

# Jahresbericht 2012

## Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design der Technischen Universität Dresden

---

### Inhaltsverzeichnis

Vorwort

- 1 Struktur des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design (IFTE)
  - 2 Lehre
  - 3 Forschung
  - 4 Diplomarbeiten
  - 5 Dissertationen
  - 6 Veröffentlichungen, Vorträge und Patente
  - 7 Vom IFTE organisierte wissenschaftliche Veranstaltungen
  - 8 Weitere Ereignisse und Aktivitäten
  - 9 Geplante Veranstaltungen 2013
- 

### Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design der TU Dresden

Direktor: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig

Postanschrift: *Briefsendungen:*  
Technische Universität Dresden  
Institut für Feinwerktechnik  
und Elektronik-Design  
01062 Dresden

*sonstige Postsendungen:*  
Technische Universität Dresden  
Institut für Feinwerktechnik  
und Elektronik-Design  
Helmholtzstraße 10  
01069 Dresden

Sekretariat: Helmholtzstr. 18, Barkhausenbau II/53

Telefon: (0351) 463 34742

Telefax: (0351) 463 37183

E-Mail: [kontakt@ifte.de](mailto:kontakt@ifte.de)

Web: [www.ifte.de](http://www.ifte.de)



## Vorwort

Mit dem vorliegenden Bericht gibt das Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design (IFTE) der Technischen Universität Dresden Rechenschaft über die im Jahr 2012 geleistete Arbeit in Lehre und Forschung.

Wichtigstes Ereignis für die TU Dresden im vergangenen Jahr war die Verleihung des Titels „Exzellenzuniversität“. Auch wenn unser Institut bisher davon nicht direkt betroffen ist, so besteht Hoffnung, dass einige der damit einhergehenden positiven Auswirkungen, wie beispielsweise eine bessere Reputation der Universität, langfristig auch dem IFTE zugute kommen.

Auf dem Gebiet der Lehre war das Jahr 2012 durch die hohe Anzahl von Studienanfängern geprägt, die im Wesentlichen aus der Aufhebung der Wehrpflicht, der Abschaffung des 13-jährigen Abiturs in einigen Bundesländern und dem an der Fakultät neu eingeführten Diplomstudiengang „Regenerative Energiesysteme“ herrühren. Diese an sich positive Entwicklung verursacht Probleme, da der Aufwand für die Lehre deutlich steigt und bewährte Raum- und Betreuungskonzepte zu überarbeiten sind. Konkret waren in den vom IFTE zu gestaltenden Vorlesungen und Übungen im Fach „Geräteentwicklung“ 749 Studenten eingeschrieben, wovon 471 zur Prüfung erschienen. Ein herzlicher Dank geht an alle Institutsangehörigen für ihre engagierte Mitarbeit in den Übungen und bei der Prüfungsabsicherung!

Nachdem der auf der Bologna-Reform aufbauende Studienplan seit 2010 im Grundstudium seine Bewährung bestanden hat, gilt er ab dem Wintersemester 2012/13 auch für das Hauptstudium. Damit ist hier der Einführungsprozess möglichst reibungslos zu gestalten, was aktuell von allen Lehrenden einen größeren Aufwand erfordert.

Eine weitere Aufgabe auf dem Gebiet der Lehre besteht darin, die hohen Abbrecherquoten zu senken. Neben den seit nunmehr sechs Jahren praktizierten sechswöchigen Einführungskursen für Studienanfänger implementierte die Fakultät 2012 zum dritten Mal ein Einführungspraktikum. Dank gebührt den Institutsmitarbeitern Frau Päßler, Herrn Günther und Herrn Krinke, die sich im Jahr 2012 in diesem Praktikum bzw. als Seminargruppenbetreuer sehr engagiert haben.

In der Forschung gelang es unserem Institut, an die guten Ergebnisse vergangener Jahre anzuknüpfen. Es ließen sich neue Industriekontakte aufbauen und bestehende erweitern, was in der auf den nachfolgenden Seiten dargestellten beeindruckenden Bilanz von Drittmiteinnahmen zum Ausdruck kommt. Die vom Institut im Jahr 2012 erwirtschafteten Einnahmen von 851.119,18 € können sich auch innerhalb der Fakultät sehen lassen.

Das letzte Jahr war außerdem durch eine Vielzahl von Aktivitäten gekennzeichnet, die den guten Ruf des IFTE verdeutlicht bzw. weiter untermauert haben. So wurde durch gegenseitige Besuche und Vorträge die Kooperation mit der University of California in San Diego, USA, weitergeführt. Ein Diplomand von uns, Herr Roman Schröter, ist beispielsweise seit wenigen Tagen an dieser Universität tätig.

Im Jahre 2012 konnten an unserem Institut vier Promotionen außerordentlich erfolgreich abgeschlossen werden. Ein herzlicher Glückwunsch gilt den Herren Nassaj, Fischbach, Meister und Krämer zu diesem schönen Erfolg! Der Inhalt ihrer Dissertationen auf den Gebieten der Entwurfsautomatisierung und der Zuverlässigkeitsuntersuchung wird im Rahmen dieses Jahresberichts auf den Seiten 24 bis 27 noch gesondert dargestellt.

Die regelmäßig veranstalteten Institutskolloquien haben dazu beigetragen, den Informationsaustausch innerhalb des Instituts zu verbessern und unsere Arbeit nach außen darzustellen. Neben

Mitarbeitern des IFTE, die ihre aktuellen Forschungsergebnisse vorstellten, konnten wir hier auch Gastredner aus den USA sowie aus der Industrie begrüßen. Zugleich haben mehrere Tagungen das gute Bild des Instituts geprägt. Auf der DATE-Konferenz 2012 in Dresden, zu der mehr als 1400 Besucher aus dem In- und Ausland kamen, war unser Institut für den reibungslosen Ablauf der University Booth verantwortlich – eine Aufgabe, die von den beteiligten Mitarbeitern mit Bravour gemeistert wurde. Auch sei an die international beachtete, nunmehr schon 16. Tagung „Zahnriemengetriebe“ erinnert, die das Institut mit großem Erfolg und 112 Teilnehmern aus 8 Ländern im September 2012 durchführte (siehe auch S. 34).

Zur guten Außendarstellung des IFTE tragen nicht zuletzt die wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Institutsmitarbeiter bei. Die Auflistung auf den Seiten 28 bis 33 gibt einen Überblick über unser Publikationsgeschehen des letzten Jahres. Zu nennen ist hier insbesondere das vom IFTE in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen/Institutsteil Entwurfsautomatisierung erarbeitete Fachbuch „Entwurf integrierter 3D-Systeme der Elektronik“, in das sich mehrere Institutsmitarbeiter mit ihren aktuellen Forschungsarbeiten einbrachten. Seit dem Erscheinen im Springer-Verlag im Herbst 2012 hat es zu diesem Buch bereits eine Vielzahl positiver Rückmeldungen gegeben, die unsere Kompetenzen auf dem Gebiet des 3D-Entwurfs einer breiten Öffentlichkeit verdeutlichen.

Ein Rückblick ist ohne die Vorausschau auf das Kommende unvollständig. Das Jahr 2013 wird hohe Anforderungen an uns alle stellen. Hier gilt es, mit viel Engagement insbesondere die Drittmitteleinnahmen zu sichern, um negative Auswirkungen aufgrund der seit Jahren sinkenden Haushaltszuweisungen durch die Fakultät und der nun eingeführten Vollkostenrechnung abzufedern. Auch wird der Produktivstart des SAP-Systems, mit dem die TU ihre Verwaltungsvorgänge neu gestalten will, viel Aufwand mit sich bringen, da die meisten der bei uns am Institut eingespielten Verwaltungsprozesse eine Neuorganisation erfordern. Gleichzeitig befinden sich mehrere Promotionsvorhaben in der Endphase. Deren positiver Abschluss sollte dazu beitragen, dass auch das Jahr 2013 für uns erfolgreich verlaufen wird.

Ich möchte diesen Jahresbericht zum Anlass nehmen, allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design für die erbrachten Leistungen des vergangenen Jahres zu danken. Ohne ihr Engagement und die zielstrebige Arbeit wären viele der Erfolge nicht möglich gewesen. Ich danke auch unseren Partnern in der Industrie und öffentlichen Einrichtungen herzlich für die großzügige Unterstützung. Wir wissen, dass das kommende Jahr nicht leicht sein wird. Dennoch setzen wir alle Kraft daran, diese gute und erfolgreiche Zusammenarbeit 2013 weiterzuführen.

Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig  
Institutsdirektor

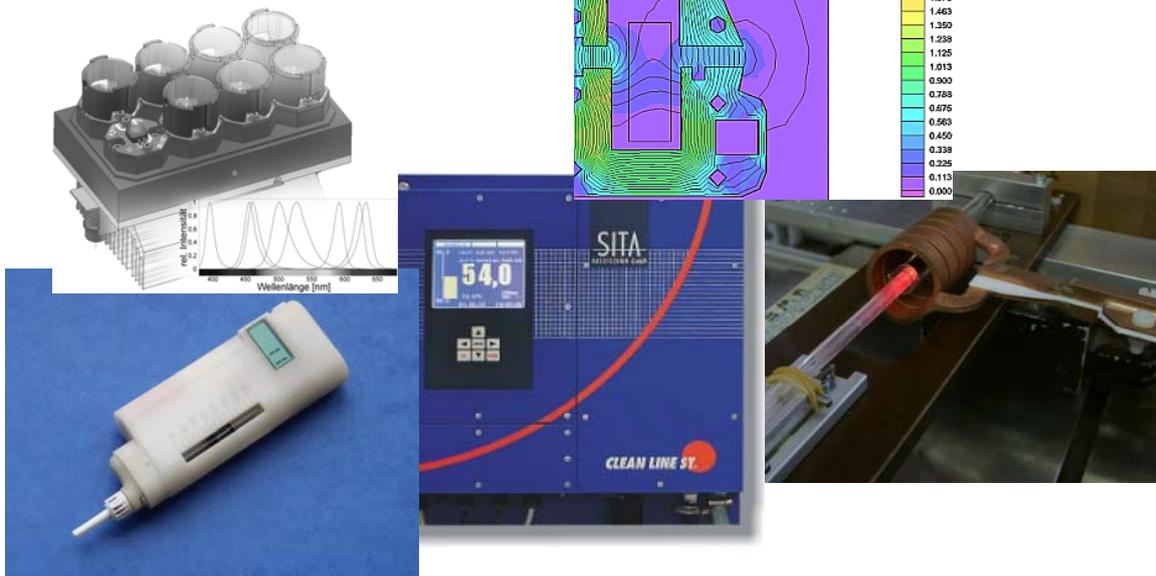
# 1 Struktur des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design

**Prof. Dr.-Ing. habil J. Lienig**  
 - Professur für Entwicklung und Konstruktion der Feinwerktechnik und Elektronik -

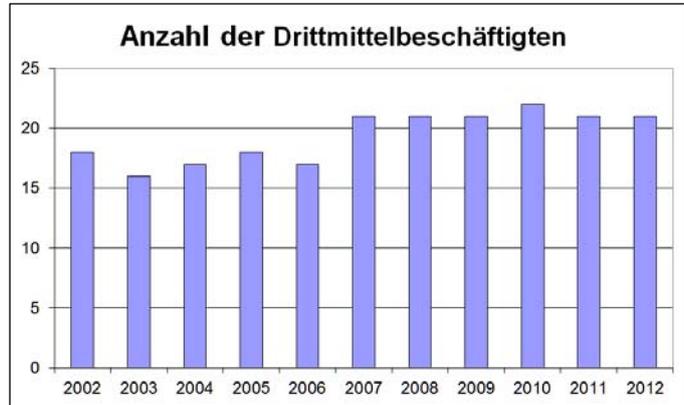
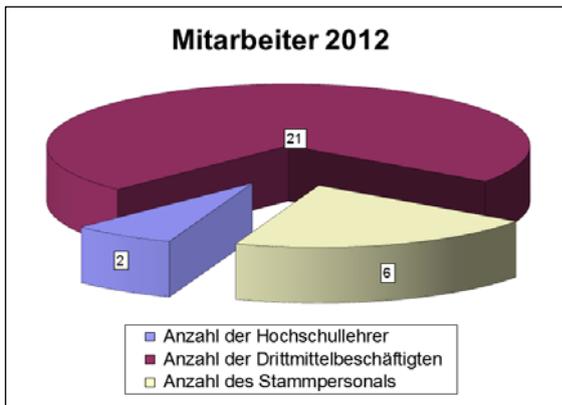
Entwurf, Modellierung, Simulation und Optimierung komplexer Systeme  
 der Feinwerktechnik und Elektronik

**Forschungsgebiete des Instituts:**

- **Entwurf elektronischer Baugruppen**  
 Labor: Entwurfs- und CAD-Labor
- **Feinwerktechnische Konstruktionen und Systeme**  
 Labore: Labor Feinwerktechnische Konstruktionen, Praktikum Feinwerktechnik, Messlabor
- **Simulation und Optimierung**  
 Labore: CAE-Labor, Montage-Labor, Messlabor
- **Thermischer und elektromechanischer Entwurf**  
 Labore: Wärmelabor, Messlabor
- **Medizinische Gerätetechnik**  
 Labor: Medizingerätetechnik
- **Prozessmesstechnik zur Badüberwachung in der Oberflächentechnik**  
 Labor: Sensorik-Labor



Von den insgesamt 29 Mitarbeitern des Instituts konnten 21 Personen aus Mitteln der Industrie, aus Stiftungsgeldern oder von anderen Fördermitteln (Drittmittel) finanziert werden. Dies zeigt die breite Basis unserer Forschungsschwerpunkte sowie die enge Zusammenarbeit mit den verschiedensten Firmen und Institutionen.



