

Der Vertiefungsfunke

Magazin der Fachschaft Elektro- und Informationstechnik
des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)





Impressum.....	2
Editorial.....	3
Grüßwort der VDE-Hochschulgruppe.....	4
Zentrale Studienberatung am KIT.....	5
V2: Signalverarbeitung.....	6
V3: Biomedizinische Technik.....	7
V4: Elektromobilität.....	8
V5: Regelungs- und Steuerungstechnik.....	9
V6: Elektrische Antriebe und Leistungselektronik.....	10
V7: Adaptronik.....	11
V8: Information und Automation.....	12
V9: Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik.....	13
V10: Optische Technologien.....	14
V11: Hochfrequenztechnik.....	15
V12: Photonics.....	16
V13: Systems Engineering.....	17
V14: Nachrichtensysteme.....	18
V15: Mikro- und Nanoelektronik.....	19
V16: Kommunikationstechnik.....	20
V17: Information and Communication.....	21
V18: Regenerative Energien.....	22
V19: Ausrüstungssysteme der Luft- und Raumfahrt.....	23
V21: System-on-chip.....	24
V22: Mikro-, Nano- und Optoelektronik.....	25
V23: Elektrische Energiesysteme und Energiewirtschaft.....	26
V24: Electrical Power Systems.....	27
V25: Sensorsystem.....	28
V26: Applied Superconductors Engineering.....	29
Institutsvorstellungen.....	30



Impressum

Herausgeber und Druck

Fachschaft Elektro- und Informationstechnik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Ansprechpartner der Redaktion

Michel Brodatzki

Verantwortlich im Sinne des Presserechts

Tilman Pfersdorff

Kontakt

E-Mail: funke@fs-etit.kit.edu
Web: <https://fs-etit.kit.edu>
Tel.: 0721 / 608- 43783
Fax: 0721 / 608-943783

Postanschrift

Fachschaft Elektro- und Informationstechnik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Der Funke – Magazin der Fachschaft ETIT
Geb. 11.10 (ETI)
76128 Karlsruhe

Öffnungszeiten der Fachschaft

Die Öffnungszeiten der Fachschaft findet ihr auf unserer Homepage unter „Öffnungszeiten“.

Die Redaktion distanziert sich von den Inhalten gezeichneter Artikel. Die Verantwortung hierfür liegt ausschließlich beim Verfasser.



Liebe Lesenden,



Nicht Autor dieses Editorials, wohl aber Verantwortlicher im Sinne des Presserechts.

Fachschaftsleiter:

Tilman Pfersdorff

diesen Funken in den Händen haltend steht ihr nun wahrscheinlich kurz vor der Entscheidung, welche Vertiefungsrichtung oder welche Wahlfächer ihr in den kommenden Semestern wählen sollt. Um euch bei der Entscheidungsfindung zu helfen und um euch einen kleinen Einblick in die Möglichkeiten, wie ihr eure letzten Bachelorsemester und euer Masterstudium gestalten könnt, zu ermöglichen, haben wir, wie jedes Jahr, wieder diese Sonderausgabe unseres Fachschaftsmagazins „Der Funke“ veröffentlicht.

Der erste Teil des Vertiefungsfunkes befasst sich mit den Vertiefungsrichtungen, die ihr im Master wählen könnt. Bei diesen Artikeln findet ihr auch immer die Kontaktdaten der Ansprechpartner, die euch eure Fragen zur jeweiligen Vertiefungsrichtung kompetent beantworten und euch dahingehend beraten können. Im zweiten Teil haben die Institute unserer Fakultät die Chance genutzt, euch ihre Arbeit und ihre Forschungsthemen vorzustellen. Wie die letzten Male sind mittlerweile auch die Institute am Campus Nord mit dabei.

Die Vertiefungsrichtungen fallen nicht vom Himmel – sie sind an einem oder mehreren Instituten verankert und werden von den dortigen Dozenten weiterentwickelt. Da sie mit der wissenschaftlichen Entwicklung schreiten, hilft hier nur: Schritt halten! Schaut euch die Vertiefungsrichtungspläne an, lest euch in Vorlesungen ein und sprecht mit den Zuständigen über die Fragen, die sich durch die Vertiefungsrichtungspläne ergeben.

Auch wenn euer Masterstudium noch nicht unmittelbar bevorsteht, lohnt es sich auf jeden Fall, bis dahin einige Wahlvorlesungen zu besuchen, von denen ihr euch vorstellen könnt, dass diese später einmal zu eurer Vertiefungsrichtung passen könnten. So könnt ihr Erfahrungen und Einblicke bezüglich der großen Auswahl an Vertiefungsrichtungen gewinnen.

Nutzt auf jeden Fall die Chance, beim Vertiefungsabend mit den Betreuern der Institute zu sprechen – Fragen kostet nichts, reinschnuppern lohnt sich auf jeden Fall und eure Ansprechpartner könnt ihr dort gut kennenlernen.

Besonderer Dank gebührt dieses Jahr wieder der VDE-Hochschulgruppe, welche die Organisation und Durchführung des Vertiefungsabends übernommen haben.

Interessante Gespräche und nicht all zu viel Kopfzerbrechen wünschen wir Euch!

Eure Funke-Redaktion



VDE Hochschulgruppe KIT

Liebe Kommilitoninnen und Kommilitonen,

wir sind die VDE Hochschulgruppe am KIT und laden euch zum Vertiefungsabend ein! Durch die Wahlmöglichkeiten in den letzten zwei Semestern des Bachelorstudiums und vor allem im Master, könnt ihr Fächer belegen, welche eurem Interesse entsprechen! So könnt ihr eure Stärken weiter ausbauen und euer Studium individueller gestalten. Im Masterstudium müsst ihr euch dann für einen Studienschwerpunkt entscheiden, dafür habt ihr in Karlsruhe so viel Auswahl wie an keiner anderen Deutschen Hochschule! Ihr könnt aus 24 Vertiefungsrichtungen eure Vertiefungsrichtung auswählen.

Die große Auswahl an Vertiefungsrichtungen sorgt jedoch auch dafür, dass die Entscheidung deutlich schwerer fällt. Hierfür gibt es nun den Vertiefungsabend. Alle Institute der Fakultät Elektro- und Informationstechnik kommen zusammen und stellen ihre Schwerpunkte, Forschungsgebiete und Vertiefungsrichtungen vor. Zur Veranschaulichung bringen einige Institute Exponate mit. Das gibt euch die Möglichkeit im Gespräch mit den Assistenten und Professoren das Institut kennen zu lernen, ihre Themengebiete hautnah zu erleben und schon einen Austausch über Bachelor- und Masterarbeiten zu führen. Der Vertiefungsabend ist also die Möglichkeit, euch frühzeitig über die Wahlmöglichkeiten zu informieren und im persönlichen Gespräch eure Fragen zu klären.

Auf dem Vertiefungsabend könnt ihr ebenfalls an unserem Stand vorbeischaun. Hier könnt ihr euch über unsere Arbeit in der Hochschulgruppe informieren und Fragen über alle das Studium betreffende Themen stellen. Denn Engagement im VDE heißt Zugang zu einem internationalen Netzwerk von Ingenieuren zu bekommen! Wir geben euch Möglichkeiten, Verantwortung schon während des Studiums zu übernehmen und exklusive Kontakte zu Professoren und der Industrie herzustellen, die beim Eintritt in die Arbeitswelt helfen können. Außerdem könnt ihr an spannenden Exkursionen teilnehmen, oder einfach nur zu unseren regelmäßigen Stammtischen kommen.

In guter Tradition wird dieser Abend von der VDE Hochschulgruppe in Kooperation mit der Fachschaft und der Fakultät organisiert. Ein besonderer Dank geht an die Fakultät und den VDE Bezirksverein Mittelbaden für die finanzielle Unterstützung.

Wir freuen uns, wenn ihr an unserem Stand vorbeikommt, um euch über uns zu informieren! Es ist immer schön, wenn unsere Exkursionen voll sind und wir neue Ideen und Anregungen bekommen!

