick

## 3. Forschungsprofil

### **Elektromagnetische Analyse komplexer elektronischer Systeme** (Prof. Dr.-Ing. Marco Leone)

Lehrstuhl Theoretische Elektrotechnik

#### *Allgemeine Forschungsrichtung:*

Weiterentwicklung der Mittel und Methoden der Theoretischen Elektrotechnik zur Modellbildung, Simulation und Analyse des elektromagnetischen Verhaltens von elektronischen Komponenten und Systemen bei hohen Frequenzen und schnellen Transienten.

#### *Forschungsschwerpunkte:*

- Analyse und Simulation der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) von Aufbau- und Verbindungsstrukturen, wie z.B. Ein- und Ausstrahlungsphänomene, sowie funktionale Aspekte (Signalintegrität, innere EMV)
- Weiterentwicklung der Methode der partiellen Elemente (PEEC): Stabilitätsaspekte, Modellreduktionsverfahren
- Integration von Rechenverfahren auf unterschiedlichen Beschreibungsebenen für die praktische Simulation komplexer Systeme Nichtlinearitäten in elektromagnetischen Feldern und Netzwerke
- Innovative technische und technologische Nutzung elektromagnetischer Phänomene

### **Elektromagnetische Verträglichkeit und elektromagnetische Wechselwirkung von Systemen**

(Prof. Dr.-Ing. Ralf Vick), Lehrstuhl Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

#### *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) komplexer technischer Systeme*

- Analyse und Modellierung der Einkopplung elektromagnetischer Felder in Systeme und Verkabelung
- Modellierung der Verkopplung im System
- Elektromagnetische Topologie: Überführung komplexer Systeme in Netzwerkstrukturen, EMV-Messungen an komplexen technischen Systemen
- Analyse von Leitungsstrukturen bei Anregung mit schnellen Transienten und sehr hochfrequenten elektromagnetischen Feldern

#### *EMV-Testumgebungen*

- Grenzen und Möglichkeiten des Einsatzes von Modenverwirbelungskammern (MVK)
- Stochastische Einkopplung in Leitungsstrukturen
- Anforderungen an Messungen oberhalb von 1 GHz
- Vergleich von MVK mit Absorberhallen und GTEM-Zellen

### *Entwicklung neuer EMV-Mess- und Prüfverfahren*

- In situ Messverfahren für große Prüflinge
- Geräteüberwachung bei EMV-Messungen
- Stochastische Modellierung und Prüfung der EMV

## **4. Forschungsprojekte**

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Marco Leone

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. (FH) Matthias Friedrich

**Förderer:** Haushalt; 15.10.2008 - 14.10.2011

### **EMV-Analyse und Modellierung elektronischer Verbindungsstrukturen**

Angesichts zunehmender Verarbeitungsgeschwindigkeiten in elektronischen Systemen sind notwendige Verbindungsstrukturen zwischen Modulen, Kühlkörper, etc. häufig Ursache für Signalbeeinträchtigungen und unerwünschter elektromagnetische Strahlung. Zur Beschreibung des EMV-Verhaltens typischer Verbindungsstrukturen sollen geeignete Modelle entwickelt werden.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Marco Leone

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Sven Thamm

**Förderer:** DFG; 01.05.2008 - 30.04.2011

### **Hierarchische Makromodellierung für die EMV-Simulation in der Leistungselektronik**

Der technische Fortschritt in der Leistungselektronik ist geprägt von steigenden Schaltfrequenzen, Flankensteilheiten der Ströme und Spannungen und zunehmenden Packungsdichten. Gleichzeitig aber ist die Gewährleistung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) hinsichtlich der CE-Zertifizierung für den Betrieb und die Vermarktung eines elektronischen Systems erforderlich. Das Schaltungsdesign und die EMV-Analyse sind als Teil der Produktentwicklung rechnergestützt und finden bei immer höheren Frequenzen statt. Dazu durchgeführte Computersimulationen erfordern aber nicht nur exakte Modelle für die passive Verbindungsstruktur einer Schaltung, sondern nunmehr genauere und effiziente Modelle der Halbleiterbauelemente.