Trotz der in den letzten Jahren zunehmenden Lehrbelastung kann als positiv eingeschätzt werden, dass es gelang, mit dem relativ großen Umfang eingeworbener Drittmittel die Anzahl der Drittmittelbeschäftigten auf hohem Niveau zu halten.

Einnahmen Drittmittel [€]	2008	2009	2010	2011	2012
DFG	0,00	23.527,00	124.640,00	73.800,00	119.091,00
Bund	71.089,00	60.750,00	91.560,95	198.190,27	69.321,77
Land, etc.	49.409,00	26.260,00	92.596,00	0,00	0,00
EU + international	0,00	0,00	0,00	0,00	74.933,01
Stiftungen und sonstige	0,00	73.800,00	2.000,00	0,00	2.000,00
Industrie	654.773,00	471.928,00	595.927,00	783.057,00	585.773,40
<b>Summe</b>	<b>775.271,00</b>	<b>656.265,00</b>	<b>906.723,95</b>	<b>1.055.047,27</b>	<b>851.119,18</b>
Betr.gewerbl.Art (BgA)	431,77	205,98	255,79	5.131,35	2.720,32
Ausgaben Drittmittel [€]	2008	2009	2010	2011	2012
DFG	0,00	24.068,50	112.711,32	68.813,92	140.158,45
Bund	62.711,00	42.467,00	101.185,44	169.271,14	100.142,62
Land, etc.	86.871,00	59.686,00	58.572,50	-2.015,98	0,00
EU + international	1.652,00	0,00	0,00	627,15	56.010,90
Stiftungen und sonstige	6.290,00	61.170,00	10.055,82	13,83	0,00
Industrie	475.597,00	536.481,00	576.454,00	661.945,87	608.283,81
<b>Summe</b>	<b>633.121,00</b>	<b>723.872,50</b>	<b>858.979,08</b>	<b>898.655,93</b>	<b>904.595,48</b>
Betr.gewerbl.Art (BgA)	3.138,21	4.323,66	2.790,82	1053,63	1.109,83

## Angehörige des Instituts

### Institutsdirektor

Prof. Dr.-Ing. habil. Lienig, Jens

### Emeriti

Prof. i.R. Dr.-Ing. habil. Dr.h.c. Krause, Werner

Prof. i.R. Dr.-Ing. Röhrs, Günter

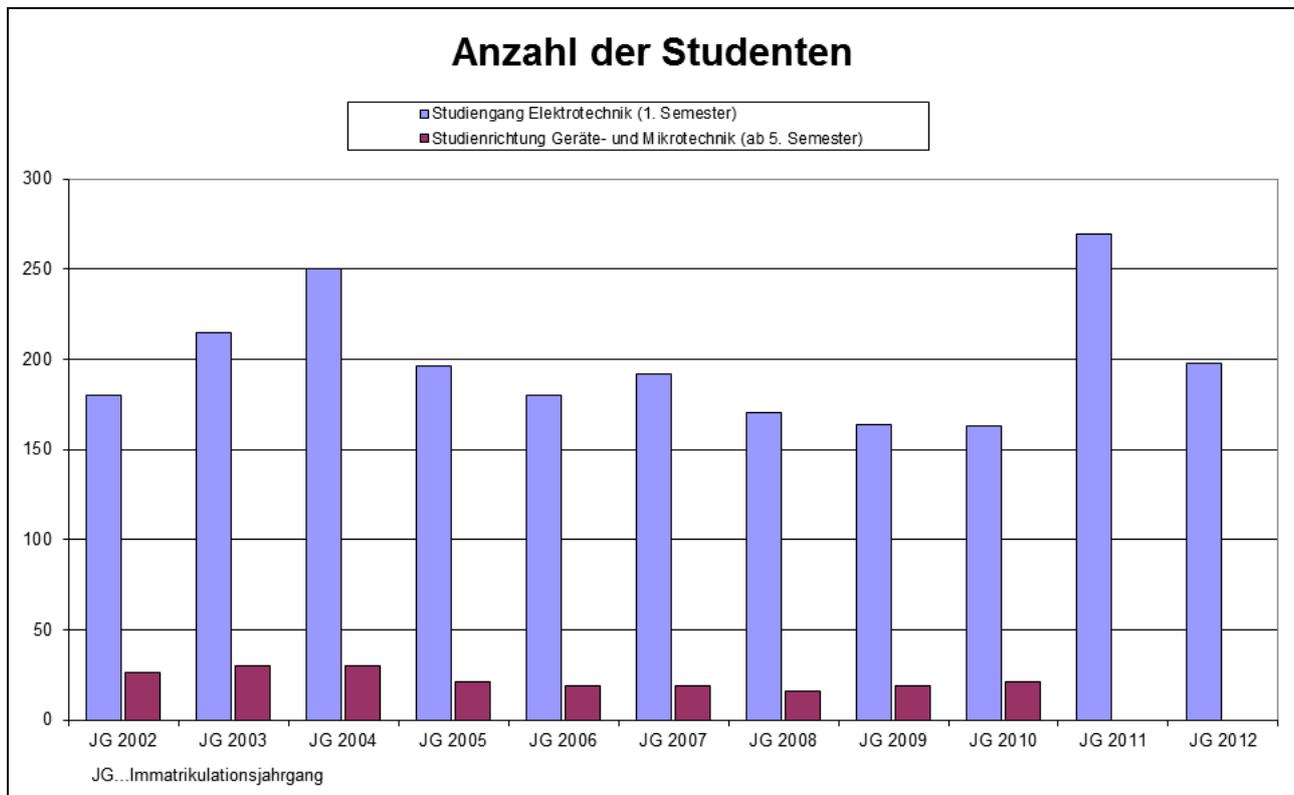
### Sekretärin

Rieger, Diana

Bindl, Enrico	Dipl.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Bödrich, Thomas	Dr.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Bönisch, Iris	Dipl.-Ing.(FH)	Technische Mitarbeiterin	
Fischbach, Robert	Dipl.-Ing.	Promotionsstudent	bis 31.01.2012
Goldberg, Roman	Dipl.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Günther, Richard	Dipl.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Hasselmann, Moritz	Dipl.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Heimpold, Tobias	Dipl.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	ab 01.09.2012
Kamusella, Alfred	Dr.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Knechtel, Johann	Dipl.-Ing.	Promotionsstudent	
Krinke, Andreas	Dipl.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Meister, Tilo	Dr.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	01.08.–30.09.2012
Nagel, Thomas	Priv.-Doz. Dr.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Neubert, Holger	Dr.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Päßler, Annekathrin	Dipl.-Ing.	Promotionsstudentin	ab 01.04.2012
Reifegerste, Frank	Dr.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Richter, René	Dr.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Richter, Stefan	Dr.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	bis 31.08.2012
Schirmer, Jens	Dipl.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Schulze, Lothar	Prof. Dr.-Ing.	Honorarprofessor	
Stapel, Josephine	Dipl.-Ing.	Wiss. Mitarbeiterin	
Thiele, Matthias	Dipl.-Ing.	Promotionsstudent	
Währisch, Sten	Dipl.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	bis 30.04.2012
Windisch, Markus	Dipl.-Ing.	Promotionsstudent	
Witt, Robert	Dr.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	
Wittig, Stephan	Dipl.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	bis 06.11.2012
Ziske, Johannes	Dipl.-Ing.	Wiss. Mitarbeiter	

## 2 Lehre

Die Hauptaufgabe des Instituts ist die Ausbildung von Diplomingenieuren für die Entwicklung, Konstruktion und Fertigung elektronischer, elektromechanischer, feinmechanisch-optischer und mikrotechnischer Baugruppen und Geräte. Mit dem Fach „Geräteentwicklung“ ist das IFTE im Grundstudium der Studiengänge Elektrotechnik, Mechatronik und Regenerative Energiesysteme vertreten. Durch sein entwurfs- und konstruktiv-orientiertes Fächerangebot besitzt das IFTE darüber hinaus eine starke Präsenz im Hauptstudium sowie bei den Wahlpflichtfächern der gut besetzten Studienrichtung „Geräte- und Mikrotechnik“ (ehemals „Feinwerk- und Mikrotechnik“).



Bei der Bewertung dieser Lehrveranstaltungen durch die Studenten (Vorlesungsumfrage des Fachschaftsrates ET) wurden gute Noten vergeben, keine grundsätzlichen Kritiken zu inhaltlichen oder didaktischen Fragen angebracht und insgesamt ein sehr positives Verhältnis zwischen dem Lehrkörper des IFTE und den Studenten bestätigt.

Im Einzelnen wurden im Jahre 2012 vom Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design folgende Lehrveranstaltungen durchgeführt:

### Sommersemester 2012

Lehrveranstaltung	Teilnehmer
<b>Geräteentwicklung</b> (Prof. Lienig) 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung	Studiengänge Elektrotechnik, Mechatronik und Regenerative Energiesysteme (2. Semester, 739 Studenten) und 10 Studenten Wirtschaftsingenieurwesen (WING)
<b>Rechnergestützter Baugruppen-Entwurf</b> (Prof. Lienig / Dipl.-Ing. Krinke / Dr.-Ing. Reifegerste) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung	Studienrichtung Feinwerk- und Mikrotechnik, Jg. 09/FMT u.a. (6. Semester, 27 Studenten)
<b>Rechnergestützter Layout-Entwurf</b> (Prof. Lienig / Dipl.-Ing. Krinke / Dr.-Ing. Reifegerste) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung	Wahlpflichtmodul für WING. Im Nebenfach u.a. (6. Semester, 8 Studenten)
<b>Produktentwicklung</b> (Prof. Schulze) 2 SWS Vorlesung	Wahlpflichtmodul 09/EKT und Studiengang Mechatronik und WING/ET (6. Semester, 30 Studenten)
<b>Konstruktionselemente</b> (PD Dr. Nagel / Dipl.-Ing. (FH) Bönisch) 1 SWS Übung	Wahlpflichtmodul 08/EKT und Studiengang Mechatronik und WING/ET (6. Semester, 35 Studenten)
<b>Finite Elemente Methode</b> (Prof. Lienig / Dr. Kamusella) 2 SWS Übung	Studienrichtung Feinwerk- und Mikrotechnik, Jg. 08+09/FMT (8.+6. Semester, 11 Studenten)
<b>Präzisionsgerätetechnik</b> (PD Dr. Nagel) 2 SWS Vorlesung	Wahlpflichtmodul 09/EKT u.a. (6. Semester, 30 Studenten)
<b>Praktikum Feinwerktechnik – Teil A: Aktorik und Sensorik</b> (PD Dr. Nagel / Ass.) 2 SWS Praktikum	Studienrichtung Feinwerk- und Mikrotechnik, Jg. 08/FMT (8. Semester, 24 Studenten)
<b>Studienarbeit</b> 4 SWS Betreuung und Prüfung (Prof. Lienig)	Wahlpflichtmodul EKT, Jg. 08/FMT (8. Semester)
<b>Doktorandenseminar Gerätetechnik</b> 2 SWS Seminar (Prof. Lienig)	Wiss. Qualifizierung der Doktoranden
<b>Forschungsseminar Gerätetechnik</b> 2 SWS Seminar (Prof. Lienig)	Wiss. Qualifizierung wiss. Mitarbeiter und Studenten

Wahlpflichtmodule der Studienrichtung Feinwerk- und Mikrotechnik (FMT – bis Studienjahrgang 2009):

- Wahlpflichtmodul 01: Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)
- Wahlpflichtmodul 03: Biomedizinische Gerätetechnik (BMGT) und
- Wahlpflichtmodul 08: Entwicklung, Konstruktion und Technologie (EKT)

**Wintersemester 2012 / 2013**

Lehrveranstaltung	Teilnehmer
<b>Grundlagen der Konstruktion</b> (PD Dr. Nagel / Dipl.-Ing. (FH) Bönisch) 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung	Studienrichtung Geräte- und Mikro- technik, Jg. 10/GMT u.a. (5. Semester, 45 Studenten)
<b>Projekt Geräte- und Mikrotechnik I</b> (Prof. Lienig / Dr. Kamusella) 2 SWS Projekt sowie Selbststudium	Studienrichtung Geräte- und Mikro- technik, Jg. 10/GMT (5. Semester, 33 Studenten)
<b>CAD-Konstruktion</b> (PD Dr. Nagel / Dr. Kamusella) 1 SWS Übung	Studienrichtung Geräte- und Mikro- technik, Jg. 10/GMT u.a. (5. Semester, 54 Studenten)
<b>Praktikum Feinwerktechnik - Teil A: Aktorik und Sensorik</b> (PD Dr. Nagel / Ass.) 1 SWS Praktikum	Studienrichtung Feinwerk- und Mikro- technik, Jg. 09/FMT (7. Semester, 30 Studenten)
<b>Projekt Feinwerktechnik</b> (Prof. Lienig / Dr. Kamusella / Ass.) 1 SWS Praktikum / Projektbeleg	Studienrichtung Feinwerk- und Mikro- technik, Jg. 09/FMT (7. Semester, 22 Studenten)
<b>Entwurfsautomatisierung</b> (Prof. Lienig / Dipl.-Ing. Krinke) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung	Wahlpflichtmodul EKT, Jg.09/FMT (7. Semester, 21 Studenten)
<b>Thermischer Entwurf</b> (Prof. Lienig / Dr. Neubert) 2 SWS Vorlesung	Wahlpflichtmodul EKT, Jg.09/FMT (7. Semester, 10 Studenten)
<b>Doktorandenseminar Gerätetechnik</b> 2 SWS Seminar (Prof. Lienig)	Wiss. Qualifizierung der Doktoranden
<b>Forschungsseminar Gerätetechnik</b> 2 SWS Seminar (Prof. Lienig)	Wiss. Qualifizierung wiss. Mitarbeiter und Studenten

Wahlpflichtmodule der Studienrichtung Feinwerk- und Mikrotechnik (FMT – bis Studienjahrgang 2009):

- Wahlpflichtmodul 01: Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)
- Wahlpflichtmodul 03: Biomedizinische Gerätetechnik (BMGT) und
- Wahlpflichtmodul 08: Entwicklung, Konstruktion und Technologie (EKT)

Ab Studienjahrgang 2010 beginnt das 5. Semester der Studienrichtung Geräte- und Mikrotechnik (GMT) mit Lehrveranstaltungen im modularisierten Hauptstudium.