Aktuelle Infos gibt es auch immer auf unserer Homepage: www.vde-karlsruhe.de oder ihr schreibt uns eine E-Mail an info@vde-karlsruhe.de

Eure VDE-Hochschulgruppe Karlsruhe

Nächstes Kurzschlusstreffen am 16.07.
um 20:00 Uhr im IEH (Geb. 30.36)
Seminarraum EG



Zentrale Studienberatung am KIT

Das Zentrum für Information und Beratung (zib) kennen Manche noch aus der Zeit vor dem Studium. Es ist die wichtigste Anlaufstelle am KIT für Studieninteressierte und ratsuchende Studierende.

Hier werden die Informationen aus Fakultäten und Verwaltung gebündelt, die zum Absolvieren des Studiums wichtig sind; hier gabeln sich die Wege zu weiteren Ansprechpartnern, sei es bei Prüfungsfragen, Auslandsstudium, finanziellen und sozialen Problemen. Wir nehmen uns Zeit für Gespräche über Studienplanung, -probleme und -entscheidungen. Fünf Berater/innen und eine Infothek stehen den Ratsuchenden zur Verfügung, außerdem ein kleiner Präsenzbestand an Literatur zu Studien- und Berufswahl und Themen der Studiengestaltung und -bewältigung.

Auch die Broschüre „Elektrotechnik und Informationstechnik“ wird vom zib erstellt, ebenso wie die Internetseiten zum Studium am KIT. Ansprechpartnerin für Ingenieurstudierende ist Karin Schmurr. Die Angebote des zib sind im Besonderen:

Für Studieninteressierte

- individuelle Beratungsgespräche nach Vereinbarung zu Studienwahl und -gestaltung, Orientierungsbewertung als Nachweis bei der Bewerbung
- Klärung kurzer Anfragen an der Infothek, per Email oder Telefon
- Infogruppen zu Studiengängen, zur Entscheidungsfindung und zur Bewerbung
- Infobroschüren zu den Studiengängen und zu Themen rund um das Studium
- Veranstaltungen für Lehrer/innen und Eltern
- Internetseiten „kit.edu/studieren“.
- Infoveranstaltungen und Campusführungen für SchülerInnen

Für Studierende

- individuelle Beratungsgespräche nach Vereinbarung zu Themen wie Masterstudium, Schwerpunkte, Prüfungsprobleme, Hochschul- oder Fachwechsel, Auslands- oder Praxissemester..
- Pflichtberatung bei Studiengangwechsel im 3. oder höheren Semester
- Klärung kurzer Anfragen an der Infothek, per Email oder Telefon
- Seminar für Studierende mit Zweifeln am Studium
- offene Beratung ohne Termin am Dienstag Nachmittag
- Materialien für Informationsveranstaltungen
- Infoschriften und Internetseiten.

Wie erreicht man uns?

Telefonisch: 0721/608- 44930

Per email: info@zib.kit.edu oder per Kontaktformular

Vor Ort: Engelbert-Arnold-Str. 2 (Präsidiumsgebäude, Eingang gegenüber Fachschaft ETIT)

Web: www.sle.kit.edu/imstudium/index.php

Öffnungszeiten:

Bei vereinbartem Termin: täglich außer Mittwoch von 09.00 -12.00 und täglich außer Freitag von 14.00 bis 16.00 Uhr.

Ohne Termin: Mittwochs von 14:00-16:30



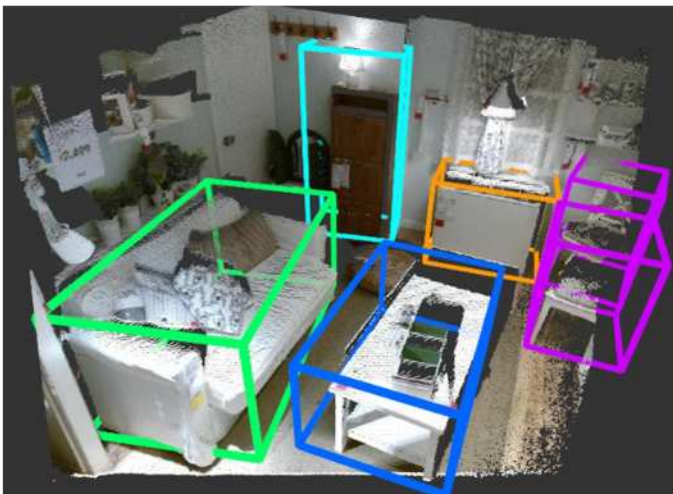
Signalverarbeitung



Die Gewinnung und Verarbeitung von Informationen über das zugrunde liegende System oder seine Umgebung sind in vielen technischen Anwendungen essentielle Aufgaben.

Vor allem durch die stetig steigende Leistungsfähigkeit moderner Digitalrechner bieten sich hierbei immer mächtigere Methoden aus den Bereichen Messtechnik und Signalverarbeitung an. Auch Methoden des maschinellen Lernens spielen eine zunehmende Rolle. Das Augenmerk kann beispielsweise darauf liegen, relevante Information von Störungen zu befreien oder durch Transformation der Eingangssignale erst extrahierbar zu machen. Die Konzentration gewonnener Information in wenige entscheidende Merkmale und die Zusammenführung von Informationen aus mehreren Quellen sind dabei interessante Aspekte.

Das Ziel der Vertiefungsrichtung 2 ist es, eine methodische Herangehensweise an solche und ähnliche Problemstellungen zu vermitteln sowie konkrete Werkzeuge aus den Bereichen der Systemtheorie und Signalverarbeitung aufzuzeigen.



Der Grundlagen- und Pflichtbereich der Vertiefungsrichtung „Signalverarbeitung“ hat das Ziel, die im Bachelorstudium erworbenen theoretischen Grundlagenkenntnisse der Signalgewinnung,

verarbeitung und analyse zu vertiefen und ein breitgefächertes Fachwissen in Ansätzen und Methoden der Signalverarbeitung sowie deren Anwendungsgebieten zu vermitteln.

Dazu gehören z. B. stochastische und schätztheoretische Grundlagen, Modellierungstechniken, Methoden der Signalverarbeitung, Kenntnisse in numerischen Methoden und zur Informationsfusion. Zur praktischen Vertiefung des erlernten Wissens haben die Studierenden die Möglichkeit, verschiedene Anwendungsgebiete wie Bildverarbeitung und auswertung, Nachrichtentechnik oder Messsysteme kennenzulernen.

Im Rahmen des Wahlbereichs können individuelle Schwerpunkte auf spezifische Anwendungsfelder gelegt oder weitere Themengebiete erschlossen werden. Durch die Masterarbeit am Institut wird darüber hinaus ein Einblick in den aktuellen Stand der Forschung gegeben, wobei die Studierenden eigene methodische Ansätze verfolgen können.

Diese methodisch orientierte, anwendungsunabhängige Ausbildung eröffnet den Absolventen der Vertiefungsrichtung eine breite Vielfalt an Tätigkeitsfeldern, unter anderem in der Automatisierungstechnik, Medizintechnik, Kommunikationstechnik, Verfahrenstechnik, Automobilindustrie, Informationstechnik, Sicherheitstechnik und Forschung zu diesen Gebieten.

Euer Ansprechpartner...
...ist der Studienfachberater:

Daniel Leyer (IIT)
daniel.leyer@kit.edu

0721/608-44419



3

Biomedizinische Technik

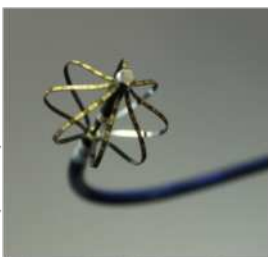


Computermodell des menschlichen Torso mit Herz (orange), Lunge (blau), Leber (dunkelgrün), etc.