Durch Anwendung einer hierarchisch strukturierten, auf Makromodellen aufbauenden Modellierung, sollen genaue Simulationsmodelle von Halbleitern und komplexen leistungselektronischen Baugruppen entwickelt werden, die zudem auch parasitäre Effekte wie die Streuadmittanz zur Kühlkörperfläche nachbilden. Die den Makromodellen inhärenten Eigenschaften wie ausreichende Genauigkeit bei geringer Komplexität, Flexibilität usw. kommen dabei zu tragen. Dadurch wird eine EMV-gerechte Schaltungsentwicklung bzw. Analyse mit sinnvollem Rechen- und Zeitaufwand überhaupt erst möglich.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Marco Leone

**Projektbearbeiter:** Dr. Scheibe, Heinz-Peter; Bartels, Guido

**Förderer:** DFG; 15.06.2009 - 14.06.2010

### **Modellierung und Analyse des Magnetimpulsschweißens mit dem Ziel der Prozessparameteroptimierung**

wird der Einfluss der geometrischen und elektrotechnischen Prozessparameter sowie der Einfluss des Werkstoffes auf die Schweißnahtgüte untersucht und eine Optimierung der Schweißnahtgüte durch Anpassung der Prozessparameter durchgeführt. Ergänzend wird das FE-Modell weiterentwickelt, um die Modellierung zu optimieren.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Marco Leone

**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing. W. Schätzing, Dipl.Ing. G. Bartels

**Kooperationen:** TU Berlin -Inst. f. Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb

**Förderer:** DFG; 01.04.2007 - 31.03.2009

### **Modellierung und Analyse des Magnetimpulsschweißens mit dem Ziel der Prozessparameteroptimierung**

Das Magnetimpulsschweißen stellt für eine Vielzahl von Anwendungen eine fertigungstechnische Alternative für das Fügen dar. Dabei wird ein Werkstück unter Anwendung von Wirkenergie derart beschleunigt, dass bei der

anschließenden Kollision mit dem fügepartner eine stoffschlüssige Verbindung auch ohne zusätzliche Wärmezufuhr realisiert wird. Im Gegensatz zum Schmelzschiessen können auch unterschiedliche metallische Werkstoffe wie Aluminium mit Stahl oder Kupfer mit Messing miteinander verschweißt werden

Mit dem Ziel der Prozessparameteroptimierung wird während des Forschungsvorhabens das Magnetimpulsschweißen modelliert und analysiert. Dazu wird der Einfluss der geometrischen und elektrotechnischen Prozessparameter sowie des Werkstoffes auf die Schweißgüte untersucht und eine Optimierung der Schweißgüte durch Anpassung der Prozessparameter durchgeführt. Mit Hilfe der Finite Elemente Methode wird erstmals ein Simulationsmodell zur Bestimmung der Prozessparameter beim Magnetimpulsschweißen geschaffen

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Marco Leone

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Oliver Kröning

**Förderer:** Haushalt; 01.04.2007 - 31.03.2010

**Nahfeld-Immunitätsprüfung auf Leiterplatten- und IC-Ebene**

Niedrige Signalpegel und Versorgungsspannungen in Kombination mit zunehmender Integration und steigenden Verarbeitungsgeschwindigkeiten sind für die elektromagnetische Störfähigkeit elektronischer Systeme verantwortlich. Bei herkömmlichen Störfähigkeitsuntersuchungen wird das Testobjekt dem Fernfeld einer Antenne ausgesetzt oder innerhalb einer TEM-Zelle untersucht. Bei Auftreten von Störungen kann allerdings die Identifikation der verantwortlichen Koppelpfade bzw. die Lokalisierung der empfindlichen Bereiche sich oft als nicht einfach erweisen, was die Behebung der Ursachen erschweren kann. Als mögliche Alternative oder Ergänzung zu den üblichen Testverfahren bietet sich eine Nahfeld-Immunitätsprüfung an, bei der mittels einer kleinen Feldsonde ganze Baugruppen bis hin zu einzelnen integrierten Schaltkreisen (ICs) untersucht werden können. Ein automatisierter Messplatz mit einem Scanner zur Führung der Feldsonde bietet dabei die Möglichkeit, die Leiterplattenoberfläche millimetergenau zu prüfen. Ein zusätzlicher Vorteil des Verfahrens ist, dass mit relativ geringen Signalleistungen hohe Feldstärken erzeugt werden können. Um systematische Untersuchungen auf quantitativer Basis durchführen zu können, ist eine Kalibrierung des Meßsystems hinsichtlich der erzeugten frequenzabhängigen Feldamplituden unumgänglich. Speziell die HF-Modellierung der Sonden und des Einkoppelvorganges bzw. die selektive Analyse von E- und H-Feldbeeinflussung mit entsprechenden Feldsonden an ausgewählten Testobjekten sind Gegenstand des Forschungsprojektes.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Marco Leone