### 3 Forschung

Das Forschungsprofil des Instituts erstreckt sich über das gesamte Aufgabenspektrum der Entwicklung und Konstruktion in der Feinwerktechnik und Elektronik. Schwerpunkte sind dabei der Entwurf, die Modellierung, Simulation und Optimierung komplexer Systeme in diesen Arbeitsgebieten. Die Forschung ist in den folgenden sechs Arbeitsgruppen organisiert:

#### **Entwurf elektronischer Baugruppen**

Arbeitsgruppenleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig

- Entwurfsautomatisierung und rechnergestützter Layoutentwurf unter Berücksichtigung multikriterieller Anforderungen: z. B. Stromdichte/Elektromigration, Pinzuordnung/Pin Assignment, Randbedingungen/Constraints.
- 3D-Entwurfsmethoden für Nanostrukturen: 3D-Entwurf und -Modellierung, thermischer Entwurf.
- Lichttechnischer Entwurf auf Basis von Halbleiterlichtquellen.

#### **Feinwerktechnische Konstruktionen und Systeme**

Arbeitsgruppenleiter: PD Dr.-Ing. Thomas Nagel

- Ideenfindung, Variantenentwicklung, Berechnung, Gestaltung und Optimierung von feinwerktechnischen Konstruktionen, Mechanismen und Getrieben, u. a. von Zahnriemengetrieben.
- Entwicklung von Spezialmesstechnik und Software, Anwendung von Simulationstechniken (z. B. FEM, kinematische und dynamische Simulationen).
- Geräteakustik: Analyse und Optimierung des Geräuschverhaltens von Geräten, Baugruppen und Bedienelementen.

#### **Simulation und Optimierung**

Arbeitsgruppenleiter: Dr.-Ing. Alfred Kamusella  
Dipl.-Ing. Roman Goldberg

- Grundlagen zum kreativen Entwickeln und Konstruieren in der Gerätetechnik und Überführen in anwendungsreife Lösungen.
- Anwendung der probabilistischen Simulation zur Berücksichtigung von Streuungen und Toleranzen im rechnergestützten Entwurfsprozess.
- Entwicklung von Methoden für die Analyse, Synthese und Optimierung von Geräten/Baugruppen auf Basis der numerischen Modellierung, Simulation und Optimierung unter Einbeziehung von Laborexperimenten.

### **Thermischer und elektromechanischer Entwurf**

Arbeitsgruppenleiter: Dr.-Ing. Holger Neubert

- Modellierung von thermischen, thermomechanischen und elektromechanischen Wirkzusammenhängen.
- Entwurf und Optimierung von thermisch beanspruchten Baugruppen und Geräten.
- Entwicklung von Elementen und Strukturen des Wärmetransports, vor allem zur Verlustleistungsabfuhr in der Elektronik.
- Entwicklung von elektromagnetischen Linearantrieben sowie passiven und aktiven Magnetlagern.

### **Medizinische Gerätetechnik**

Arbeitsgruppenleiter: Dr.-Ing. René Richter

- Vorentwicklung innovativer Medizingeräte.
- Weiterentwicklung und Optimierung bestehender Geräte und Systeme.
- Prüfgeräte für die Medizintechnik.
- Numerische Fluidik- und Struktur-Simulation.

### **Prozessmesstechnik zur Badüberwachung in der Oberflächentechnik**

Arbeitsgruppenleiter: Prof. Dr.-Ing. Lothar Schulze

- Messverfahren für das Überwachen von Stoffkonzentrationen in Flüssigkeiten.
- Grundlagen der Prozessmesstechnik auf Basis von Hydrogelsensoren.
- Anwenderspezifische Lösungen für die Oberflächentechnik.

Nachfolgend sind alle drittmittelfinanzierten Forschungsprojekte aufgeführt, welche im Jahr 2012 von Mitarbeitern unseres Instituts bearbeitet wurden.

Forschungsprojekt

### **"Modelica Model Library Development for Media, Magnetic Systems and Wavelets (MoMoLib)"**

<b>Projektleiter:</b>	Dr.-Ing. Thomas Bödrich
<b>Mitarbeiter:</b>	Dipl.-Ing. Johannes Ziske
<b>Finanzierung:</b>	EU - FP7 - Clean Sky Joint Technology Initiative
<b>Laufzeit:</b>	11/2011 - 10/2013
<b>Kooperation:</b>	Technische Universität München XRG Simulation GmbH

#### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Die Modellbeschreibungssprache Modelica eignet sich hervorragend für den simulationsgestützten Entwurf komplexer heterogener technischer Systeme. Ausgehend von den Anforderungen an den modellbasierten Entwurf zukünftiger Luftfahrzeuge (more electric aircraft) werden im Forschungsprojekt gemeinsam mit Partnern Modelica-Bibliotheken neu entwickelt bzw. erweitert.

Das IFTE erweitert die seit 2009 in der Modelica Standard Library enthaltene Bibliothek Modelica.Magnetic.FluxTubes. Diese beruht auf der Methode der magnetischen Flussröhren und gestattet den Grobentwurf sowie die effiziente Dynamiksimulation elektromagnetischer Aktoren und Systeme. Im Forschungsprojekt wurden numerisch stabile und effiziente Hysteresemodelle nach Tellinen und Preisach implementiert. Diese werden unter anderem anhand komplexer mehrphasiger Transformatormodelle getestet und optimiert. Ein automatisierter Messstand für begleitende Hysteresemessungen wird aufgebaut, um die entwickelten Modelle zu validieren und die Werkstoffdatenbank der Bibliothek Modelica.Magnetic.FluxTubes zu erweitern. Weiterhin wird diese Bibliothek um ausgewählte Motormodelle ergänzt, und einzelne Modellkomponenten werden überarbeitet.

Forschungsprojekt

### **"Entwicklung einer Kinematik für einen Klappenantrieb mit Formgedächtnislegierung"**

<b>Projektleiter:</b>	Dr.-Ing. Thomas Bödrich
<b>Mitarbeiter:</b>	Dipl.-Ing. Roman Goldberg cand. Ing. Konrad Henkel
<b>Finanzierung:</b>	Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU), Chemnitz
<b>Laufzeit:</b>	06/2012

#### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Im Forschungsprojekt wurde eine applikationsspezifische Kinematik zum Betätigen einer Klappe mittels Formgedächtnislegierung entwickelt. Dazu wurden unter Berücksichtigung der gegebenen Randbedingungen, insbesondere des begrenzten Bauraums, Prinziplösungen erarbeitet und bewertet. Eine ausgewählte Variante wurde konstruktiv ausgearbeitet und bildete so die Grundlage für den Aufbau und Test des Klappenantriebs beim Kooperationspartner.

Forschungsprojekt

## **"Verschlussysteme"**

**Projektleiter:** Dr.-Ing. Alfred Kamusella  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Roman Goldberg  
**Finanzierung:** Drittmittelgeber  
**Laufzeit:** 01.05.2012 - 31.10.2012

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Im Projekt wurde systematisch nach neuartigen Verschlussystemen für Hausgeräte gesucht. Durch Kombination bekannter physikalischer Effekte konnte ein Funktionsmuster für einen neuartigen Türverschluss eines Hausgerätes aufgebaut werden.

Forschungsprojekt

## **"Simulation feinwerktechnischer Systeme"**

**Projektleiter:** Dr.-Ing. Alfred Kamusella  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Stephan Wittig / Dipl.-Ing. Johannes Ziske  
**Finanzierung:** Drittmittelgeber  
**Laufzeit:** 01.07.2011 - 31.10.2012

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Fortführung des Projektes zur Simulation der Bewegungsvorgänge von feinwerktechnischen Systemen.

Im Laufe des Projektes wurden geeignete Simulationsmodelle erstellt und Analysen durchgeführt. Die Modelle ermöglichen Einflussanalysen von Parametern, welche nicht durch Messungen untersucht werden können.

Forschungsprojekt

## **"Auslegung und Dimensionierung von Fasergelenken"**

**Projektleiter:** Dr.-Ing. Alfred Kamusella  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Roman Goldberg  
**Finanzierung:** AiF GmbH  
**Laufzeit:** 15.11.2012 - 31.07.2014

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Im Projekt soll mit Hilfe probabilistischer Simulation eine Methode zur Dimensionierung von Miniaturgelenken aus eingespritzten Fasern erarbeitet werden.

Forschungsprojekt

## **"RESCAR 2.0: Berücksichtigung von robustheitsrelevanten Randbedingungen im Entwurfsfluss "**

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig

**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Andreas Krinke

**Finanzierung:** Robert Bosch GmbH

**Laufzeit:** 01.02.2011 - 31.01.2014

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Entwurfsrandbedingungen (Constraints) müssen umfassend und durchgängig im IC-Entwurfsfluss berücksichtigt werden. Im ersten Projektjahr ist das Ziel, die Propagierung von Randbedingungen innerhalb der Designhierarchie und zwischen Designschritten zu verbessern. Dafür werden bestehende Entwurfswerkzeuge sowie der Design-Flow erweitert.

Forschungsprojekt

## **"Permanentmagneterregte Direktantriebsmodule für kleine Werkzeugmaschinen"**

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig

**Mitarbeiter:** Dr.-Ing. Thomas Bödrich  
Dipl.-Ing. Michael Süßenbecker  
cand. Ing. Fabian Ehle

**Finanzierung:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
SPP 1476 Kleine Werkzeugmaschinen für kleine Werkstücke

**Laufzeit:** 06/2010 - 05/2013

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Im Rahmen des o. g. Schwerpunktprogramms der DFG werden am IFTE elektrodynamisch direkt angetriebene Vorschubmodule für zukünftige miniaturisierte Werkzeugmaschinen entwickelt, aufgebaut und getestet. Die kleinen Verfahrenswege solcher Maschinen ermöglichen dabei einfache einphasige Magnetkreise und Ansteuerungen und mit integrierter Lage- bzw. Kraftregelung sowie Wälz- oder Federführung des Läufers ausgesprochen kompakte Antriebsmodule. Ausführungsformen mit Magnetläufer wie hier realisiert gestatten hohe volumenbezogene Wandlergüten.

Ein erstes aufgebautes, nahezu würfelförmiges Antriebsmodul (s. Seite 36) mit tischförmigem, wälzgeführtem Läufer weist einen Verfahrbereich von 11 mm, eine Dauerkraft in Läufermittellage von 12 N sowie eine Spitzenkraft von 39 N auf. Die in das Modul integrierte Ansteuerelektronik mit Low-Cost-Wegsensor regelt zustandsraumbasiert die Läuferposition mit gegenwärtig 5 µm Genauigkeit. Ein zweiter aufgebauter, zylinderförmiger Aktor (Ø 67 mm, Länge inkl. Führung 72 mm) weist einen translatorisch axial beweglichen, federgeführten Läufer mit einem Verfahrbereich von 14 mm, einer Dauerkraft von 44 N und Spitzenkräften bis 112 N auf.

Mit ihrer hohen Kompaktheit, Kraftdichte und Dynamik (Geschwindigkeiten bis 1,6 m/s, Beschleunigungen bis 35 g) können die entwickelten Module zukünftig vielfältig in der Automatisierungs- und Montagetechnik sowie in kleinen Werkzeugmaschinen genutzt werden.