In einer Gesellschaft, die nach einem langen und vitalen Leben strebt, hat sich die Medizintechnik zu einer Schlüsselindustrie entwickelt. In dieser Branche werden ingenieurwissenschaftliche Methoden im medizinischen Umfeld angewendet. Dadurch kann die Lebensqualität von Kranken und von

Menschen mit Behinderung erhalten oder zumindest verbessert werden. Aufgrund der hohen Nachfrage ist die Medizintechnik ein stetig wachsender Markt.

Wenn Sie in einem zukunftsweisenden, hoch innovativen Forschungsbereich oder in der Industrie arbeiten und dadurch Menschen zu mehr Lebensqualität verhelfen möchten, dann sind Sie in dieser Vertiefungsrichtung genau richtig.



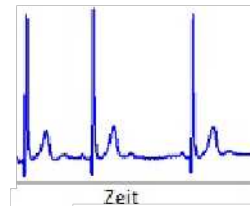
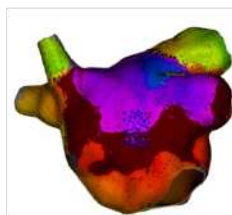
Ein spezieller Katheter zur Messung der Elektrophysiologie im Inneren des Herzens

Um sich den heutigen Herausforderungen der Medizintechnik stellen zu können, benötigen Sie fundierte Kenntnisse der Ingenieur- und Naturwissenschaften. Das Studium vermittelt die Grundlagen der biomedizinischen Messtechnik, der bildgebenden Verfahren in der Medizin sowie der Physiologie und Anatomie des menschlichen Körpers. Hinzu kommt die Möglichkeit das angeeignete theoretische Wissen anzuwenden, z.B. im Praktikum Biomedizinische Messtechnik. Neben den obligatorischen Vertiefungsrichtungsfächern können Sie Ihren medizintechnischen Horizont durch ein großes Angebot an anwendungsbezogenen Wahlfächern erweitern. Als methodische Schwerpunkte bieten sich z.B. Signal- und Bildverarbeitung, maschinelles Lernen, Regelungstechnik, Mikrosysteme, Robotik, Simulation oder Optik an.

Die großen medizintechnischen Forschungsschwerpunkte am KIT liegen in den Bereichen Telemedizin, medizinische Systeme für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, computerassistierte Interventionen, Mikrosysteme für die Medizin, optische Bildgebung sowie Videoverstärkung und virtuelle Realitäten in der Chirurgie.

In der Telemedizin werden neue Methoden der kontinuierlichen Gesundheitsüberwachung im häuslichen

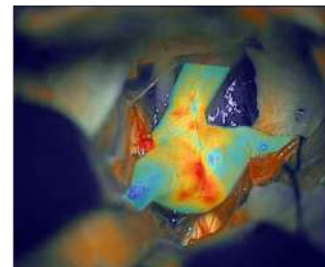
Umfeld entwickelt. Zur besseren Erkennung und Heilung von kardiovaskulären Erkrankungen wie Herzrhythmusstörungen oder Herzinfarkt wird an Computer-modellen des Herzens und an neuen Methoden der Analyse verschiedener Biosignale geforscht. Die Bildgebung, in Kombination mit der Signalanalyse, ist ein Schlüssel zur Ermittlung von physiologisch relevanten Informationen.



Links: Elektroanatomische Karte des linken Vorhofs mit farblich kodierten

Die virtuellen Welten erschließen einen bisher unausgeschöpften Bereich der Medizin und Medizintechnik und eröffnen dem ärztlichen Team neue Möglichkeiten bezüglich Diagnose und Therapie.

Bei fast allen Forschungsprojekten besteht eine enge Zusammenarbeit mit Medizintechnikunternehmen und Kliniken.



Cerebrales Aneurysma. Links unter dem Mikroskop. Rechts Visualisierung aktiver Regionen nach Durchlaufen einer Signalverarbeitungskette

Die Forschungsteams sind stark interdisziplinär, was die Arbeit vielfältig, interessant und motivierend macht. Gerne können Sie schon während Ihres Studiums aktiv in der Forschung mitarbeiten. Dies ist sehr förderlich für Ihre persönliche Entwicklung und wird vom Institut unterstützt.

Eure Ansprechpartner:innen... ...sind die Studienfachberater:innen:

Miriam Weiß (IBT)	0721/608-41579
miriam.weiss@kit.edu	
Axel Loewe (IBT)	0721/608-42790
axel.loewe@kit.edu	
Werner Nahm (IBT)	0721/608-43849
werner.nahm@kit.edu	



Elektromobilität

Der Marktanteil von Fahrzeugen mit elektrifiziertem Antriebsstrang steigt signifikant. Welche Marktanteile die verschiedenen Technologien (Batterie, Brennstoffzelle, Hybride) dabei erreichen werden, ist offen. Allgemein werden der Elektromobilität vor allem in den Städten glänzende Zukunftschancen eingeräumt, weil der Ausstoß des Treibhausgases Kohlendioxid gesenkt werden muss und zudem fossile Treibstoffe nicht unbegrenzt vorhanden sind. Bis dahin sind allerdings noch zahlreiche Fragen auf Technologie- sowie auf Komponentenebene zu beantworten. Dabei geht es um die Auswahl geeigneter Antriebskonzepte, um die Schlüssel-komponenten Batterie, Brennstoffzelle, Leistungs-elektronik und Elektromotor, um Regelungskonzepte und Systemintegration und um eine flächendeckende Versorgung mit regenerativen Energien. Die deutsche Automobilindustrie und ihre Zulieferer unternehmen große Anstrengungen um ihre herausragende Stellung auch im Mobilitätsmarkt der Zukunft zu halten.

Nach den Plänen der Bundesregierung soll die Bundesrepublik zu einem Leitmarkt für Elektromobilität werden. Hierzu sind neue Kompetenzen und Fähigkeitsprofile in der Hochschul-ausbildung sowie bei der Forschungskooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft notwendig. Am KIT wurden bereits Schwerpunkte zum Thema Elektromobilität mit der Automobil- und Zulieferer-industrie definiert (Projekthaus E-DRIVE mit Promotionskolleg), die von der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik in Zusammenarbeit mit der Fakultät Maschinenbau und Chemieingenieurwesen bearbeitet werden. Die enge Verzahnung von Forschung und Lehre am KIT ist die treibende Kraft für die Neugestaltung von Lerninhalten, womit den Studierenden eine adäquate Ausbildung für

ein Arbeiten in der aktuellen Forschung und Entwicklung gesichert wird.

Das Ziel dieses Masterstudiengangs ist folglich die Vorbereitung des Studierenden auf die Anforderungen des hoch dynamischen und komplexen Arbeitsfeldes Elektromobilität, auf dem sich eine große Anzahl an Firmen und Forschungseinrichtungen mit vielfältigen Schwerpunkten betätigen.

Die Vertiefungsrichtung Elektromobilität bündelt daher die Kompetenzen unterschiedlicher Institute am KIT. Die Grundlagenausbildung im Bachelor-Studiengang und die Vorlesungen und Praktika im Masterstudiengang Elektromobilität befähigen Sie, sich schnell und erfolgreich in die neue, interdisziplinäre Thematik einzuarbeiten. Die Pflichtvorlesungen der Vertiefungsrichtung decken daher die verschiedenen Aspekte der Elektromobilität ab: Batterien und Brennstoffzellen als Energiespeicher und -wandler (IAM-ET), Komponenten und Systeme der Leistungselektronik sowie zu Elektromotoren (ETI), der Aufbau einer Infrastruktur zur Energieübertragung (IEH), die Optimierung/Regelung von Antriebs-systemen (IRS) und nicht zuletzt die Fahrzeugtechnik (FAST).

Bei der Zusammenstellung der wählbaren Vertiefungsrichtungsfächer können Sie selbst entscheiden, wo Sie Ihr Wissen weiter vertiefen oder sich in zusätzliche Themenbereiche einarbeiten wollen. Die Wahl von anderen Vertiefungsrichtungsfächern auch außerhalb der Fakultät ist in Absprache mit Ihren Studienfachberatern jederzeit möglich. Grundlagenkenntnisse in den Bereichen Management und Betriebswirtschaft runden Ihr Profil ab.