**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Hans-Peter Schulze

**Kooperationen:** Oel-Held Stuttgart

**Förderer:** Industrie; 01.12.2008 - 30.11.2009

**Einfluss der elektrischen Leitfähigkeit auf das Durchbruchverhalten von Kohlenwasserstoffen beim funkenerosiven Bearbeitungsprozess**

ufbau spezieller Messzellen zur Analyse des Durchbruchverhaltens von Kohlenwasserstoffen bei Spaltweiten von 5 bis 100 µm. Neben der Analyse der Strom- und Spannungsverläufe von Einzelentladungen und Entladungsfolgen werden Hochgeschwindigkeitsaufnahmen (Belichtungsdauern < 100 ns) vorgenommen, die Rückschlüsse auf die Entstehung und Ausbreitung des Plasmakanals und der Gasblase einer Funkenentladung zu lassen. Im Speziellen wird das Basis-Dielektrikum mit ausgewählten Additiven versetzt, um das Durchbruchverhalten für Folgeentladungen zu verbessern.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Marco Leone

**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Hans-Peter Schulze

**Kooperationen:** Glasgow Caledonian University (Dr. De Silva), Institute of Advanced Manufacturing Technology, Cracow, Poland - Prof. Adam Ruszaj, Oel-Held Stuttgart

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2007 - 31.12.2011

**Elektrische Entladungen in flüssigen Arbeitsmedien**

Analyse elektrischer Entladungen in Arbeitsspalten kleiner 100 µm mit flüssigen Arbeitsmedien. Untersuchung spezieller Zündmechanismen durch Variation der Arbeitsflüssigkeit und von Additiven.

Messung kurzzeitphysikalischer Effekte zur Beschreibung der Zündmechanismen, Modellbildung und Simulation des elektrischen Durchschlags bei verschiedenen Spaltkonditionen mit ANSYS, ANSYS-Simulation thermisch beeinflusster Zonen.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Marco Leone

**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Hans-Peter Schulze, Dipl.-Ing. Dirk Borkenhagen, Dipl.-Ing. Stephan Burkert

**Kooperationen:** Cracow University of Technology - Dr. Krzysztof Karbowski, ECMTEC GmbH Holzgerlingen - Dipl.-Ing. Thomas Gmelin, Institute of Advanced Manufacturing Technology, Cracow, Poland - Prof. Adam Ruszaj, MARCOSTA Tarnow and POLSPECIAL Krakow, Warsaw University of Technology - Prof. Jerzy Kozak, Zimmer+Kreim GmbH Brensbach - Dr. Roland Ruppel, Dipl.-Ing. Philipp Weiß

**Förderer:** EU - Forschungsrahmenprogramm; 01.12.2006 - 30.11.2009

**Verbundprojekt: Untersuchungen zur Effizienzerhöhung der  $\mu$ -PECM auf Mikrostrukturen (ERANET-REMM) - Teilvorhaben: Entwicklung der Prozessenergiequelle**

Für die Micro System Technology (MST) steigt die Anzahl der Anwendungen, die eine Bearbeitung mit hoher Präzision und kleinen Abmessungen verlangt. Die Elektrochemische Bearbeitung (ECM) entwickelte sich in den letzten Jahren, insbesondere die gepulste ECM-Technologie (PECM). Im Projekt werden die zwei Techniken der PECM (konventionelle gepulste ECM) und die  $\mu$ -PECM (Wirkung der Doppelschichtumladung) darauf hin untersucht, auch bei Mikrodetaillbearbeitungen eine hohe Effizienz und Präzision zu erreichen. Das Arbeitsgebiet umfasst dabei die Prozessenergiequellen, die Prozesssteuerungen, die Halterungs- und Führungssysteme, die Elektrolyte und die Anbindung An CAD/CAM.