Forschungsprojekt

## "Akustiksimulation"

**Projektleiter:** PD Dr.-Ing. Thomas Nagel

**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Sten Währisch

**Finanzierung:** Audi AG

**Laufzeit:** 01.03.2010 - 31.03.2012

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Ziel des Projektes ist die Verbesserung der Benutzerschnittstelle MMI (Mensch-Maschine-Interface) anhand schaltender Bedienelemente für Kfz-Anwendungen. Eine Reihe von Modellen mit numerischer Netzwerksimulation wurden mit dem Ziel entwickelt, das haptische und das akustische Verhalten der Baugruppen abbilden zu können. Zunächst wurden die Modelle an bestehenden Lösungen getestet und validiert. Aufgrund der guten Ergebnisse beim Abbilden der Realität konnten neuartige konstruktive Lösungen vorgeschlagen, bezüglich ihres zu erwartenden Verhaltens analysiert und optimiert werden. Anhand von dann aufgebauten Funktionsmustern gelang der Nachweis eindrucksvoll, so dass diese Modellentwicklung heute bei Audi als Entwicklungswerkzeug eingesetzt wird und die Entwicklung von Drehstellern nicht nur deutlich beschleunigt, sondern auch zielgerichteter erfolgt.

Forschungsprojekt

## "Zahnriemenentwicklung"

**Projektleiter:** PD Dr.-Ing. Thomas Nagel

**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Jens Schirmer

**Finanzierung:** Breco Antriebstechnik Breher GmbH & Co.KG

**Laufzeit:** 01.11.2011 - 31.12.2012

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Es sind Beiträge zu erarbeiten zur Entwicklung eines neuartigen Hochleistungszahnriemens mit robusterem Verhalten bei auftretenden Montagetoleranzen, wie sie insbesondere bei industriellen Anwendungen der Lineartechnik auftreten. Dazu wurden völlig neuartige Modelle mittels der Methode der Finiten Elemente (FEM) in 3D entwickelt, um praxisnahe Ergebnisse zu erzielen. Umfangreiche Analysen zeigten die Schwachstellen bisheriger Lösungen und ermöglichten gezielte Optimierungen. Dazu war es erforderlich, zusätzlich neuartige Formoptimierungsmodule zu kreieren, da das Optimieren von Druckspannungen mit bisherigen Modulen nicht möglich ist. Im Ergebnis des Projektes liegen Vorschläge für ein neuartiges Produkt vor.

Forschungsprojekt

## **"Basic investigations to deeper understanding of the dry shaving process"**

**Projektleiter:** PD Dr.-Ing. Thomas Nagel  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Moritz Hasselmann  
**Finanzierung:** Braun GmbH  
**Laufzeit:** 01.02.2011 - 31.01.2014

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Das Gesamtziel des Vorhabens besteht in Beiträgen zur Entwicklung neuartiger Rasiergeräte. Dazu ist es erforderlich, den Rasurprozess zu analysieren und hinsichtlich der prozessbestimmenden Parameter zu optimieren. Dabei stehen die Effekte des Skin-Bulging, des Pop-Out und des Hair-Feeding im Mittelpunkt des Interesses. Messverfahren wurden entwickelt und umfangreichen Tests unterzogen.

Forschungsprojekt

## **"Innovative Direktkühlung der Extremitäten für die unmittelbare Anwendung bei Frakturen im Bereich der Unfall- und Wiederherstellungschirurgie"**

**Projektleiter:** PD Dr.-Ing. Thomas Nagel  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Annekathrin Päßler  
**Finanzierung:** Landesinnovationspromotion (SMWK)  
**Laufzeit:** 01.04.2012 - 31.03.2014

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Zielstellung des Vorhabens ist es, durch geregelte Kühlung im Schwellungsbereich an Extremitätenfrakturen mittels eines portablen Gerätes einen beschleunigten Schwellungsrückgang hervorzurufen. Die Klinik und Poliklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der TU Dresden unterstützt dieses Projekt. Damit kann nicht nur die medizinische Wirksamkeit einer neuen technischen Lösung durch Fachkräfte direkt geprüft werden, sondern es fließen auch bisherige Erfahrungen ein. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Ärzten und Ingenieuren an einem real bestehenden medizinischen Problem soll die Entwicklung eines einsatzfähigen Systems sicherstellen.

Forschungsprojekt  
**"Displayeinheit"**

**Projektleiter:** PD Dr.-Ing. Thomas Nagel  
**Mitarbeiter:** Dr.-Ing. Stefan Richter  
**Finanzierung:** Audi AG  
**Laufzeit:** 23.04.2012 - 31.08.2012

**Beschreibung/Ergebnisse:**

Das Gesamtziel des Vorhabens ist das Entwickeln von neuartigen Strukturen von Bedien- und Anzeigeelementen sowie der Nachweis mittels Funktionsmodellen.

Forschungsprojekt  
**"Montage von ultrapräzisen Spiegelteleskopen für den VIS Spektralbereich"**

**Projektleiter:** PD Dr.-Ing. Thomas Nagel  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Matthias Beier  
**Finanzierung:** Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik, Jena  
**Laufzeit:** 01.09.2012 -

**Beschreibung/Ergebnisse:**

Zielstellung des Vorhabens ist es, durch Verbesserungen in der Formgenauigkeit und Rauheit von Metallspiegeln zur deutlichen Verbesserung der Systeme beizutragen.

Forschungsprojekt  
**"Berücksichtigung der dynamischen Verluste im Magnetkern von Stromwandlermodellen"**

**Projektleiter:** Dr.-Ing. Holger Neubert  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Tobias Heimpold, Dr.-Ing. Holger Neubert  
**Finanzierung:** ABB AG Forschungszentrum Deutschland  
**Laufzeit:** 01.08.2010 - 31.12.2012

**Beschreibung/Ergebnisse:**

Finite-Elemente-Modelle für Stromwandler aus vorangegangenen Projekten waren weiterzuentwickeln. Insbesondere war eine Methode zur Berücksichtigung von Wirbelströmen in geblechten Magnetkernen zu erarbeiten. Modelle geblechter Strukturen waren mit solchen nach einem Homogenisierungsansatz zu vergleichen. Zur Modellierung wurde COMSOL Multiphysics eingesetzt. Weiterhin wurden statische und dynamische Hysteresen an Kernen verschiedener Werkstoffe und Bauformen gemessen und mit den Modellierungsergebnissen verglichen.

Forschungsprojekt

## **"Entwicklung eines bipolaren Antriebs für Kompaktabzweige"**

**Projektleiter:** Dr.-Ing. Holger Neubert  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Enrico Bindl  
**Finanzierung:** Siemens AG  
**Laufzeit:** 15.11.2011 - 30.09.2012

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Gegenstand des Projektes sind bipolare Magnetantriebe zur Anwendung in Schaltgeräten. Dazu werden Prototypen entwickelt, experimentell untersucht und mit Hilfe von Simulationsmodellen optimiert.

Forschungsprojekt

## **"Beschleunigte Alterungs- und Verschleißtests elektromechanischer Bauelemente und Baugruppen"**

**Projektleiter:** Dr.-Ing. Holger Neubert  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Josephine Stapel  
**Finanzierung:** Johnson Electric Dresden GmbH  
**Laufzeit:** 17.09.2012 - 31.12.2012

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Zuverlässigkeit und Lebensdauer elektromechanischer Baugruppen lassen sich kaum anhand von Modellen ermitteln, sondern müssen experimentell bestimmt werden. Besonders bei hochzuverlässigen Baugruppen ist der Zeitaufwand dafür sehr hoch, so dass beschleunigte Testmethoden anzuwenden sind. Im Projekt wurden Ansätze zur Entwicklung beschleunigter Testmethoden entwickelt und an einem Beispiel auf Anwendbarkeit untersucht.

Forschungsprojekt

## **"Analyse eines Paketschalters für Kleinsignalanwendungen"**

**Projektleiter:** Dr.-Ing. Holger Neubert  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Enrico Bindl  
**Finanzierung:** Schneider Electric Sachsenwerk GmbH  
**Laufzeit:** 15.09.2012 - 15.10.2012

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Ein vorhandener Paketschalter für Hochstromanwendungen war zusätzlich für Kleinsignalanwendungen zu qualifizieren. Dazu wurden Messergebnisse analysiert und im Ergebnis konstruktive Änderungen vorgeschlagen.

Forschungsprojekt

## **"Ansteuerung von LEDs durch LTCC-Ferrit-Module (ALFerMo), Förderkennzeichen 13N10669"**

**Projektleiter:** Dr.-Ing. Holger Neubert  
**Mitarbeiter:** Dr.-Ing. Holger Neubert  
**Finanzierung:** BMBF  
**Laufzeit:** 15.11.2010 - 30.09.2013

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Die Verbundpartner Siemens, Heraeus, Siebert TFT, Via electronic, Bundesanstalt für Materialforschung, FH Jena, Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme sowie die TU Dresden planen, durch einen innovativen schaltungs- und materialtechnischen Ansatz ein Demonstratormodul für die platzsparende und leistungsstarke LED-Beleuchtung aufzubauen. Es soll über eine hoch integrierte Treiberschaltung die Helligkeit von etwa drei 75 W-Glühlampen erreichen. Das am IFTE realisierte Teilprojekt entwickelt Simulationsmodelle von Teilsystemen und des Gesamtsystems insbesondere für die thermische Auslegung des Demonstrators. Dabei spielt die Modellierung von Maß-, Form- und Lageabweichungen mit stochastischen Feldern eine besondere Rolle.

Forschungsprojekt

## **"Entwicklung einer spektral programmierbaren Leuchte auf LED-Basis"**

**Projektleiter:** Dr.-Ing. Frank Reifegerste  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Josephine Stapel  
**Finanzierung:** BMWi, AiF  
**Laufzeit:** 15.09.2010 - 14.09.2012

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Das Kooperationsprojekt umfasst die Entwicklung eines spektral programmierbaren LED-Leuchtenbaukastens für die Innenraumbeleuchtung. Dieses Konzept erlaubt erstmals neben der Intensität auch das spektrale Verhalten einer Lichtquelle dynamisch verschiedenen Situationen anzupassen und soll im Anwendungsfeld der Kronleuchter exemplarisch erprobt werden. Hierzu sollen die optischen und spektralen Eigenschaften von High-Power-LED ermittelt und die elektrische Ansteuerung, Lichtmischung, Entwärmung und optische Auskopplung solcher LED-Systeme ausgelegt werden.

Forschungsprojekt

## **"Neuartiges Injektionsgerät für Arzneimittel"**

**Projektleiter:** Dr.-Ing. René Richter  
**Mitarbeiter:** Dr.-Ing. Robert Witt  
Dipl.-Ing. Richard Günther  
**Finanzierung:** Sanofi-Aventis Deutschland GmbH  
**Laufzeit:** 01.01.2008 - 31.12.2013

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Gegenstand des Forschungsprojektes ist die Entwicklung von Prinziplösungen und neuartigen Funktionsstrukturen von Injektionsgeräten für Insulin. Anhand von Demonstratoren und Funktionsmustern werden zudem die Eigenschaften und das Anwendungspotential der Lösungen näher untersucht.

Forschungsprojekt

## **"Hydrogelsensoren auf Basis piezoelektrischer Dickenschwinger zum Überwachen der Konzentration von Prozesschemikalien in der Oberflächentechnik "**

**Projektleiter:** Dipl.-Ing. Markus Windisch  
**Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Markus Windisch  
**Finanzierung:** Promotionsstipendium der Studienstiftung des dt. Volkes  
**Laufzeit:** 01.04.2011 - 31.10.2014

### **Beschreibung/Ergebnisse:**

Durch Verhaltensanalysen an Funktionsmustern neuartiger Hydrogelsensoren zum Überwachen der Reinigerkonzentration in der Oberflächentechnik wurden die Funktion und Zuverlässigkeit der entwickelten Prinziplösung nachgewiesen. Die effiziente Herstellung der neuartigen Sensoren erfordert das Optimieren der Fertigungstechnologie. Für die dazu notwendige technologische Forschung wurde eine Laborfertigungsanlage aufgebaut und in Betrieb genommen.

## 4 Diplomarbeiten

2012 wurden am IFTE insgesamt 17 Diplomarbeiten erfolgreich abgeschlossen.