Eure Ansprechpartnersind die Studienfachberater:

André Weber (IAM-ET)	0721/608-47572
andre.weber@kit.edu	
Rainer Pfeffer (ETI)	0721/608-46526
rainer.pfeffer@kit.edu	
Mathias Kluwe (IRS)	0721/608-43182
mathias.kluwe@kit.edu	
Bernd Hoferer (IEH)	0721/608-43062
bernd.hoferer@kit.edu	



5

Regelungs- und Steuerungstechnik

Regelungs- und Steuerungstechnik ist zentraler Bestandteil nahezu aller technischen Prozesse, wie sie z.B. in der Automobiltechnik, Robotik, Verfahrenstechnik, Maschinenautomatisierung oder der Mechatronik zu finden sind. Ihr Ziel besteht darin, diesen Prozessen ein gewünschtes funktionales Verhalten aufzuprägen und sie damit etwa energieeffizienter, kostengünstiger oder sicherer zu gestalten. Dabei kommt es nicht auf den speziellen Prozess an: die Regelungs- und Steuerungstechnik stellt als eine systemische Querschnittsdisziplin universelle Methoden zur Modellierung, Analyse und Synthese bereit.

In der späteren Berufswelt sind die Absolventen damit nicht nur für die konkrete technische Lösung einer spezifischen Automatisierungsaufgabe zuständig, sondern arbeiten in der Regel interdisziplinär im Team und sind aufgrund ihrer Ausbildung vielfach verantwortlich für den Gesamtsystementwurf.



Vernetzte und automatisierte Energiesysteme

Die Vertiefungsrichtung 5 Regelungs- und Steuerungstechnik liefert den Studierenden im Vertiefungsrichtungs-Pflichtbereich die hierzu erforderlichen Grundlagen und insbesondere methodische Kernkompetenzen, um die vielfältigen automatisierungstechnischen Aufgaben lösen zu können. Diese lassen sich dann im Vertiefungsrichtungs-Wahlbereich zielgerichtet gemäß den individuellen Interessen ergänzen, um den konkreten Bezug zu möglichen Anwendungsfeldern herzustellen. Konkret werden die bereits im Bachelor in der Pflichtveranstaltung „Systemdynamik und Regelungstechnik“ erlernten Grundkenntnisse zum Entwurf von Regelungen und Steuerungen erweitert und systematisch durch moderne Methoden des digitalen modellbasierten Engineerings ergänzt. Dies umfasst zunächst methodisch vertiefende Lehrveranstaltungen zur physikalischen und



Digitaler Zwilling in der Produktion

datenbasierten Modellbildung, zur Optimierung dynamischer Systeme oder zur Regelung von Mehrgrößensystemen. Gleichmaßen werden nichtlineare und robuste Regelungssysteme und optimale Schätzmethoden behandelt.

Die erlernten Verfahren lassen sich dann projektorientiert im Rahmen des Labors Regelungstechnik an einem Versuchsaufbau anwenden und praktisch umsetzen.



Automatisierung beim autonomen Fahren

Ergänzend sind verpflichtend weitere grundlegende Module zu Messtechnik und Informationsfusion, Systementwurf und Signalverarbeitung sowie numerischen Methoden enthalten, um auch die wichtigen Aspekte der Informationsgewinnung und -verarbeitung bei der Automatisierung zu vermitteln.

Am IRS kann das Studium durch Wahlveranstaltungen wie beispielsweise Digital Twin Engineering oder Cyber-Physical Production Systems mit Inhalten zur Informationsmodellierung und Simulation ergänzt werden. Generell bietet der Wahlbereich ohnehin die Möglichkeit, in Absprache mit dem Fachstudienberater nach individuellen Neigungen ausgewählte konkrete Anwendungsgebiete weiter zu vertiefen.

Euer Ansprechpartner ...
...ist der Studienfachberater:

Matthias Kluwe (IRS)

0721/608-43182

mathias.kluwe@kit.edu

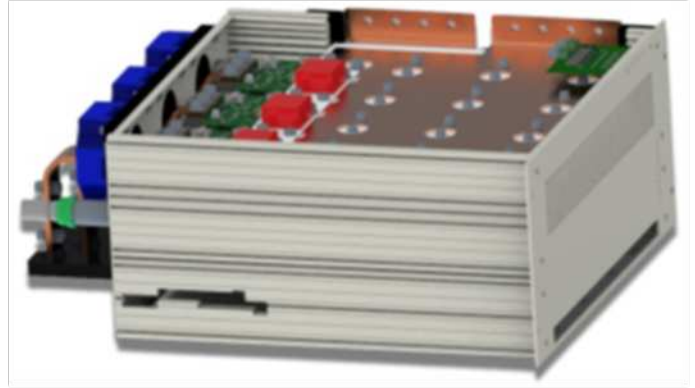


Elektrische Antriebe und Leistungselektronik



Der sichere, wirtschaftliche und umweltschonende Umgang mit Energie ist eine der Hauptaufgaben unserer Gesellschaft für die kommenden Jahre. Eine besondere Rolle spielt hierbei die elektrische Energie, da sie für fast alle wichtigen Anwendungen die optimal transportierbare und steuerbare Energieform darstellt: Antriebe zur Beförderung sowie zur Bearbeitung, Beleuchtungseinrichtungen, Informationsverarbeitung und Informationsübertragung.

Schlüsselkomponenten für die Energieerzeugung, -verteilung und -anwendung sind dabei elektrische Antriebe und leistungselektronische Stellglieder.



Durch den Einsatz von neuen Leistungshalbleitern, sowie intelligenter Signalverarbeitung und innovativen Regelungen dringt die Leistungselektronik in immer neue Anwendungsgebiete vor und wird so zum Beispiel zur Schlüsseltechnologie bei elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugen, Flugzeugen und Schiffen, sowie humanoiden Robotern, Wind- und Solarkraftwerken.



Die für Planung, Entwicklung und Anwendung dieser Technik notwendigen Kenntnisse werden in der Vertiefungsrichtung Elektrische Antriebe und Leistungselektronik vermittelt.

Euer Ansprechpartner...
...ist der Studienfachberater:

Rainer Pfeffer (ETI)
rainer.pfeffer@kit.edu

0721/608-46526



Adaptronik

Der Begriff Adaptronik hat sich in Deutschland seit Jahren etabliert und umfasst einen Technologiebereich, der in den USA und Japan mit „smart materials“ oder „adaptive structures“ bezeichnet wird. Durch die Integration von sensorischen und aktorischen Funktionen in konventionelle technische Systeme lassen sich adaptive Funktionsstrukturen realisieren, die sich an die jeweilige Betriebsumgebung optimal selbst anpassen. Multifunktionale Werkstoffe wie Piezoelektrika, Magnetostriktiva, elektrorheologische Fluide oder Formgedächtnislegierungen, die sich thermisch, elektrisch oder magnetisch aktivieren

lassen und dabei gleichzeitig sensorische und aktorische Aufgaben übernehmen, spielen eine Schlüsselrolle bei der Konzeption adaptronischer Systeme. Das daraus resultierende Potenzial eröffnet für Forschung und Entwicklung neue Wege und Lösungsansätze in den verschiedensten Anwendungsfeldern. Beispiele finden sich in den Bereichen Fahrzeugtechnik, Maschinenbau, Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt in Form von aktiver Schwingungs- und Lärminderung, Formkontrolle und Schadensüberwachung (Structural Health Monitoring).