---

**Projektleiter:** Prof. i. R. Jürgen Nitsch

**Projektbearbeiter:** Prof. Dr. J. Nitsch

**Kooperationen:** Daimler Chrysler Sindelfingen, Diehl Röthenbach, VW Wolfsburg

**Förderer:** Industrie; 01.01.2006 - 30.09.2009

**Analyse der Einkopplung elektromagnetischer Felder in Kraftfahrzeuge und Auswirkungen auf das Betriebsverhalten**

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wird die Einkopplung externer elektro-magnetischer Felder in Kraftfahrzeuge untersucht. Verschiedene Modelle dieser komplexen technischen Systeme stehen dem Institut zur Verfügung. Wenn man die Wirkung elektromagnetischer Wellen im Fahrzeuginnern betrachten möchte, eignet sich dafür die Messung von Transferfunktionen. Als Messgröße eignen sich z.B. die elektrische und magnetische Feldstärke oder die Stromstärke in Kabeln bzw. auf dem Kabelschirm. Diese Größen sind abhängig von der Frequenz, Amplitude und Polarisation des einwirkenden Feldes. So können bei Messungen im Frequenzbereich Resonanzen auf den Leitungen im Fahrzeuginnern identifiziert werden, bei denen angeschlossene Systemkomponenten (Steuergeräte, Sensoren, Aktoren) besonders stark angeregt werden. Es wird untersucht, welche Parameter die Lage dieser Resonanzen im Frequenzspektrum maßgeblich beeinflussen.

---

**Projektleiter:** Prof. i. R. Jürgen Nitsch

**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing. W. Weinert

**Kooperationen:** Helmut Schmidt-Universität Hamburg, Institut für Automatisierungstechnik - Prof. Dr. K. Krüger, TU Braunschweig - Prof. Enders, Universität Dortmund, Lehrstuhl für Hochspannungstechnik und EMV - Prof. Dr. D. Peier, Wehrtechnische Dienststelle für Informationstechnologie und Elektrotechnik, Greding

**Förderer:** Bund; 01.05.2006 - 31.10.2009

**Einkopplung in Linearstrukturen und generische Körper in Modenverwirbelungskammern**

Ziel der Untersuchungen ist es, die Koppelmechanismen von statistischen Feldern auf einfache Verbindungsstrukturen und generische Gehäusemodelle mit Aperturen experimentell zu untersuchen und theoretisch zu beschreiben. Bei der experimentellen Untersuchung steht die Herausarbeitung von Unterschieden und Gemeinsamkeiten im Vergleich zur Beaufschlagung mit ebenen Wellen im Vordergrund. Die theoretische Beschreibung beinhaltet numerische Simulationstools z.B. zur Berechnung der Statistik von Portspannungen und wenn möglich die Entwicklung analytischer Modelle hierzu.

**Projektleiter:** Prof. i. R. Jürgen Nitsch  
**Projektbearbeiter:** Dr. rer. nat. Sergey Tkachenko  
**Kooperationen:** Clemson UNiversity, USA, Prof. Dr. F. Tesche, EPFL, Switzerland, Prof. Dr. Rachidi, Physical-Technical University Krakow, Ukraine, Prof. Dr. I. Magda, Technical Universtiy St. Petersburg, Russland, Prof. Dr. N. Korovkin, University of New Mexico, Albuquerque, USA, Prof. Dr. C. Baum, University of Split, Kroatien, Prof. Dr. D. Poljak  
**Förderer:** DFG; 01.03.2008 - 28.02.2011

**Elektromagnetische Kopplung hochfrequenter Felder an Antennen, Übertragungsleitungen und andere Streuer innerhalb von Resonatoren verschiedenartiger Geometrien**

Im Rahmen diese Projektes soll die elektromagnetische Kopplung hochfrequenter elektromagnetischer Felder an Antennen, Übertragungsleitungen und andere Streuer innerhalb von Resonatoren verschiedenartiger Geometrien untersucht werden. Spetielle Beispiele dieser Problemklasse innerhalb der Elektromagnetischen Verträglichkeit sind (i) die Modellierung von Strömen und Spannungen auf elektrischen und elektronischen Komponenten innerhalb von Computergehäusen, Flugzeugen, Autos oder Satelliten, welche durch von außen eindringende externe Felder angeregt werden können, (ii) die Berechnung gegenseitiger Kopplungen dieser Komponenten zur Sicherstellung der inneren Elektromagnetischen Verträglichkeit und (iii) die theoretische Analyse von Modenverwirbelungskammern, welche das Studium der statistischen Verteilung elektromagnetischer Moden und der Korrelation zu anderen Testumgebungen einschließt. Während der Projektarbeit sollen die bereits entwickelten analytischen und analytisch-numerischen Methoden für sowohl elektrisch kleine als auch dünne und nichtlineare belastete Antennen und Übergangsleitungen innerhalb von Resonatoren verwendet werden. Darüber hinaus ist geplant, die so genannte Superleitungstheorie (endlich: Full-Wave Transmission Line Theory or Supertransmission Line Thoery) auf Übertragungsleitungen innerhalb von Resonatoren zu verallgemeinern.