BASLER, HENDRIK

### **Entwicklung eines Inertial-Messsystems**

Betreuer: Dr.-Ing. Reifegerste (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Lienig

BEIER, MATTHIAS

### **Entwicklung eines Mess- und Justierprozesses zum Justierdrehen von Asphären**

Betreuer: Dipl.-Ing. Gebhardt (Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik, Jena),  
Dipl.-Ing. Goldberg (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: PD Dr.-Ing. Nagel

BÜRGER, SEBASTIAN

### **Entwicklung eines Sensors zur Bedienung neuartiger LED-Beleuchtungen**

Betreuer: Dr.-Ing. Reifegerste (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Lienig

GOTTSCHALL, SEBASTIAN

### **Prozessmesstechnik zur Schmutzüberwachung von Reinigungsbädern**

Betreuer: Dipl.-Ing. Windisch (IFTE), Dipl.-Ing. Schümann (SITA Messtechnik GmbH)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. Schulze

HEIMPOLD, TOBIAS

### **Entwicklung eines Sensors für die Anwesenheitskontrolle an LED-Beleuchtungen**

Betreuer: Dr.-Ing. Reifegerste (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Lienig

KRASSELT, PETER

### **Analyse der Betriebseigenschaften von Piezoaktoren für die Anwendung in Präzisions-Positioniersystemen**

Betreuer: PD Dr.-Ing. Nagel (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: PD Dr.-Ing. Nagel

LEHMANN, SEBASTIAN

### **Ladungsgesteuerter Betrieb mikromechanischer Fabry-Pérot-Filter**

Betreuer: Dipl.-Ing. Ebermann (Infratec), Prof. Lienig (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Lienig

LOHRBERG, CAROLINE

### **Entwicklung LTCC-basierter hochempfindlicher Strömungssensoren**

Betreuer: Dr.-Ing. Neubert (IFTE), Dr.-Ing. Ziesche (FhG IKTS)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Lienig

MÜLLER, JAN

**Entwicklung und Konstruktion einer Messeinrichtung zur Prüfung von Zugkräften an Atemschläuchen und Atemschlauchadaptern**

Betreuer: PD Dr.-Ing. Morgenstern (Institut für Biomedizinische Technik), Dipl.-Ing. Weiss (Dräger Medical GmbH), Dipl.-Ing. (FH) Mühlbauer (Dräger Medical GmbH)

Verantwortlicher Hochschullehrer: PD Dr.-Ing. Nagel

NÖCKEL, DANILO

**Haptikoptimierung von mechanischen Tastenkonzepten**

Betreuer: Dipl.-Ing. Birnstein (TechniSat Dresden GmbH), Dipl.-Ing. Währisch (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: PD Dr.-Ing. Nagel

SCHEFFEL, ROBERT

**Entwicklung eines Umgebungslichtsensors für neuartige LED-Beleuchtungen**

Betreuer: Dr.-Ing. Reifegerste (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Lienig

SCHÖTTKE, STEFAN

**Entwicklung und Verifikation eines Elektromigration-Versuchsstandes**

Betreuer: Dipl.-Ing. Thiele (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Lienig

SCHRÖTER, JÖRG

**Geregelter Betrieb mikromechanischer Fabry-Pérot Spektrometer**

Betreuer: Dipl.-Ing. Ebermann (Infratec), Prof. Lienig (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Lienig

STOPPE, THOMAS

**Generatoren auf Basis des Formgedächtniseffekts**

Betreuer: Dr.-Ing. St. Richter (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: PD Dr.-Ing. Nagel

VOGEL, THOMAS

**Messgerät zur Kontrolle der Benetzung von Oberflächen**

Betreuer: Dipl.-Ing. Windisch (IFTE), Dipl.-Ing. Schümann (SITA Messtechnik GmbH)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. Schulze

ZHIWEI, QU

**Untersuchungen zur Effizienz von LED-Lichtmischeinrichtungen mittels Faseroptik**

Betreuer: Dr.-Ing. Reifegerste (IFTE)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Lienig

ZHONGYING, LUO

**Syntheseoptimierung bei 3D-Schaltungen**

Betreuer: Prof. Lienig (IFTE), Dipl.-Inf. Heinig (Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS)

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Lienig

## 5 Dissertationen

Am IFTE wurden im Jahr 2012 folgende vier Dissertationen erfolgreich verteidigt:

DIPL.-ING. ROBERT FISCHBACH

### Layoutrepräsentationen für den Entwurf dreidimensionaler elektronischer Systeme

Betreuender Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig

Die Elektronik der nächsten Generationen wird sich zunehmend auf das Potenzial der dreidimensionalen Integration stützen, also dem Stapeln und Verbinden mehrerer Schichtkreislagen. Bisher existieren viele technologische Ansätze, die auf dem entstehenden lukrativen Markt konkurrieren. Der rechnergestützte Entwurf erzielt eine hohe Leistungsfähigkeit solcher 3D-Systeme durch das Optimieren der Schaltungselemente. Eine wichtige Voraussetzung dafür sind die zugrunde liegenden Layoutrepräsentationen, also die rechnerinternen Abbildungen der realen Schaltungslayouts. Diese Datenstrukturen werden in der Arbeit anhand einer neuartigen Methode zur Lösungsraumabtastung detailliert analysiert und gegenübergestellt. Darüber hinaus gewährt die Zerlegung von 3D-Layoutrepräsentationen in einzelne Bestandteile Einblicke in deren Eigenschaften und Funktionsweisen. Die ausgearbeiteten Methoden und Richtlinien stellen eine Basis für die Entwicklung zukünftiger Repräsentationen dar. Die erstmals gezeigte Repräsentation "3D Moving Block Sequence" ermöglicht einen produktiveren 3D-Entwurf durch die Fähigkeit, fertige Schaltungsblöcke beliebiger Geometrie wiederzuverwenden. Damit bietet die vorliegende Arbeit Layoutdesignern und Werkzeugentwicklern eine Grundlage für den Entwurf dreidimensionaler integrierter Schaltkreise.

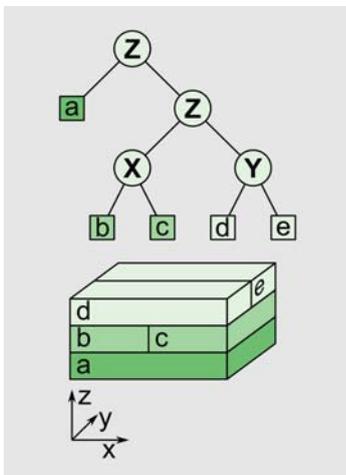
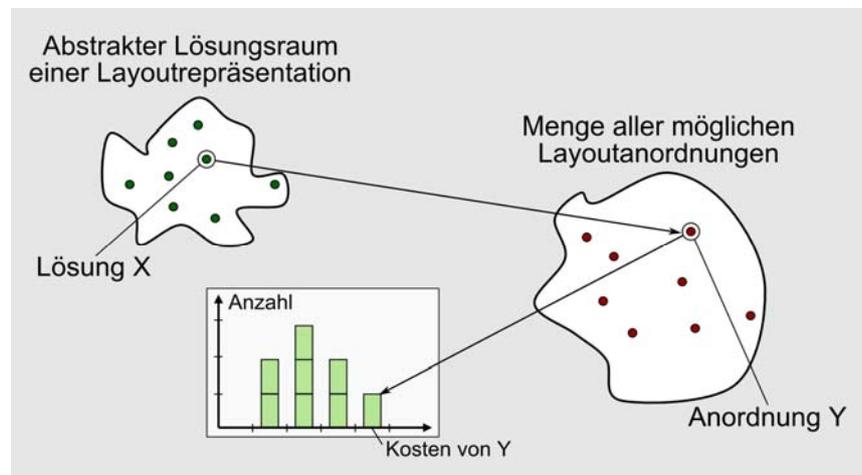


Abbildung einer geometrischen Layoutanordnung am Beispiel eines 3D-Schnittbaums.



Allgemeine Darstellung der Lösungsraumabstastung. Eine abstrakte Lösung X wird in ein geometrisches Layout Y überführt. Die Analyse der generierten Daten offenbart eine große Vielfalt nützlicher Informationen.

### Veröffentlichung:

Fischbach, R.: Layoutrepräsentationen für den Entwurf dreidimensionaler elektronischer Systeme. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 20, Nummer 440. Düsseldorf: VDI Verlag 2012. – ISBN 978-3-18-344020-7.

DIPL.-ING. TILO MEISTER

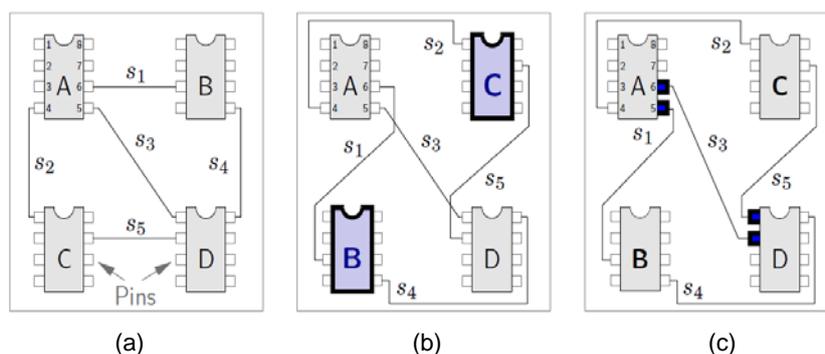
## Pinzuordnungs-Algorithmen zur Optimierung der Verdrahtbarkeit beim hierarchischen Layoutentwurf

Betreuender Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig

Heutige Schaltungstechnologien ermöglichen die Herstellung von Bauelementen mit Hunderten Millionen von Gattern. Eine solche Integrationsdichte erlaubt es, immer mehr Funktionen auf engstem Raum bzw. in einem einzelnen Bauteil zu vereinen. Zwangsläufig steigt dadurch die Anzahl der erforderlichen elektrischen Außenanschlüsse (Pins) pro Bauteil zur Kommunikation mit der Umgebung. Deren Zuordnung zu logischen Signalen hat signifikanten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit eines elektronischen Gerätes.

Die Arbeit behandelt die Optimierung dieser sog. Pinzuordnung und die dafür notwendige Verdrahtbarkeitsvorhersage im hierarchischen Layoutentwurf. Dabei werden bekannte Methoden der Verdrahtbarkeitsvorhersage aus allen Schritten des Layoutentwurfs zusammengetragen, gegenübergestellt und auf ihre Eignung für die Pinzuordnung untersucht. Dies führt schließlich zur Entwicklung einer Vorhersagemethode, die speziell an die Anforderungen der Pinzuordnung angepasst ist.

In der Ausarbeitung werden Methoden der Pinzuordnung entwickelt, algorithmisch formuliert und damit einer Automatisierung zugeführt. Besondere Merkmale der Algorithmen sind ihre Einsetzbarkeit bereits während der Planung des Layouts, ihre Eignung für den hierarchisch gegliederten Layoutentwurf sowie ihre Fähigkeit, die Randbedingungen differenzieller Paare zu berücksichtigen. Die beiden untersuchten Aspekte der Pinzuordnung, Verdrahtbarkeitsvorhersage und Zuordnungsalgorithmen, werden schließlich zusammengeführt, indem die neue entwickelte Verdrahtbarkeitsbewertung zum Vergleichen und Auswählen der formulierten Zuordnungsalgorithmen zum Einsatz kommt. Im Ergebnis kann ein bis dahin manueller, Monate in Anspruch nehmender Optimierungsschritt des Layoutentwurfs durch einen automatisierten und damit sehr viel schnelleren und effektiveren Prozess ersetzt werden.



Einfluss der Pinzuordnung auf die Verdrahtbarkeit: (a) Ausgangssituation ist kreuzungsfrei verdrahtbar, (b) Bauelemente B und C müssen aus z. B. thermischen Gründen vertauscht werden, die Verdrahtung ist jetzt nicht mehr kreuzungsfrei, (c) modifizierte Pinzuordnung erlaubt eine kreuzungsfreie Verdrahtung der vertauscht platzierten Bauelemente.

### Veröffentlichung:

Meister, T.: Pinzuordnungs-Algorithmen zur Optimierung der Verdrahtbarkeit beim hierarchischen Layoutentwurf. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 9, Nummer 391., Düsseldorf: VDI Verlag, 2012. - ISBN 978-3-18-339109-7.

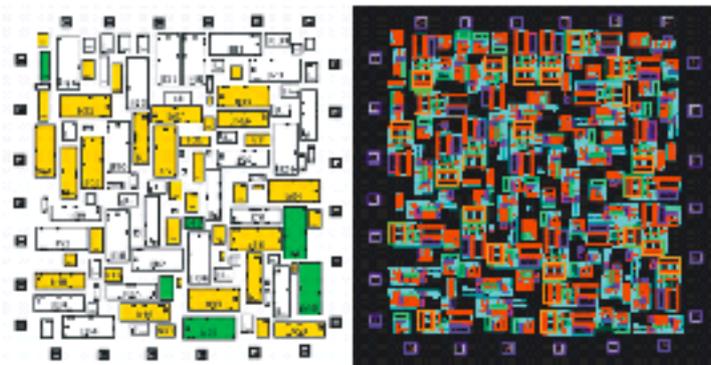
M. SC. AMMAR NASSAJ

### A New Methodology for Constraint-Driven Layout Design of Analog Circuits

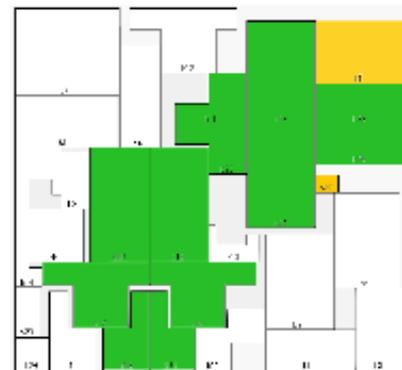
Betreuender Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig

Im Gegensatz zum Digitalentwurf ist der Layoutentwurf analoger Schaltungen bisher wenig automatisiert. Ein wesentlicher Grund liegt darin, dass die zu berücksichtigenden Randbedingungen, wie Symmetrieeorderungen und thermische Anforderungen, sehr vielfältig sind und oft nur in Form von Expertenwissen vorliegen. Hinzu kommt, dass die automatisierte Berücksichtigung der Randbedingungen durch ihre oftmalige Gegenläufigkeit erschwert bzw. unmöglich ist. Zur Beseitigung dieser Einschränkungen wird in dieser Arbeit eine neue Constraint-geführte Entwurfsmethode entwickelt, welche die automatisierte Berücksichtigung von Randbedingungen (Constraints) während sämtlicher Entwurfsschritte ermöglicht.