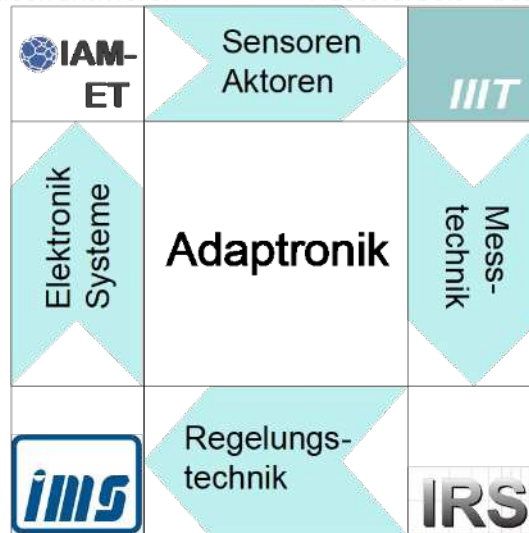
Die Realisierung adaptronischer Systeme erfordert, dass die Teildisziplinen Materialwissenschaft, Regelungstechnik und Informationstechnik von Beginn an in den Entwicklungsprozess integriert werden, und verlangt somit von den angehenden Ingenieurinnen und Ingenieuren eine interdisziplinäre Denkweise. In dieser Vertiefungsrichtung werden deshalb die Kompetenzen aus mehreren Instituten genutzt, um die gewünschte breite Ausbildung zu gewährleisten. Der Katalog an Veranstaltungen berücksichtigt diesen Aspekt: Beispielsweise vermitteln die Vorlesungen Sensoren, Mikroaktorik und Mikrosystemtechnik materialwissenschaftliche Aspekte für Elektrotechniker. Die systemtheoretische Behandlung wird u. a. in den Vorlesungen Optimization of Dynamic Systems und Messtechnik erarbeitet. Inhalte aus der Signal- und Informationsverarbeitung finden sich in Integrierte Systeme und Schaltungen und Communication Systems and Protocols.

Der Wahlbereich bietet den Studierenden die Möglichkeit, je nach Interesse und Neigungen ihr Wissen in den oben genannten Teildisziplinen zu vertiefen. Aufgrund der Breite der Anwendungen adaptronischer Systeme können neben den Lehrveranstaltungen aus der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik auch Fächer aus dem Vorlesungsangebot anderer Fakultäten wie Maschinenbau, Physik und Informatik gewählt werden. Die Auswahl sollte aber frühzeitig mit dem Berater der Vertiefungsrichtung abgesprochen werden. In der Masterarbeit besteht für den Studierenden die

Möglichkeit, aktiv an Forschungsprojekten mitzuarbeiten.

Durch die breit angelegte Ausbildung haben die angehenden Ingenieurinnen und Ingenieure viele berufliche Möglichkeiten. Die ständig steigenden Anforderungen an moderne Systeme führen dazu, dass konventionelle Ansätze zunehmend an die Grenzen des technisch und wirtschaftlich Machbaren stoßen. Das Gebiet der Adaptronik eröffnet neue Möglichkeiten, mittels intelligenter

Systemkomponenten zur Schonung von Rohstoffen, zu einer geringeren Umweltbelastung, zu niedrigen System- und Betriebskosten sowie zu höherer Funktionalität und Leistungsfähigkeit von Systemen beizutragen. Aus diesem Grund beschäftigen sich viele namhafte Firmen und Forschungseinrichtungen mit dieser Thematik.



(Structural Health Monitoring)

Eure Ansprechpartnersind die Studienfachberater:

Wolfgang Menesklou (IAM-ET) 0721/608-47493
wolfgang.menesklou@kit.edu

Mathias Kluwe (IRS) 0721/608-43182
mathias.kluwe@kit.edu

Stefan Wunsch (IMS) 0721/608-44449
stefan.wuensch@kit.edu



Information und Automation

Intelligente Komponenten zur Prozessüberwachung und zur Selbstanpassung an die Betriebsumgebung sind integrale Bestandteile moderner Automatisierungseinrichtungen. Hierzu sind leistungsfähige Methoden der Informations- sowie Regelungstechnik erforderlich, durch die sich immer neue Anwendungs- und Forschungsbereiche eröffnen. Die Anforderungen an solch intelligente Systeme stellen Ingenieure stets vor neue herausfordernde Aufgaben.

Aufbauend auf den im Bachelor-Studiengang vermittelten Grundlagen zur Systemtheorie und Informationstechnik werden in der Mastervertiefungsrichtung 8 „Information und Automation“ vertiefende Methoden zum Entwurf komplexer Systeme behandelt. Die methodische Herangehensweise soll die Studierenden in die Lage versetzen, selbstständig Lösungen zu neuen Problemstellungen zu finden.



Digitaler Zwilling in der Produktion

Die Vertiefungsrichtung wird gemeinschaftlich von den beiden Instituten IIIT und IRS angeboten und setzt sich aus Lehrveranstaltungen zusammen, die sich in zwei Bereiche gliedern lassen: Mit den Modulen im Grundlagenbereich zur Vertiefungsrichtung werden die Grundkenntnisse aus dem Bachelorstudiengang erweitert, um eine Basis für die Pflichtmodule zu bilden.

Die als Vertiefungsrichtungspflichtfächer angebotenen Fächer verfolgen zum einen das Ziel, die Grundlagen für das weite Spektrum der Informations- und Automatisierungstechnik aufzuspannen. Zum anderen sorgen im Sinne der Interdisziplinarität weitere fachrichtungsübergreifende Lehrveranstaltungen mit Inhalte von benachbarten Wissenschaftsgebieten für die erforderliche Breite der Vertiefungsrichtung.

Zu der erforderlichen praktischen Vertiefung des erlernten Wissens ist außerdem in Absprache mit einem der beiden Fach- Studienberater eines der von den Instituten angebotenen Praktika auszuwählen.

Im Dialog mit dem Studienberater können die Studierenden sich dann im Wahlbereich mittels einer Vielzahl von Lehrveranstaltungen in wichtigen Teilgebieten der Automation und Information individuell spezialisieren.



Die wählbaren Module sollen dabei sowohl die Methodenkompetenz weiter vertiefen als auch über eine Spezialisierung in einem der vielfältigen Anwendungsgebiete die Grundlage für eine interdisziplinäre Denkweise schaffen. Mögliche Anwendungsgebiete sind beispielsweise die Automobiltechnik, die Luft- und Raumfahrttechnik, die Fertigungsautomatisierung oder die Robotik.

Eure Ansprechpartnersind die Studienfachberater:

Mathias Kluwe (IRS)	0721/608-43182
mathias.kluwe@kit.edu	
Daniel Leyer (IIIT)	0721/608-44419
daniel.leyer@kit.edu	



9 Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik

Deutschland will weltweit Vorreiter in Sachen Energie werden. Die Ziele der Energiewende sind ambitioniert und sollen den CO₂-Ausstoß drastisch senken, einmal durch den effizienteren Umgang mit Energie und zum anderen durch deutlich verstärkte Nutzung regenerativer Energien. Hinzu kommt – zumindest in Deutschland – die Abkehr von der Kernenergie. Dieser Wandel betrifft nicht nur die Energieerzeugung sondern insbesondere auch die Energienetze, insbesondere das elektrische Energienetz, aber auch das Gasnetz. Lösungen, an denen die Forschung derzeit arbeitet sind neue Speichertechnologien und deren Energiemanagement, die Entwicklung der Elektromobilität und die Anpassung der Netze an die neuen Anforderungen. Hierbei geht es um die intelligente Betriebsführung (Management) der Verteilnetze und um neue Technologien im Übertragungsnetz. Zu letzterem gehört insbesondere der Ausbau einzelner HVDC-Verbindungen (HVDC = Hochspannungsgleichstrom) zu einem Gleichstromnetz. Ein HVDC-Netz gibt es bis heute noch nicht und ist Gegenstand der aktuellen Forschung. Aufgrund dieser vielfältigen Aufgaben ist die Nachfrage nach gut ausgebildeten Ingenieuren der elektrischen Energietechnik enorm – sowohl seitens der Industrie als auch der Energieversorgungsunternehmen. Aufgrund der umfassenden Neuorganisation der elektrischen Energieversorgung vom Ersatz älterer Kraftwerke durch neue Anlagen, insbesondere auch dezentraler Kleinkraftwerke, über die Einbindung von Speichern in Form von Batterien verschiedenster Art und Größe bis hin zu flexiblen Endverbrauchern bieten sich dem Ingenieur neue Herausforderungen und Gestaltungsmöglichkeiten.