---

**Projektleiter:** Dr.-Ing. Hans-Peter Schulze  
**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing., Dipl.-Phys. Hans-Peter Schulze  
**Kooperationen:** ECMTEC GmbH Holzgerligen - Dipl.-Ing. Thomas Gmelin, Oel-Held Stuttgart, Warsaw University of Technology - Prof. Jerzy Kozak  
**Förderer:** Sonstige; 01.12.2009 - 01.01.2013

**Analyse von Strom-Spannungs-Charakteristiken in Elektrolyten bei Spaltweiten kleiner 20 µm**

Mittels eines entwickelten Messsystems (Schrittweite 25 nm) werden verschiedene Elektrolyte auf ihre Strom-Spannungs-Charakteristik untersucht. Mit der Cyclovoltogramme werden wichtige Kennwerte für die PECMM (Pulsed ElectroChemical MicroMachining) bestimmt und als Steuerparameter charakterisiert.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Ralf Vick  
**Projektbearbeiter:** DI A.L. Salas Gómez, DI M. Magdowski  
**Kooperationen:** VW Wolfsburg  
**Förderer:** Industrie; 01.03.2009 - 30.06.2009

**Abschaltimpulse von Kleinmotoren in Kraftfahrzeugen**

Zahlreiche Komfortmerkmale in modernen Mittel- und Oberklassefahrzeugen basieren auf Gleichstrommotoren, die oftmals mit elektromechanischen Relais geschaltet werden. Aus Sicht der EMV sind transiente Spannungsimpulse problematisch, die beim Abschalten von Gleichstrommotoren entstehen, da diese in andere Komponenten einkoppeln können. Neben dem Gleichstrom-motor beeinflussen auch das Schaltrelais und ein eventueller Entstörkondensator den resultierenden Impuls. Damit diese Störphänomene bereits während des Entwicklungsprozesses berücksichtigt werden können, sind Modelle notwendig, mit denen sich die resultierenden Impulse abschätzen lassen. Zu diesem Zweck wurde ein SPICE- Modell zur Simulation der zu erwartenden Spannungsimpulse erstellt, welches den Motor und das Schaltrelais als Teilmodelle berücksichtigt. Die Modellparameter wurden aus Herstellerangaben und empirisch ermittelten Daten des realen Motors generiert. Unterschiedliche Lastzustände des Motors können bei der Simulation berücksichtigt werden. Die Simulationsdaten wurden messtechnisch verifiziert.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Ralf Vick  
**Projektbearbeiter:** DI A.L. Salas Gómez, DI M. Magdowski  
**Kooperationen:** Bundesnetzagentur  
**Förderer:** Haushalt; 01.10.2008 - 31.05.2010

**Analyse des Einflusses von Unsymmetrien auf das Abstrahlverhalten von symmetrischen Leitungen**

An Prüflinge angeschlossene Leitungen können bei hohen Frequenzen als Antenne wirken. Die Anregung hängt wesentlich von der Art des Leitungsanschlusses ab. Bei Frequenzen oberhalb von einem GHz ist zu klären, welchen Unterschied die symmetrische bzw. eine Speisung der Leitung hat. Es ist zu analysieren, wie sich bei symmetrisch betriebenen Leitungen eine Modenumwandlung eines symmetrischen Signals in ein asymmetrisches Signal entlang der Leitung auf die Störaussendung auswirkt.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Ralf Vick  
**Projektbearbeiter:** Dipl. Ing. S. Schulze  
**Kooperationen:** Forschungsvereinigung Antriebstechnik  
**Förderer:** Sonstige; 01.06.2008 - 31.05.2010

**Bewertung und Qualifizierung der Werkzeuge und Methoden zur Erreichung von Elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) für Elektrische Antriebssysteme**