Diese Methode beinhaltet eine allgemeingültige und flexible Constraint-Repräsentation und -Transformation. Dabei lassen sich neue Arten von Constraints nach Bedarf definieren. Ebenfalls bereitgestellt werden Strategien zum Auflösen von Constraint-Widersprüchen. Anhand der automatischen Platzierung analoger Schaltungen erfolgt die experimentelle Verifikation der Methode. Das entwickelte Platzierungs-Tool nutzt eine adaptive Constraint-Wichtung, was die Suche in dem aufgespannten Lösungsraum optimiert. Die Anwendung des vorgestellten Verfahrens ist insbesondere sinnvoll, wenn zahlreiche verknüpfte Constraints bei der Layouterstellung zu berücksichtigen sind. Experimentelle Ergebnisse in der IC-Entwurfsumgebung der Robert Bosch GmbH bestätigen die Nutzbarkeit unter industriellen Entwurfsbedingungen sowie eine beeindruckende Zeiteinsparung gegenüber dem manuellen Layout realer Analog- und Mixed-Signal-Schaltungen.



Platzierung einer Schaltung mit 137 Blöcken (links) und Übergabe an Layout Editor in Cadence DFII (rechts)



Platzierung eines modifizierten n30 GSRC Testbenches mit rektilinearen Blöcken unter Berücksichtigung diverser Constraints

#### Veröffentlichung:

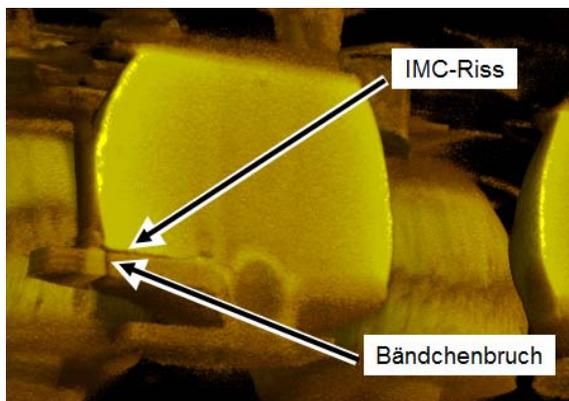
Nassaj, A.: A New Methodology for Constraint-Driven Layout Design of Analog Circuits. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 20, Nummer 424. Düsseldorf: VDI Verlag, 2012. - ISBN 978-3-18-342420-7.

DIPL.-ING. FRANK KRÄMER

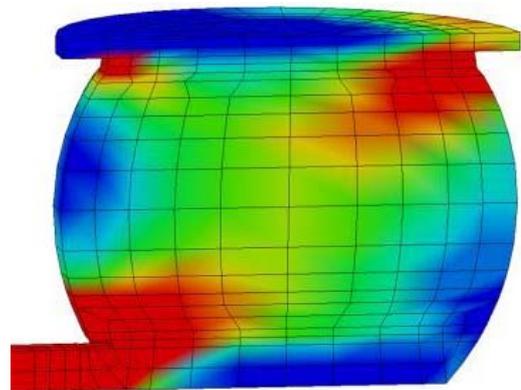
### Beanspruchungsanalyse von BGA-Kontaktstrukturen beim Jedec-Droptest

Betreuender Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig

Der zunehmende Einsatz elektronischer Bauelemente in portablen Geräten stellt eine neue Herausforderung für die Produktentwicklung der Bauelement- und Endproduktehersteller dar. Dieser neue Anwendungsbereich erfordert angepasste Versuchsmethoden, um den zuverlässigen Betrieb der elektronischen Bauelemente während des beabsichtigten Einsatzzeitraumes zu gewährleisten. Somit sind neben den gängigen Temperaturwechselversuchen, mit denen die An- und Ausschaltvorgänge eines Gerätes nachgestellt werden, die Zuverlässigkeit gegen Stoßeinwirkungen zu prüfen. Innerhalb entsprechender Versuchsmethoden findet der Jedec-Droptest die größte Anwendung, da sich dieser Versuch durch die höchste Reproduzierbarkeit seiner Ergebnisse auszeichnet. Die genaue Wirkung dieser Versuchsmethode auf die Lotkontakte, d. h. die Analyse des Schädigungsverlaufes, wurde bisher jedoch nicht detailliert untersucht. In der Arbeit werden daher verschiedene Bauelementtypen getestet, um deren charakteristisches Schädigungs- und Lebensdauerverhalten abzuleiten. Die detaillierte Analyse der hervorgerufenen Schädigungsvorgänge erfolgt anhand von FEM-Simulationen. Diese stellen die experimentellen Bauelementtests nach und ermöglichen so eine genaue Ursachenbestimmung der beobachteten Ausfälle bzw. Lebensdauern. Die Kombination von Experimenten und Simulationen zeigt, dass der Jedec-Droptest verschiedene ultimative Ausfallmechanismen hervorrufen kann. In Abhängigkeit der hervorgerufenen Lotkontaktbelastungen treten komplexe Schädigungsmechanismen auf, deren Entstehung und Wirkung auf die zu erwartende Kontaktlebensdauer mit den Simulationen nachvollziehbar sind. Diese Arbeit erhöht das Verständnis des neuen Zuverlässigkeitsversuches Jedec-Droptest und ermöglicht damit eine zuverlässigere Auslegung von Bauelementen, deren Einsatz in mobilen Endgeräten vorgesehen ist.



Röntgentomografische Untersuchung eines BGA-Lotkontaktes nach der Durchführung des Dropbelastungszyklus



Qualitative Verteilung der plastischen Dehnung im Querschnitt eines BGA-Kontaktes nach einem Droptest als Ergebnis detaillierter FEM-Simulationen

#### Veröffentlichung:

Krämer, F.: Beanspruchungsanalyse von BGA-Kontaktstrukturen beim Jedec-Droptest. Fortschritt-Berichte VDI, Düsseldorf: VDI Verlag, erscheint 2013.

## 6 Veröffentlichungen, Vorträge und Patente im Jahre 2012

### Aktuelle Lehr- und Fachbücher (Gesamtverzeichnis) und Buchbeiträge

- [1] *Bödrich, T.*: Modellbasierter Entwurf von Schwingankerantrieben für Hubkolbenverdichter. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 21, Nr. 394, Düsseldorf: VDI Verlag, 2010. – ISBN 978-3-18-339421-0.
- [2] *Fischbach, R.*: Layoutrepräsentationen für den Entwurf dreidimensionaler elektronischer Systeme. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 20, Nummer 440. Düsseldorf: VDI Verlag, 2012. – ISBN 978-3-18-344020-7.
- [3] *Hertwig, J., Neubert, H., Lienig, J.*: Modeling of Thermal Vias Using CNT-based Composites, Bio and Nano Packaging Techniques for Electron Devices. G. Gerlach, K.-J. Wolter (Eds.). New York: Springer-Verlag, 2012, S. 601-620. – ISBN 978-3-642-28521-9.
- [4] *Jerke, G., Lienig, J., Freuer, J.B.*: Constraint-Driven Design Methodology: A Path to Analog Design Automation. In: Analog Layout Synthesis - A Survey of Topological Approaches. H. Graeb (Eds.) New York: Springer-Verlag, 2011, S. 271-299. - ISBN 978-1-4419-6931-6.
- [5] *Kahng, A., Lienig, J., Markov, I., Hu, J.*: VLSI Physical Design: From Graph Partitioning to Timing Closure. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, Januar 2011. – ISBN 978-90-481-9590-9.
- [6] *Krause, W.*: Grundlagen der Konstruktion - Elektronik, Elektrotechnik, Feinwerktechnik, Mechatronik. 9., vollst. bearb. und erw. Aufl. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2012. – ISBN 978-3-44642650-4.
- [7] *Krause, W.*: Mechanische Übertragungselemente. In: Handbuch Elektrische Kleinantriebe (Hrsg. E. Kallenbach; H.-D. Stölting). 4. Aufl. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2011. – ISBN 978-3-446-42392-3.
- [8] *Krause, W., Lienig, J., Nagel, T., Schick, D.*: Die Geschichte der Feinwerktechnik von der Einführung als akademisches Lehrfach an der Technischen Universität Dresden bis zur Gegenwart. 3. erweiterte Aufl. 2009. (zu beziehen über das Institut).
- [9] *Krause, W.*: Mechanical Transfer Units. In: Handbook of Fractional-Horsepower Drives (Editor: H.-D. Stölting; E. Kaltenbach; W. Amrhein). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. - ISBN 978-3-540-73128-3.
- [10] *Krause, W.*: Konstruktionselemente der Feinmechanik. 3. stark bearbeitete Aufl. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2004. - ISBN 978-3-446-22336-3.
- [11] *Krause, W.*: Gerätekonstruktion in Feinwerktechnik und Elektronik. 3. stark bearbeitete Auflage. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2000. – ISBN 978-3-446-19608-7.
- [12] *Lienig, J., Dietrich, M. (Hrsg.)*: Entwurf integrierter 3D-Systeme der Elektronik, Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Vieweg-Verlag, 2012. – ISBN 978-3-642-30571-9.
- [13] *Lienig, J.*: Geräteentwicklung. Studienliteratur Elektrotechnik-Feinwerktechnik-Mechatronik. Großerkmannsdorf: Verlag Initial, 2012.
- [14] *Lienig, J.*: Herausforderungen bei der Automatisierung des Layoutentwurfs von 3D-Systemen, Entwurf integrierter 3D-Systeme der Elektronik. J. Lienig, M. Dietrich (Hrsg.), Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Vieweg-Verlag, 2012, S. 133-144. – ISBN 978-3-642-30571-9.
- [15] *Lienig, J.*: 3D Design, Bio and Nano Packaging Techniques for Electron Devices. G. Gerlach, K.-J. Wolter (Eds.), New York: Springer-Verlag, 2012 S. 79-96. – ISBN 978-3-642-28521-9.

- [16] *Lienig, J.*: Layoutsynthese elektronischer Schaltungen - Grundlegende Algorithmen für die Entwurfsautomatisierung, Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 2006. – ISBN: 978-3-540-29627-0.
- [17] *Meister T.*: Pinzuordnungs-Algorithmen zur Optimierung der Verdrahtbarkeit beim hierarchischen Layoutentwurf, Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 9: Elektronik/Mikro- und Nanotechnik, Nr. 391, VDI Verlag, Mai 2012, 276 Seiten. – ISBN 978-3-18-339109-7.
- [18] *Meister T.*: Verdrahtungsvorhersage im dreidimensionalen Layoutentwurf, Lienig, J. und Dietrich, M. (Eds.), Entwurf integrierter 3D-Systeme der Elektronik. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, September 2012, S. 175-190. – ISBN 978-3-642-30571-9.
- [19] *Meister, T., Lienig, J., Thomke, G.*: Universal Methodology to Handle Differential Pairs during Pin Assignment. In: VLSI-SoC: Design Methodologies for SoC and SiP. Ch. Pigué, R. Reis, D. Soudris (Eds.) Boston: Springer-Verlag, 2010, S. 22-42. – ISBN 978-3-642-12266-8.
- [20] *Nagel, T., Lienig, J., Bönisch, I., Reifegerste, F., Chilian, G., König, H.*: Anhang Technisches Zeichnen. In: Krause, W. (Hrsg.): Grundlagen der Konstruktion. 9. Aufl. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2012, S. 267-315. – ISBN 978-3-446-42650-4.
- [21] *Nagel, T., Lienig, J., Bönisch, I., Reifegerste, F.*: Technisches Darstellen. Studienliteratur Elektrotechnik-Feinwerktechnik-Mechatronik. Großerkmannsdorf: Verlag Initial 2012.
- [22] *Nagel, T.*: Konstruktionselemente - Formelsammlung. Großerkmannsdorf: Verlag Initial 2010.
- [23] *Nagel, T.*: Zahnriemengetriebe: Eigenschaften, Normung, Berechnung, Gestaltung. München, Wien: Carl Hanser Verlag 2008. – ISBN 978-3446413801.
- [24] *Nassaj, A.*: A New Methodology for Constraint-Driven Layout Design of Analog Circuits. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 20, Nummer 424. Düsseldorf: VDI Verlag 2012. – ISBN 978-3-18-342420-7.
- [25] *Neubert, H.*: Thermische Herausforderungen und ihre Berücksichtigung beim 3D-Entwurf. In Jens Lienig, Manfred Dietrich (Eds.): Entwurf integrierter 3D-Systeme der Elektronik. Springer-Vieweg-Verlag, 2012. S. 191-206.
- [26] *Neubert, H.*: Uncertainty-Based Design Optimization of MEMS/NEMS. In Gerald Gerlach, Klaus Wolter (Eds.): Bio and Nano Packaging Techniques for Electron Devices - Advances in Electronic Device Packaging 123. Springer-Verlag, 2012. S. 119-140.
- [27] *Reifegerste, F.*: Modellierung und Entwicklung neuartiger halbleiterbasierter Beleuchtungssysteme. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 21, Nummer 386, Düsseldorf: VDI-Verlag, 2009. – ISBN 978-3-18-338621-5.
- [28] *Richter, S.*: Bauformen, Dimensionierung und Gestaltung hochübersetzender Getriebe mit miniaturisierten Zahnriemen. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 1, Nummer 411. Düsseldorf: VDI Verlag, 2011. – ISBN 978-3-18-341101-6.