Ingenieure reicht von der Grundlagenentwicklung neuer Technologien und Konzepte, z. B. neuer Schaltungs- oder Regelungskonzepte für HVDC-Anlagen über die Entwicklung neuer technischer Lösungen, z. B. DC-Leistungsschalter, bis hin Optimierung des Netzbetriebs unter der Randbedingung der Wirtschaftlichkeit durch neuartige Algorithmen.

Derzeit findet ein Umbruch der elektrischen Energieversorgung statt. An vielen Stellen wird Neuland betreten, was gerade jungen und gut ausgebildeten, hoch motivierten Ingenieuren Chancen für die Gestaltung unserer Zukunft und ihrer Arbeit bietet. Deutschland hat in vielen Bereichen der elektrischen Energietechnik die Technologieführerschaft. Oft werden große Projekte im internationalen Rahmen bearbeitet, was exzellente Chancen für entsprechend qualifizierte Ingenieure im In- und Ausland mit sich bringt.

Um dieser Vielfalt an beruflichen Möglichkeiten gerecht werden zu können, legt die Vertiefungsrichtung „Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik“ im festen Vertiefungsrichtungsfachbereich zunächst eine breite Wissensbasis: „Batterien und Brennstoffzellen“, „Optimierung dynamischer Systeme“, „Leistungselektronik“ und „Numerische Methoden“. Die Spezialisierung im Bereich der elektrischen Energienetze erfolgt durch die Vorlesungen „Berechnung elektrischer Energienetze“, „Energieübertragung und Netzregelung“ sowie „Hochspannungstechnik I“ und „Hochspannungstechnik II“ und „Hochspannungsprüftechnik“. Ergänzt wird dieser Fächerkanon durch das Energietechnische Praktikum, das gemeinsam vom IEH und dem ETI veranstaltet wird. Im Sinne einer breiten Ausbildung ist es empfehlenswert, sich im Wahlfachbereich thematisch nicht zu sehr einzugrenzen. Energietechnik-Ingenieure sollten auf ein breites Wissen auch aus anderen Fachgebieten verfügen, dazu kann der Wahlfachbereich in idealer Weise genutzt werden.

Der Begriff „Elektroenergiesysteme“ umfasst dabei alle zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie notwendigen Anlagen und Komponenten. Das reicht von Einzelkomponenten wie z. B. den Netzbetriebsmitteln (Transformatoren, Kabelsysteme oder Frequenzumrichter) über moderne Anlagen zur Steuerung der Leistungsflüsse in elektrischen Netzen auf der Basis von Leistungshalbleiterbauelementen (Flexible AC Transmission Systems, FACTS und HVDC-Übertragungssysteme) bis hin zur Optimierung des gesamten Energiesystems, z. B. durch Betrachtung des elektrischen Energienetzes und des Gasnetzes als eine Einheit. Das Aufgabenfeld der Elektroenergie-

Euer Ansprechpartner ...
...ist der Studienfachberater:

Bernd Hoferer (IEH)
bernd.hoferer@kit.edu

0721/608-43062



Optische Technologien

Das 20. Jahrhundert war das Jahrhundert des Elektrons, das 21. wird das des Photons sein, heißt es etwas provokant in der amerikanischen Studie *Harnessing Light*, die sich mit der Bedeutung von optischen Technologien, also mit dem Gebiet der Photonik, für die Gesellschaft im neuen Jahrtausend beschäftigt. In der Tat spielen optische Technologien eine zentrale Rolle in vielen Bereichen des täglichen Lebens: Lichttechnik, die mit immer besseren Methoden und Lampensystemen eine immer bessere und energieeffizientere Beleuchtung sicherstellt, laserbasierte Materialbearbeitung in der industriellen Fertigung, optische Sensorik und optische Nachrichtentechnik sowie die Displaytechnik sind nur einige Beispiele für optische Technologien, die eine wichtige Bedeutung für die moderne Industriegesellschaft haben. Aber auch neuartige

über 950 Milliarden Euro prognostiziert. Aktuelle Trends stellen derzeit Lidar für autonome Fahrzeuge, additive Fertigungstechniken für günstigere und nachhaltigere Elektronik und hybride Laser (III-V HL) für Kommunikationstechnologien und Datenzentren.

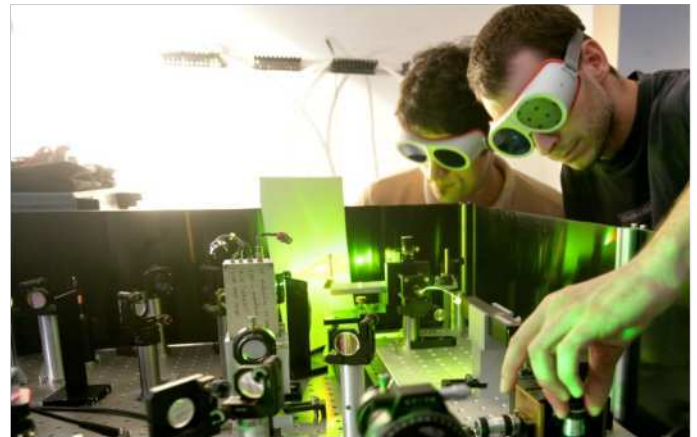
Die Studienvertiefungsrichtung 10 vermittelt eine breite Ausbildung in diesem Bereich und bereitet die Studierenden auf die vielfältigen beruflichen Möglichkeiten rund um die optischen Technologien vor. In den Grundlagen und dem Pflichtbereich wird in 49 ECTS ein grundlegendes Verständnis der optischen Technologien sowohl auf der Bauelementseite als auch auf der Systemseite geschaffen. Hinzu kommen 35 ECTS im Wahlbereich, in denen die gewünschten Themen weiter vertieft werden können.



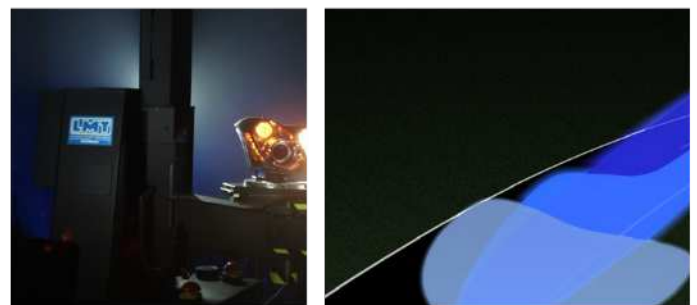
Flexibles Modul aus 25 organischen Solarzellen

Technologien wie die organische Elektronik bilden hier einen Schnittpunkt zwischen Forschung und Industrie.

Offensichtlich handelt es sich bei den optischen Technologien um ein sehr breites, diverses Feld von Anwendungen, in denen es um die Erzeugung, die Übertragung, die Messung und generell die Nutzarmachung von Licht geht. Die Märkte sind gigantisch und betreffen bereits jetzt die der Halbleiterelektronik: 2020 wurden weltweit insgesamt ca. 550 Milliarden Euro im Bereich der Photonik umgesetzt und für das Jahr 2026 sind Steigerungen auf



Forschungsarbeiten im Laserlabor des LTI



Charakterisierung und simulierte Lichtverteilung eines neuartigen Scheinwerfers.