Gemäß EMV-Gesetz muss heute jeder Hersteller eines elektrischen/elektronischen Geräts die Konformität seines Produktes mit den essentiellen Anforderungen des EMV-Gesetzes erklären. Durch die engere Nachbarschaft von Leistungselektronik und Signalelektronik bei geregelten Antriebssystemen steigt der EMV-Aufwand. Für jede Phase der Produktentwicklung sollten daher Analysen zur Erreichung der EMV in einer dem jeweiligen Wissensstand angepassten Tiefe durchgeführt werden. Im Rahmen des Forschungsprojektes sind die möglichen Analysewerkzeuge auf ihre Brauchbarkeit und ihre bevorzugten Einsatzbereiche zu untersuchen und die Grenzen und Möglichkeiten der Werkzeuge zu beschreiben. Alternative Verfahrensmethoden für die numerische Analyse des elektromagnetischen Verhaltens geregelter Elektroantriebe werden analysiert und beschrieben. Das erlangte Wissen wird den beteiligten Firmen verfügbar gemacht.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Ralf Vick  
**Projektbearbeiter:** Dr H.-J. Scheibe, Dipl.-Ing. S. Schulze, Dipl.-Phys. J. Petzold  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.04.2008 - 31.12.2009

**Einfluss stochastischer Parametervariationen von Übertragungsstrukturen in komplexen Systemen**

Verbindungsstrukturen in komplexen technischen Systemen unterliegen in Ihren Eigenschaften statistischen Schwankungen z.B. bedingt durch Produktionstoleranzen. Ziel des Projektes ist es, Verfahren zur Beurteilung des Einflusses dieser Schwankungen auf das Verhalten elektrischer Größen zu bestimmen. Dafür ist die Behandlung der Übertragungsstruktur als ungleichförmige Leitung notwendig. Hierfür müssen Methoden zur Bestimmung der ungleichförmigen Leitungsparameter sowie die Lösung der daraus resultierenden Matrix-Differentialgleichung entwickelt werden. Auf der Basis dieser deterministischen Verfahren sind Modelle für die eine stochastische Analyse zu entwickeln. Die entwickelten Modelle und Verfahren sind messtechnisch an Beispielanordnungen zu validieren.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Ralf Vick  
**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Mathias Magdowski  
**Kooperationen:** TU Dresden - Prof. Dr. rer. nat. habil. Hans Georg Krauthäuser  
**Förderer:** Haushalt; 01.10.2008 - 30.09.2011

**Einkoppelphänomene von stochastischen Feldern in Leitungsstrukturen**

Modenverwirbelungskammern werden zunehmend als alternative Testumgebungen für gestrahlte Störfestigkeitsuntersuchungen innerhalb der elektromagnetischen Verträglichkeit diskutiert. Entscheidend für die erfolgreiche weitere Anwendung ist ein tieferes Verständnis der Einkoppelmechanismen des statistisch homogenen und isotropen Feldes in komplexe Systeme. Da Leitungsstrukturen häufig einige wichtige Einkoppelstelle darstellen, sollen in einem ersten Schritt Einkoppelphänomene von stochastischen Feldern in einfache Leitungsstrukturen untersucht werden. In einem zweiten Schritt soll die Theorie auf ungleichförmige Mehrfachleitungen zur Betrachtung der Einkopplung in komplexe Systeme erweitert werden. Alle analytischen und numerischen Ergebnisse sollen mit experimentellen Daten validiert werden.

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Ralf Vick  
**Projektbearbeiter:** Dipl.-Phys.J. Petzold  
**Kooperationen:** hagenuk KMT Kabelmeßtechnik GmbH  
**Förderer:** BMWi/AIF; 09.12.2009 - 30.06.2011

#### **EMV und Messwertinterpretation im Umfeld der Hochspannung / Leistungselektronik**

Es werden die Grundlagen zur Entwicklung eines leistungs-fähigen, modularen und effizienten Prüf- und Fehlerortungssystems für Seekabel und Energie-kabel großer Länge, wie sie z.B. für den Einsatz bei Offshore-Windparks mit HGÜ benötigt werden, entwickelt. Dabei steht die Entwicklung von Modellen zur Simulation der elektromagnetischen Verkopplung im Prüfsystem und die theoretische Beschreibung der Ausbreitungsvorgänge von Mess- und Störsignalen unter Berücksichtigung der Mehrfachreflexionen in vermaschten Kabelnetzen im Focus des Projektes.