## Aufsätze in Zeitschriften und Tagungsbänden

- [29] *Bindl, E., Ziske, J., Neubert, H.*: Short Circuit Tripping Device Based on a Magnetic Shape Memory Alloy – Principle Design and Model Based Optimization. ACTUATOR 2012, 13th International Conference on New Actuators, Bremen, Germany, 18-20 June 2012, S. 679-682. – ISBN 978-3-933339-19-5.
- [30] *Bödrich, T., Süßenbecker, M., Lienig, J.*: Electrodynamic Feed Units for Small Machine Tools. Tagungsband 12<sup>th</sup> euspen International Conference, Stockholm, 04.-08.06.2012, S. 519-522.
- [31] *Bödrich, T., Süßenbecker, M., Lienig, J.*: Compact Electrodynamic Feed Modules for Small Machine Tools and Automation. Tagungsband ACTUATOR 2012, 13<sup>th</sup> International Conference on New Actuators, Bremen, 18.-20.06.2012, S. 643-646.
- [32] *Bödrich, T., Süßenbecker, M., Lienig, J.*: Neuartige Vorschubantriebe für kleine Werkzeugmaschinen. wt Werkstattstechnik online 102 (2012) Nr. 7/8, Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag, S. 441-446.
- [33] *Hasselmann, M.*: Experimentelle Herausforderungen bei der Entwicklung neuer Trockenrasierer. Tagungsband zur 6. Fachtagung „Feinwerktechnische Konstruktion“ in Dresden vom 08.11.2012, S. 193-211. – ISBN 978-3-00-038084-6.
- [34] *Hess, R., Jaeschke, A., Neubert, H., Hintze, V., Moeller St., Schnabelrauch, M., Wiesmann, H.-P., Hart, D. A., Scharnweber, D.*: Synergistic effect of defined artificial extracellular matrices and pulsed electric fields on osteogenic differentiation of human MSCs. Biomaterials 33 (2012) 35, S. 8975-8985.
- [35] *Hess, R., Neubert, H., Seifert, A., Bierbaum, S., Hart, D. A., Scharnweber, D.*: A novel approach for in vitro studies applying electrical fields to cell cultures using transformer-like coupling. Cell Biochemistry and Biophysics 64 (2012) 3, S. 223-232.
- [36] *Knechtel, J.*: Nutzung von klassischen IP-Blöcken in 3D-Schaltkreisen, in J. Lienig und M. Dietrich (Herausgeber), Entwurf integrierter 3D-Systeme der Elektronik, Springer-Verlag, 2012, S. 145-174. – ISBN 978-3-642-30571-9.
- [37] *Knechtel, J., Markov, I. L., Lienig, J., Thiele, M.*: Multiobjective Optimization of Deadspace, a Critical Resource for 3D-IC Integration, in Proc. International Conference on Computer-Aided Design, 2012, S. 705-712.
- [38] *Knechtel, J., Markov, I. L., Lienig, J.*: Assembling 2-D Blocks into 3-D Chips, in IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, 31(2), 2012, S. 228-241.
- [39] *Krause, W.*: Feinstelleinrichtungen. In: Jahrbuch Optik und Feinmechanik 58 (2012), S. 165-176.
- [40] *Lenz, C., Ziesche, S., Partsch, U., Neubert, H.*: Low temperature cofired ceramics (LTCC)-based miniaturized load cells. Electronics Technology (ISSE), 2012 35th International Spring Seminar on, 9-13 May 2012, Proceedings S. 406-411. – ISBN 978-1-4673-2241-6.
- [41] *Meister, T., Lienig J.*: Bewertung der Genauigkeit von Verdrahtungsdichtevorhersagen des Layoutentwurfs, Tagungsband Dresdner Arbeitstagung Schaltungs- und Systementwurf (DASS 2012), Fraunhofer Verlag, Mai 2012, S. 92-97. – ISBN 978-3-8396-0404-5.
- [42] *Mittag, M., Krinke, A., Jerke, G., Rosenstiel, W.*: Hierarchical Propagation of Geometric Constraints for Full-Custom Physical Design of ICs, Proc. Design, Automation and Test in Europe, Dresden: DATE 2012, März 2012, S. 1471-1474.

- [43] *Nagel, T.*: Tagungsband zur 16. Internationalen Fachtagung „Zahnriemengetriebe“ in Dresden vom 18./19.9.2012. – ISBN: 978-3-00-038085-3.
- [44] *Nagel, T.*: Tagungsband zur 6. Fachtagung „Feinwerktechnische Konstruktion“ in Dresden vom 08.11.2012. – ISBN 978-3-00-038084-6.
- [45] *Nagel, T.*: Neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der Zahnriemengetriebe. *Antriebstechnik* 12/2012, S. 29-33.
- [46] *Reifegerste, F.*: LED-Leuchten - Entwicklungstrends und Umsetzungsbeispiele, Vortrag zur 6. Tagung "Feinwerktechnische Konstruktion", Dresden, 8.11.2012. – ISBN 978-3-00-038084-6.
- [47] *Schirmer, J.*: Gestaltoptimierung der Riemenkante zur Verschleißreduzierung. *antriebstechnik*. Reihe 12/2012. – ISSN: 07228546.
- [48] *Schirmer, J., Nagel, T.*: Gestaltoptimierung der Riemenkante zur Verschleißreduzierung. Tagungsband zur 16. Internationalen Tagung Zahnriemengetriebe in Dresden vom 18./19.9.2012. S. 4-16. – ISBN: 978-3-00-038085-3.
- [49] *Schlabe, D., Lienig, J.*: Energy Management of Aircraft Electrical Systems - State of the Art and Further Directions, Proc. Electrical Systems for Aircraft, Railway and Ship Propulsion (ESARS), Bologna, Italy, Oct. 2012, S. 1-6.
- [50] *Süßenbecker, M., Bödrich, T., Lienig, J.*: Test and Comparison of Different State Space Controllers for a Small Electrodynamical Feed Unit. Tagungsband MECHATRONICS 2012, 13<sup>th</sup> Mechatronics Forum International Conference, Bd. 1, Linz, Österreich, 17.-19.09.2012, S. 163-170.
- [51] *Thiele, M., Lienig, J.*: Der Feind auf dem Chip — Elektromigration in digitalen Schaltungen, *Elektronik*, Heft 2, Feb. 2012, S. 32-36.
- [52] *Thiele, M., Lienig, J.*: Vermeidung von Elektromigration durch kurze Segmentlängen im Layout digitaler Schaltungen, Tagungsband Dresdner Arbeitstagung Schaltungs- und Systementwurf (DASS 2012), Fraunhofer Verlag, May 2012, S. 52-56. – ISBN 978-3-8396-0404-5.
- [53] *Urban, C., Günther, R., Nagel, T., Richter, R., Witt, R.*: Development of a Bendable Permanent-Magnet Tubular Linear Motor. *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 48, no. 8, Aug. 2012, S. 2367-2373.
- [54] *Währisch, S., Wall, C., Nagel, T.*: Haptik- und Akustik –Simulation von Kfz-Bedienelementen. Tagungsband zur 6. Fachtagung „Feinwerktechnische Konstruktion“ in Dresden vom 08.11.2012, S. 155-169. – ISBN 978-3-00-038084-6.
- [55] *Windisch, M., Junghans, T.*: Innovative Hydrogel Sensor Solution for Process Monitoring. Conference Proceedings IMCS 2012 - The 14th International Meeting on Chemical Sensors, 05.2012, S. 1660-1671. – ISBN: 978-3-9813484-2-2, DOI 10.5162/IMCS2012/P2.8.7.
- [56] *Windisch, M., Junghans, T.*: Hydrogel Sensors for Process Monitoring. *Advances in Science and Technology*, Vol. 77 (2013) S. 71-76. – ISBN: 978-3-908158-63-9, DOI: 10.4028/www.scientific.net/AST.77.71.
- [57] *Ziske, J., Bödrich, T.*: Magnetic Hysteresis Models for Modelica. Tagungsband 9<sup>th</sup> International Modelica Conference, München, 03.-05.09.2012, S. 151-158. – DOI: 10.3384/ecp12076151.

## Vorträge ohne veröffentlichte Dokumentation

- [58] *Knechtel, J.*: Physical Design Automation for Reliable 3D Integration, Seminarvortrag Graduiertenkolleg Nano- und Biotechniken für das Packaging elektronischer Systeme, 16. Mai 2012, Dresden.
- [59] *Knechtel, J.*: Physical Design Automation for Reliable 3D Integration, Seminarvortrag am Department of Computer Science and Engineering, Chinese University of Hong Kong, 31. Mai 2012, Hong Kong.
- [60] *Krinke, A.*: Erweiterung der Constraint-Verwaltung in Cadence 6.1.5. Vortrag auf dem Fachgruppentreffen des Fachausschuss 6.6 „Entwurf des Layouts von Schaltungen“ der VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik (GMM) am 6.2.2012 in Hannover.
- [61] *Lienig, J.*: Entwurfsflüsse im Layout -- eine Einführung. Vortrag auf dem Fachgruppentreffen des Fachausschuss 6.6 "Entwurf des Layouts von Schaltungen" der VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik (GMM) am 24.09.2012 in Dortmund.
- [62] *Lienig, J.*: 3D Physical Design: Challenges and Solutions. Seminar an der Concordia University, Dept. of ECE, 21. 8. 2012, Montreal, Kanada.
- [63] *Nagel, T.*: Bionik - ein Thema für die Produktentwicklung in der Gerätetechnik? Vortrag vor Schülern am 22.03.2012 am Erlwein-Gymnasium Dresden.
- [64] *Nagel, T.*: Bionik - ein Thema für die Produktentwicklung in der Gerätetechnik? Vortrag zum Uni-Tag am 09.06.2012 in Dresden.
- [65] *Nagel, T.*: 20 Jahre Johnson Electric Dresden GmbH – 20 Jahre Kooperation mit der TU Dresden. Festrede zum 20-jährigen Firmenjubiläum am 06.07.2012, Dresden.
- [66] *Nagel, T.*: Bionik - ein Thema für die Produktentwicklung in der Gerätetechnik? Vortrag vor Schülern am 13.09.2012 am Erlwein-Gymnasium Dresden.
- [67] *Nagel, T.*: Bionik - ein Thema für die Produktentwicklung in der Gerätetechnik? Vortrag vor Schülern am 14.09.2012 an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dresden.
- [68] *Nagel, T.*: Feinwerk- und Gerätetechnik – Anwendungsfeld der Mikrotechniken. Plenarvortrag zur Tagung Mikromechanik und Mikroelektronik am 23. und 24.10.2012 in Chemnitz.
- [69] *Nagel, T.*: Bionik – Ingenieure lernen von der Natur. Öffentlicher Vortrag am 19.11.2012 im Gymnasium Dresden-Bühlau.
- [70] *Reifegerste, F.*: Komfortfunktionen an LED-Leuchten - Wertsteigerung durch Funktionenintegration, Vortrag zum Kooperationsforum "Netzwerk Licht" - Anwendungschancen neuer Lichttechnologien in Sachsen, 18.10.2012, Freiberg.

## Patente

- [1] *Richter, R.; Witt, R.; Günther, R.; Gräfe, M.; Nagel, T.:* Stopper arrangement for a drug delivery device. DE 12173959.3
- [2] *Richter, R.; Witt, R.; Günther, R.; Raab, P.; Nagel, T.:* Linear actor arrangement. DE 12173960.1
- [3] *Richter, R.; Witt, R.; Günther, R.; Gräfe, M.; Nagel, T.:* Drug delivery device. DE 12173961.9
- [4] *Richter, R.; Witt, R.; Nagel, T.:* Drug container and drug delivery device. DE 12173962.7
- [5] *Richter, R.; Witt, R.; Günther, R.; Nagel, T.:* Drug delivery device. DE 12175388.3
- [6] *Richter, R.; Witt, R.; Günther, R.; Vogel, J.; Nagel, T.:* Arrangement and method for determining a stopper position. DE 12175974.0
- [7] *Wall, C.; Währisch, S.:* Drehsteller. Offenlegungsschrift DE 102011011529 A1 vom 23.08.2012.
- [8] *Wall, C.; Schirmer, J.; Richter, S.; Nagel, T.:* Funktionslos schaltbare elektrische Schaltvorrichtung. Patent DE 10 2009 049 871 B4 erteilt am 18.10.2012.