Euer Ansprechpartner...
...ist der Studienfachberater:

Jan Fessler (LTI)
jan.fessler@kit.edu

0721/608-44055



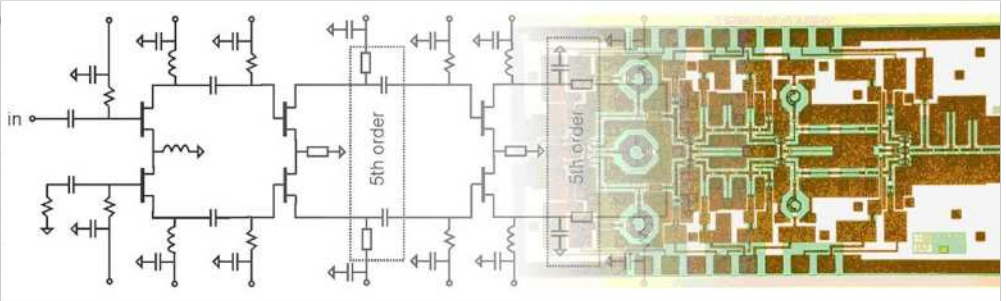
Hochfrequenztechnik

Die Hochfrequenztechnik (HF) ist eine wesentliche Grundlage für alle Funksysteme wie z.B. Rundfunk, Mobilfunk, Satellitenfunk sowie für jegliche Sensorik basierend auf elektromagnetischen Wellen (z.B. Radar). In jüngster Zeit werden allerdings auch bei der Entwicklung extrem schneller Digitalschaltungen wie bei Prozessoren mit Taktraten weit über 1 GHz HF-Experten gesucht (z.B. bei AMD, Intel, Infineon).

Im Automobilbereich ist vor allem die rasante Entwicklung radarbasierter Fahrerassistenzsysteme ein Technologietreiber. Hierbei werden Frequenzen verwendet, bei denen die Wellenlänge im Millimeterwellenbereich (ca. 30 – 300 GHz) liegt. Dies hat den Vorteil, dass das Radarsystem als ultrakompakte Baugruppe realisiert werden kann. Zukünftige Millimeterwellensysteme für Nahbereichs-Radaranwendungen und Kommunikation werden komplette System-on-Chip Lösungen sein, die neben der Hochfrequenzarchitektur auch die Antenne auf dem Chip realisiert haben werden. Namhafte Unternehmen wie Bosch, Continental, Valeo, Hella, ZF sowie Infineon, NXP, Texas Instruments u.v.a. haben ein ausgeprägtes Interesse an diesem Thema. Auch in der Automatisierungstechnik, der Robotik und im Maschinenbau hält die Radarsensorik verstärkt Einzug. Mit der Verlagerung in den mm-Wellenbereich steht auch gleichzeitig eine erweiterte Bandbreite zur Verfügung, die eine hochgenaue Abstandsbestimmung bis in den μm -Bereich auch unter ungünstigen Bedingungen wie Nebel, Rauch oder Staub ermöglicht.

Ein weiterer sehr kapitalintensiver Bereich ist die Satellitentechnik. Hierbei werden Satelliten für Kommunikationssysteme oder zur Fernerkundung der Erdoberfläche oder aber des Weltalls benötigt. Die wichtigsten Komponenten der Satelliten sind hierbei die Leistungsendstufen und die Antennen.

Auch die mobile Funkkommunikation ist nach wie vor ein wichtiges Feld der HF-Technik. Energieeffiziente Geräte und ein enormer Kostendruck sind die Hauptfaktoren für die technologische Entwicklung. Für moderne Kommunikationsendgeräte werden immer mehr Standards definiert (WLAN, WiMax, UMTS, LTE, Bluetooth, GPS etc.), welche möglichst alle von einem kleinen Gerät beherrscht werden sollen. Hierzu bedarf



Schaltbild und Chip-Realisierung eines Frequenzvervielfachers

es nicht nur der Miniaturisierung der Antennen, sondern auch fortschrittlicher Signalverarbeitung, welche z.B. auf den Eigenschaften mehrerer verteilter Antennen beruht, sog. „Intelligente Antennen“.

Ultrabreitbandige Übertragungstechniken ermöglichen enorm hohe Datenraten z.B. für die Verbindung unterschiedlicher technischer Geräte mit einer hohen Störsicherheit auf kurzen Entfernungen oder aber Punktzu-Punkt-Verbindungen im mmW-Bereich. Hierbei sind entsprechende aktive und passive mmW-Komponenten aber auch intelligente Aufbautechniken Gegenstand der Forschung.

Das Thema Störsicherheit (Elektromagnetische Verträglichkeit) hat einen eigenen Stellenwert in der HF-Technik. Die Abschirmung von elektronischen Baugruppen, um die Einkopplung von hochfrequenten Störungen zu vermeiden, ist hierbei unerlässlich.

Viele weitere Themengebiete können genannt werden. So z.B. die Hochleistungsmikrowelle zur Prozessierung von Materialien oder aber die Erzeugung hoher Leistungen bei Frequenzen über 100 GHz für die Kernfusion, welche alle ein tiefes Verständnis der Wechselwirkung hochfrequenter Felder erfordern. Auch in der Medizintechnik spielen hoch-frequenztechnische Fragestellungen eine immer stärkere Rolle, sei es die echtzeitfähige Videoübertragung, die Verbesserung von Magnetresonanztomographen oder bildgebende Verfahren mit Terahertzstrahlung.

Euer Ansprechpartner...
...ist der Studienfachberater:

Mario Pauli (IHE)
mario.pauli@kit.edu

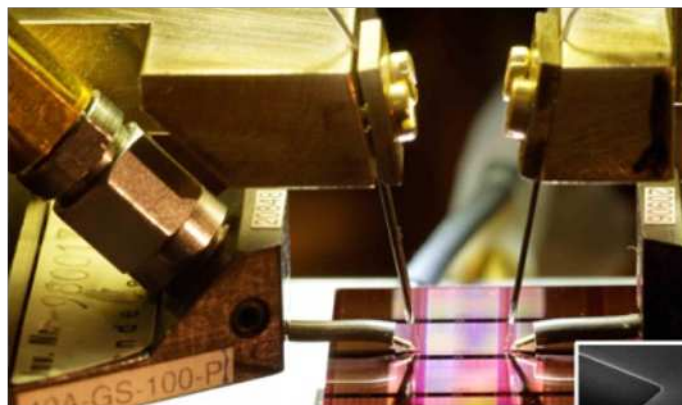
0721/608-46259



Photonics

Die Photonik ist eine Schlüsseltechnologie der modernen Informationstechnik. Optische Kommunikationsnetze ermöglichten die wohl größte technologische Revolution der letzten Jahrzehnte – das Internet. Jede E-Mail, jedes YouTube-Video, jede Onlinebestellung und jedes Telefonat, sei es über Mobilfunk oder im Festnetz, wird heute mit Laserlicht über ein Glasfasernetz übertragen. Darüber hinaus haben optische Sensoren und Messverfahren nicht nur viele industrielle Anwendungen revolutioniert, sondern sind auch zu einer unverzichtbaren Grundlage der Medizintechnik und der Lebenswissenschaften geworden. Mit modernsten Methoden der Nanotechnologie wird es möglich, Tausende von optischen Bauteilen auf einem einzigen Mikrochip zu vereinigen und damit Signale und Datenströme mit Bandbreiten im Terahertz-Bereich zu verarbeiten. Diese Entwicklungen sind das Resultat kontinuierlicher Innovation, beginnend mit der Erfindung des Halbleiterlasers über die Entwicklung verlustarmer Glasfasern und breitbandiger optischer Verstärker bis hin zur integrierten Optik. Die Photonik war und ist geradezu ein Paradebeispiel dafür, wie grundlegendes Wissen genutzt werden kann, um einen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Mehrwert zu schaffen.

Kodierung, die auf die optische Kommunikationstechnik oder die Messtechnik angewendet werden.

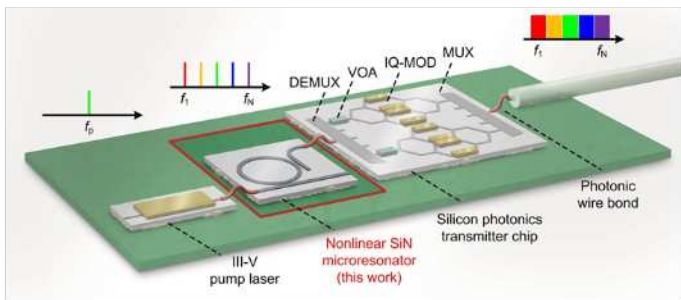


Ein neuartiger, am IPQ entwickelter elektro-optischer Modulator im Test: Hier treffen Nanotechnologie, Hochfrequenzelektronik und Nachrichtentechnik aufeinander.