## **5. Veröffentlichungen**

### ***Originalartikel in begutachteten internationalen Zeitschriften***

#### **Magdowski, Mathias; Hill, David A.**

Corrections to "boundary fields in reverberation chambers"

In: Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE transactions on electromagnetic compatibility. - New York, NY:

Inst., Bd. 51.2009, 2, S. 420-421; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,083]

#### **Stumpf, M. ; Leone, Marco**

Efficient 2-d integral equation approach for the analysis of power bus structures with arbitrary shape

In: Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE transactions on electromagnetic compatibility. - New York, NY:

Inst., Bd. 51.2009, 1, S. 38-45; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,083]

### ***Originalartikel in begutachteten nationalen Zeitschriften***

#### **Schulze, Hans-Peter**

Comparison between gas bubble life duration at classic and ultrasonic aided EDM finishing

In: Academic journal of manufacturing engineering. - Timi,soara: Ed. Politehnica, Bd. 7.2009, S. 63-68

[ICAMat 2009; (Cluj-Napoca, Romania): 2009.10.08-10]

### ***Originalartikel in begutachteten zeitschriftenartigen Reihen***

#### **Nitsch, Jürgen; Tkachenko, Sergey**

Full-wave transmission line theory for thick cylindrical wires

In: ISTET <15, 2009, Lübeck>: ISTET 2009. - Berlin [u.a.]: VDE-Verl., ISBN 978-3-8007-3166-4, S. 10-14; ITG-Fachbericht; 217, CD-ROM

Kongress: ISTET 2009; 15 (Lübeck): 2009.06.22-24

#### **Nitsch, Jürgen; Tkachenko, Sergey**

Physical interpretation of the parameters in the full-wave transmission line theory

In: ISTET <15, 2009, Lübeck>: ISTET 2009. - Berlin [u.a.]: VDE-Verl., ISBN 978-3-8007-3166-4, S. 30-34; ITG-Fachbericht; 217, CD-ROM

Kongress: ISTET 2009; 15 (Lübeck): 2009.06.22-24

#### **Nitsch, Jürgen; Tkachenko, Sergey; Rachidi, Farhad**

Generalization of the full-wave transmission line theory for loaded lines with distributed excitation

In: PIERS 2009 Beijing. - Cambridge, Mass. : The Electromagnetics Academy, ISBN 978-1-934142-08-0, S. 830-831

Kongress: PIERS 2009; (Beijing): 2009.03.23-27

## **Wissenschaftliche Monografien**

### **Gonschorek, Karl-Heinz; Vick, Ralf**

Electromagnetic compatibility for device design and system integration. - Heidelberg [u.a.]: Springer; X, 470 S: graph. Darst.; 235 mm x 155 mm, ISBN 978-3-642-03289-9, 2009  
[Literaturverz. S. [461] - 465]

### **Schätzing, Wolfgang; Schliesch, Thomas; Müller, Günter**

FEM für Praktiker Bd. 4: Elektrotechnik - Basiswissen und Arbeitsbeispiele zu FEM-Anwendungen in der Elektrotechnik; Lösungen mit dem Programm ANSYS® Rev. 12; mit zahlreichen Beispielen auf CD-ROM. - Edition expertsoft; 60; Renningen-Malmsheim: Expert-Verl.; 454 S.: Ill., graph. Darst., ISBN 978-3-8169-2841-6, 2009

## **Buchbeiträge**

### **Schulze, Hans-Peter; Skoczypiec, Sebastian; Burkert, Stefan; Gmelin, Thomas; Ruszaj, Adam; Leone, Marco**

Adapted process energy sources for the pulsed ElectroChemical MicroMachining (PECMM)  
In: International Symposium on ElectroChemical Machining Technology, INSECT 2009. - Stuttgart: Fraunhofer Verl., ISBN 978-3-8396-0076-4, S. 101-107; Applied electrochemistry in material science  
Kongress: INSECT; (Dresden): 2009.10.26-27

### **Stumpf, M. ; Kröning, Oliver; Leone, Marco**

Power-bus modeling using 2d-integral-equation formulation  
In: Proceedings of the 20th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, EMC-Zurich 2009. - Zürich, ISBN 978-3-9523286-6-8, S. 189-192  
Kongress: EMC Zurich 2009; 20 (Zurich): 2009.01.12-16