## 7 Vom IFTE organisierte wissenschaftliche Veranstaltungen

### 16. Internationale Fachtagung „Zahnriemengetriebe“

Tagungsleitung: Priv.-Doz. Dr.-Ing. Thomas Nagel

Organisation: Iris Bönisch, Jens Schirmer, Frank Nagel, Annekathrin Päßler

Hotel Ramada, Dresden, 18./19.9.2012

112 Teilnehmer wurden registriert. Damit gehört diese Veranstaltung offensichtlich zum festen Bestandteil der Terminplanung vieler Entscheidungsträger auf diesem Gebiet der Antriebstechnik. Zehn Fachvorträge zu folgenden Themen wurden gehalten:



- J. Schirmer, Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design, TU Dresden: „Gestaltoptimierung der Riemenkante zur Verschleißreduzierung“.
- S. Basig, Wittenstein AG, Grüşch, Schweiz: „Überwachung von Riemenantrieben durch intelligente Sensorsysteme“.
- F. Ebert; Professur Montage- und Handhabungstechnik, TU Chemnitz: „Simulation ebener Riemengetriebe mit linearer und nichtlinearer Übersetzung“.
- N. van der Aar, Lanxess Elastomers B.V., Niederlande: „The use of Elastomers in belt applications - an overview“.
- Prof. H. Braitinger, CMB Automation GmbH&Co.KG, Kirchheim: „Elektrische Zahnriemenachse als Baukastensystem“.
- Prof. K. Nendel, Professur Fördertechnik, TU Chemnitz: „Magnetische Zahnriemen für Direktantriebe in der Fördertechnik“.
- E. Witt, MEP-OLBO GmbH, Fulda: „Einsatz von technischen Textilien im Antriebsriemen“.
- H. Schulte, ContiTech Antriebssysteme GmbH, Hannover: „Aussagen zur Dauerhaltbarkeit und Medienbeständigkeit von Conti-OIL RUNNER-Zahnriemen“.
- T. Nutt, Arntz Beteiligungs GmbH & Co. KG, Höxter: „Innovative Entwicklungen auf dem Keilriemensektor“.
- Dr. U. Hanke, Institut für Festkörpermechanik, TU Dresden: „Zahnriemengetriebe mit Unrundrädern als Führungsgetriebe“.

Der kulturelle Höhepunkt bestand in diesem Jahr in einer Fahrt mit der Kleinspurbahn von Freital-Hainsberg nach Dippoldiswalde durch den Grund der Roten Weißeritz. Bei Sonnenschein und besser Laune stand dann auch dem Gedankenaustausch im Heidehof Dippoldiswalde nichts im Weg; sicherlich ein bleibendes Erlebnis und eine Empfehlung für alle, die noch nicht dort waren.



## 6. Fachtagung „Feinwerktechnische Konstruktion“

Tagungsleitung: Priv.-Doz. Dr.-Ing. Thomas Nagel

Organisation: Iris Bönisch, Jens Schirmer, Frank Nagel, Annekathrin Päßler, Dr. Rene Richter  
Hotel Ramada, Dresden, 08.11.2012

Zum sechsten Mal war die Arbeitsgruppe „Feinwerktechnische Konstruktionen und Systeme“ des IFTE Gastgeber dieser Tagung.

Anhand von zehn Vorträgen aus Wissenschaft und Wirtschaft wurde anschaulich verdeutlicht, welche spannenden Aufgaben und Herausforderungen bei der Produktentwicklung zu bewältigen sind, welche neuen Technologien zur Verfügung stehen und an welchen neuen Problembereichen geforscht wird. Mit 78 Teilnehmern, darunter auch Studenten der Fachbereiche Feinwerk- und Gerätetechnik aus Chemnitz und Dresden, beginnt sich diese Veranstaltung zu etablieren. Die Zustimmung zu dieser Konferenz war überwältigend groß, wozu die ausgezeichneten Vorträge und die interessanten Exponate der Ausstellung sowie die Betriebsbesichtigung der Fraunhofer Gesellschaft wesentlich beigetragen haben. Folgende Vorträge wurden gehalten:



- Dr. C. Schaeffel (Institut für Mikroelektronik- und Mechatronik-Systeme gemeinnützige GmbH, Ilmenau): „Magnetisch schwebende Plattform zur nm-Positionierung“.
- Prof. R. Theska (Institut für Maschinen- und Gerätekonstruktion, TU Ilmenau): „Nanopositionier- und Nanomessmaschinen“.
- J. Hagedorn (ibH Ingenieurbüro für Feinwerktechnik, Dresden): „Hochleistungsbestückung von Kontaktbauelementen – Feinwerktechnik im Zusammenspiel mit innovativem Maschinenbau“.
- A. Horst (Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden): „Neuartige Apparaturen und ingenieurtechnische Lösungen für Messungen am Synchrotron“.
- Dr. M. Dienel (Mikrosystem- und Gerätetechnik, TU Chemnitz): „MEMS-Schwingungssensoren – Funktion und Applikation in Medizin und Technik“.
- Dr. F. Reifegerste (Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design, TU Dresden): „LED-Arbeitsplatzleuchten – Entwicklungstrends und Umsetzungsbeispiele“.
- S. Währisch (Johnson Electric Dresden GmbH, Dresden): „Haptik- und Akustik-Simulation von Kfz-Bedienelementen“.
- M. Beier (Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, Jena): „Justierdrehen - Technologie zur Herstellung von Objektiven hoher Abbildungsqualität“.
- M. Hasselmann (Braun GmbH, Kronberg): „Experimentelle Herausforderungen bei der Entwicklung neuer Trockenrasierer“.
- T. Rödiger (Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden): „Feinwerktechnische Konstruktionen mit Piezokeramiken“.

Die sich anschließende Firmenbesichtigung der Fraunhofer Gesellschaft Dresden, Institut für Keramische Technologien und Systeme unter Leitung von Dr. Schönecker ermöglichte uns den Einblick in modernste Verfahren zur Erzeugung und Behandlung von Keramiksubstraten und ihr Potential für zahlreiche Anwendungen. Nochmals einen herzlichen Dank an das gesamte Team des IKTS für Ihr Engagement und die erlebnisreichen Führungen!

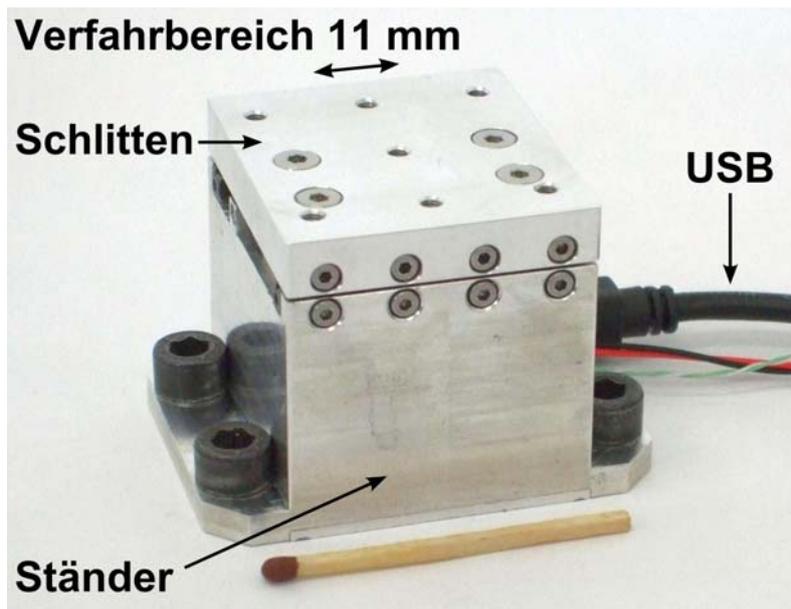
Anschließend waren wir zu Gast in der Eutschützer Mühle, um den Gedankenaustausch bei gutem Essen zu intensivieren. Viele der anwesenden Studenten nutzten die Gelegenheit, mit der Industrie unmittelbar ins Gespräch zu kommen und mögliche Themen für Studien- und Diplomarbeiten abzustimmen.



**Arbeitsgruppentreffen des DFG-Schwerpunktprogramms 1476  
„Kleine Werkzeugmaschinen für kleine Werkstücke“**

Am 27. und 28.02.2012 fand an der TU Dresden ein Arbeitsgruppentreffen des DFG-Schwerpunktprogramms 1476 „Kleine Werkzeugmaschinen für kleine Werkstücke“ statt. Im Plenum, in einzelnen Arbeitsgruppen und im intensiven Austausch vor Postern zu den einzelnen Teilprojekten wurden der Arbeitsstand dargelegt und das weitere Vorgehen unter den 35 Teilnehmern abgestimmt.

Das IFTE stellte sein Teilprojekt „Permanentmagneterregte Direktantriebsmodule für kleine Werkzeugmaschinen“ (s. Seite 15) unter anderem anhand des unten gezeigten Demonstrators vor.



Kompakter einphasiger Lineardirektantrieb für kleine  
Verfahrwege mit integrierter Lageregelung

## Institutskolloquien 2012

### **Aktuelle Entwicklungstrends bei LED-Leuchten**

145. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dr.-Ing. Frank Reifegerste (IFTE), 20.01.2012

### **Energiemanagement des elektrischen Systems von zivilen Luftfahrzeugen**

146. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dipl.-Ing. Daniel Schlabe (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Oberpfaffenhofen),  
03.02.2012

### **Bionik als Schnittstelle zwischen Natur- und Ingenieurwissenschaften**

147. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dr.-Ing. Robert Witt (IFTE), 09.03.2012

### **Industrial Design Closure Flow for Timing and Routability in Designs below the 32nm Technology Node**

148. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dr. Gi-Joon Nam (IBM Austin Research Lab, Austin, Texas, USA), 19.03.2012

### **Elektromigration und deren Vermeidung in digitalen Schaltungen**

149. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dipl.-Ing. Matthias Thiele (IFTE), 27.04.2012

### **Besondere Herausforderung einer 3D-FEM-Optimierung eines Zahnriemengetriebes mit Montageabweichungen**

150. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dipl.-Ing. Jens Schirmer (IFTE), 11.05.2012

### **Die elektrische Rasur unter der Lupe: Effekte und ihre messtechnische Erfassung**

151. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dipl.-Ing. Moritz Hasselmann (IFTE), 15.06.2012

### **Modellierung und Optimierung eines Sensor-Aktor-Systems mit magnetischer Formgedächtnislegierung (MSM)**

152. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dipl.-Ing. Enrico Bindl (IFTE), 13.07.2012

### **The Physical Synthesis Flow: A Silicon Reality Check**

153. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dr. Patrick Groeneveld, (Synopsys Inc., Mountain View, CA, USA), 21.09.2012

### **Optimierung der konstruktiv-technologischen Lösung von Hydrogelsensoren**

154. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dipl.-Ing. Markus Windisch (IFTE), 19.10.2012

**Neuartige Ansätze für den Entwurf von 3D-Integrierten Schaltkreisen**

155. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dipl.-Ing. Johann Knechtel (IFTE), 23.11.2012

**Modellierung von Transformatoren mit der Finite-Elemente-Methode**

156. Wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.  
Dr.-Ing. Holger Neubert (IFTE), 07.12.2012

## 8 Weitere Ereignisse und Aktivitäten

### 8.1 Mitarbeit in Gremien; Gutachtertätigkeit

PROF.DR.-ING.HABIL. JENS LIENIG

- Mitglied des Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)
- Mitglied der Circuits and Systems Society
- Mitglied von ACM´s Special Interest Group Design Automation (SIGDA)
- Stellvertretender Sprecher der Fachgruppe "Entwurf des Layouts von Schaltungen" der VDE/VDI-GMM
- Co-Chair der University Booth und Topic-Co-Chair „Physical Design and Verification“ der DATE-Konferenz 2012 (Design, Automation and Test in Europe) in Dresden
- Gutachter u. a. für IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems; Design Automation Conference (DAC); Design, Automation and Test in Europe Conference (DATE); INTEGRATION, The VLSI Journal
- Mitglied des Fachbeirates der Zeitschrift „Mechatronik“

PROF. I.R. DR.-ING. HABIL. DR. H. C. WERNER KRAUSE:

- Ordentliches Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech)
- Ordentliches Mitglied der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig
- Ehrenmitglied des Vereins für Feinmechanik und Optik in Rumänien (AMFOR)
- Mitglied des Arbeitskreises Mikro- und Feinwerktechnik der Universitätsprofessoren
- Mitglied des VDI-Ausschusses A 225 Thermoplastische Zahnräder

PROF. I.R. DR.-ING. GÜNTER RÖHRS:

- Ehrenmitglied der European Interconnect Technology Initiative e.V. (EITI) beim ZVEI

PRIV.-DOZ. DR.-ING. THOMAS NAGEL:

- Mitglied des erweiterten Senats der TU Dresden
- Mitglied der Senatskommission Lehre an der TU Dresden
- Tagungsleiter der Internationalen Konferenz Zahnriemengetriebe 2012
- Tagungsleiter der Konferenz Feinwerktechnische Konstruktion 2012
- Mitglied des Fachbeirates der Zeitschrift „antriebstechnik“, Vereinigte Fachverlage Mainz
- Mitglied des Beirates IMPRO - Interessenverband Metall- und Präzisionstechnik Osterzgebirge e.V.
- Mitglied im Normenausschuss Kautschuktechnik des DIN



## 8.2 Auszeichnungen und Preise

DIPL.-ING. SÜßENBECKER, MICHAEL

**Saia-Preis Feinwerktechnik 2012** in Würdigung seiner Diplomarbeit „Ansteuerelektronik für einphasige permanenterregte Stellantriebe und deren Programmierung“, vergeben durch die Johnson Electric Dresden GmbH, verliehen am 09.11.2012 in Dresden.

## 9 Geplante Veranstaltungen des IFTE im Jahr 2013

### 17. Fachtagung Zahnriemengetriebe

Hotel Ramada, Dresden, 17. / 18. September 2013

### 7. Tagung „Feinwerktechnische Konstruktion“

Hotel Ramada, Dresden, November 2013