### **Thamm, Sven; Leone, Marco**

Modeling a Power MOSFET for EMC analysis  
In: ISTET <15, 2009, Lübeck>; ISTET 2009. - Berlin [u.a.]: VDE-Verl., ISBN 978-3-8007-3166-4, S. 366-369  
Kongress: ISTET 2009; 15 (Lübeck): 2009.06.22-24

## **Artikel in Kongressbänden**

### **Al-Hamid, Moawia; Schulze, Steffen**

Simulation of the temperature distribution of an inducting coil on a metallic body  
In: 8th International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Ecology. - Saint Petersburg, S. 263-265, 2009  
Kongress: EMC; 8 (St. Petersburg): 2009.06.16-19  
[Auch auf CD-ROM erschienen]

### **Bartels, Guido; Schätzing, Wolfgang; Scheibe, Heinz-Peter; Leone, Marco**

Comparison of two different simulation algorithms for the electromagnetic tube compression  
In: Proceedings of the 12th International ESAFORM Conference on Material Forming, ESAFORM 2009. - Enschede, insges. 4 S.  
Kongress: ESAFORM; 12 (Enschede): 2009.04.27-29

### **Kröning, Oliver; Leone, Marco**

Nahfeld-Immunitätsprüfung auf Leiterplatten- und IC-Ebene  
In: Symposium EME 2009 "Elektromagnetische Effekte". - Mannheim: BAKWVT, insges. 17 S.

### **Leseigneur, Christelle; Kröning, Oliver; Fernandez Lopez, P. ; Baudry, D. ; Louis, A. ; Leone, Marco**

Analysis of transmission line coupling with a near-field excitation  
In: 7th International Workshop on Electromagnetic Compatibility of Integrated Circuits, EMC Compo 2009. - Toulouse,



insges. 5 S.

Kongress: EMC Compo Workshop; 7 (Toulouse): 2009.11.17-10

**Magdowski, Mathias; Tkachenko, Sergey; Vick, Ralf**

Simulation of the stochastic electromagnetic field coupling to a transmission line using a monte-carlo method

In: 2009 ESA Workshop on Aerospace EMC. - ESA, insges. 6 S.

Kongress: ESA Workshop on Aerospace EMC; (Firenze): 2009.03.30-04.01

**Rehbein, W. ; Schulze, Hans-Peter; Storr, M.**

Influence of liquid additives in electro-erosive micromachining (EDMM)

In: Proceedings of the 12th International ESAFORM Conference on Material Forming, ESAFORM 2009. - Enschede, insges. 4 S.

Kongress: ESAFORM; 12 (Enschede): 2009.04.27-29

[Minisymposium MS13 - Nonconventional processes]

**Schulze, Hans-Peter**

Problems of the processing accuracy for electro-erosion and electro-chemical machining processes

In: Proceedings of the 12th International ESAFORM Conference on Material Forming, ESAFORM 2009. - Enschede, insges. 4 S.

Kongress: ESAFORM; 12 (Enschede): 2009.04.27-29

[Minisymposium MS13 - Nonconventional processes]

**Schulze, Hans-Peter; Burket, Stefan; Gmelin, Th. ; Leone, Marco**

The pulse electrochemical micromachining (PECMM) - Specifications of the pulse units

In: Proceedings of the 12th International ESAFORM Conference on Material Forming, ESAFORM 2009. - Enschede, insges. 4 S.

Kongress: ESAFORM; 12 (Enschede): 2009.04.27-29

[Minisymposium MS13 - Nonconventional processes]

**Schulze, Steffen; Nitsch, Jürgen; Vick, Ralf; Steinmetz, Torsten**

Measurement of scattering parameters for nonuniform statistical transmission lines

In: 8th International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Ecology. - Saint Petersburg, S. 161-164, 2009

Kongress: EMC; 8 (St. Petersburg): 2009.06.16-19

[Auch auf CD-ROM erschienen]

**Tkachenko, Sergey; Nitsch, Jürgen; Vick, Ralf**

Simulation of mode stirred chambers by the small antenna method

In: 8th International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Ecology. - Saint Petersburg, S. 192-195, 2009

Kongress: International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Ecology; 8 (Saint-Petersburg); 2009.06.16-19

[Auch auf CD-ROM erschienen]