Am Institut für Photonik und Quantenelektronik (IPQ) forschen wir intensiv an der Zukunft photonischer Technologien für vielfältige Anwendungsfelder, die von der Kommunikationstechnik über die Sensorik bis hin zur Biologie und den Lebenswissenschaften reichen. Regelmäßig publizieren wir unsere Ergebnisse auf international angesehenen Tagungen und in renommierten Zeitschriften.

Vor dem Hintergrund des weiterhin rasch wachsenden Datenverkehrs sowie der zunehmenden Bedeutung der Photonik insgesamt beobachten wir einen rasch wachsenden Bedarf an qualifizierten Fachkräften sowohl in der Industrie als auch in der universitären und außeruniversitären Forschung.

Wir laden Sie herzlich ein, sich z.B. auf unserer Institutswebseite (www.ipq.kit.edu) näher über die Vertiefungsrichtung 12 „Photonics“ zu informieren. Bei Interesse können Sie uns gerne auch persönlich kontaktieren.



Schematische Darstellung eines photonischen Systems, das aus mehreren optischen Mikrochips besteht. Die Chips werden durch Polymerlichtwellenleiter miteinander verbunden, sogenannte photonische Wirebonds, die durch 3D-Laserlithographie hergestellt werden. Photonische Wirebonds können Datenströme von vielen Terabit pro Sekunde übertragen.

Im Masterstudiengang ETIT bietet Ihnen die Vertiefungsrichtung 12 die Möglichkeit, mit der Photonik und der Informationstechnik zwei hochaktuelle und dynamische Zukunftsfelder zu verbinden. In den zugeordneten Lehrveranstaltungen werden theoretische Grundlagen vertieft und in Bezug zu vielfältigen praktischen Anwendungen gestellt. Beispiele hierfür sind die Feldausbreitung in optischen Wellenleitern, der Aufbau und die Funktionsweise von Halbleiterbauelementen wie Fotodioden und Laserdioden, Effekte der nichtlinearen Optik, die zur ultra-schnellen Signalverarbeitung genutzt werden können, das Design optischer Mikrochips, die diese Effekte und Bauteile nutzen, sowie Verfahren der Nachrichtentechnik wie beispielsweise Modulation und

Eure Ansprechpartnersind die Studienfachberater:

Sebastian Randel (IPQ)
sebastian.randel@kit.edu

0721/608-42490

Wolfgang Freude (IPQ)
w.freude@kit.edu

0721/608-42492



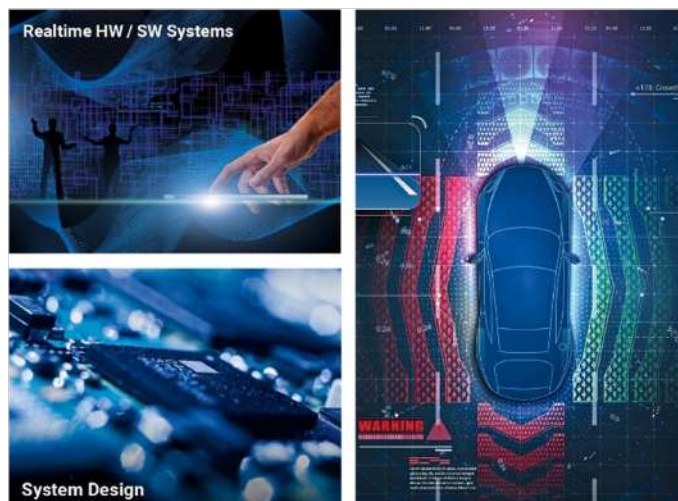
Systems Engineering

In nahezu allen Bereichen des täglichen Lebens und der industriellen Anwendung finden wir sogenannte eingebettete Systeme (Embedded Systems), die über Sensoren die Umwelt aufnehmen, Funktionen berechnen und dann über Aktuatoren Einfluss nehmen. Ob im Auto, in der Bahn, im Flugzeug, in Anwendungen der Industrie 4.0 oder aber auch im Haushalt, überall übernimmt Elektronik Steuerungs- und Regelungsaufgaben. Im Rahmen der Vertiefungsrichtung 13 - Systems Engineering - werden konsequenterweise genau die Fähigkeiten vermittelt, um diese elektronischen, eingebetteten Systeme zu entwerfen oder zu „Engineering“.

Anwendungsfelder

Die Realisierung eingebetteter Systeme basiert einerseits auf anwendungsspezifischen integrierten oder programmierbaren Schaltungen (ASICs, FPGAs etc.) und andererseits in zunehmendem Maße auf Software, die auf Standard-Mikroprozessoren abläuft. Der Trend zu immer mehr Elektronik im Alltag setzt sich ungemindert fort, daher vergrößert sich das Gebiet der Anwendungsfelder stetig weiter. Systems Engineering kommt dabei vorrangig in den folgenden Anwendungsfeldern und Forschungsthemen zum Einsatz:

- Multicore Systeme in sicherheitskritischen Domänen
- Innovative Lösungen zur schnellen und effizienten Codegenerierung
- Sichere SW-Architekturen und EE-Topologien
- Invasives Rechnen
- Maschinelles Lernen
- Cyber Physical Systems
- Optische Umfelderkennung im Automobil
- Sensorik in Medizin und Technik



Im Forschungsbereich Systems Engineering liegt der Fokus dabei auf Methoden und Werkzeugen für den rechnergestützten Entwurf elektronischer Systeme. Daher werden Absolventinnen und Absolventen in der Vertiefungsrichtung 13 die Fähigkeiten für den Entwurf von strukturierten softwarebasierten Systemen vermittelt. Sie beherrschen grundlegende und fortgeschrittene algorithmische Verfahren und besitzen des Weiteren die Fähigkeiten auch kommerziell genutzte Entwicklungswerkzeuge anzuwenden. Durch die Vermittlung dieses Wissens und der stetigen Zunahme an Anwendungsgebieten haben Absolventinnen und Absolventen der Vertiefungsrichtung 13 beste Berufsaussichten und sind für den Einsatz in Forschung, Entwicklung aller Branchen bestens vorbereitet.

Inhalte und Hintergründe

Ziel der Vertiefungsrichtung 13 ist die Vermittlung eines breitgefächerten Fachwissens, wie es zum Entwurf und zur ganzheitlichen Integration Eingebetteter Systeme notwendig ist. Dazu werden in den Veranstaltungen zunächst Prozesse und Methoden von „agil“ bis „V“ für den Entwurf eingebetteter Systeme und System-Verbünde eingeführt und schließlich weiter über alle Abstraktionsebenen präzisiert. Im Anschluss wird die Anwendbarkeit für den Bereich des strukturierten Software-Entwurfs mit graphischen Notationen, systematischen Änderungen und geeigneten Hardware/Software Architekturen mit entsprechenden Testverfahren gezeigt. Dabei spielen Methoden des Rapid Control Prototypings, der Modellbildung und Simulation, der HW- und SW-Synthese und des automatisierten Testens (z.B. XiL) eine vorrangige Rolle.

Des Weiteren wird Wissen rund um das Thema der Smart Sensors vermittelt. Durch eine Auswahl an Praktika in Richtung des Systems Engineering oder des Entwurfs von Hardware/Software Systemen werden auch praktische Anwendungen des Maschinellen Lernens vermittelt. Auf diese Weise können ganzheitliche Systemkonzepte entworfen, untersucht und optimiert werden.

Eure Ansprechpartner sind die Studienfachberater:

Daniel Baumann (ITIV)
daniel.baumann@kit.edu

0721/608-41303

Christian Maximilian Karle (ITIV)
christian.karle@kit.edu

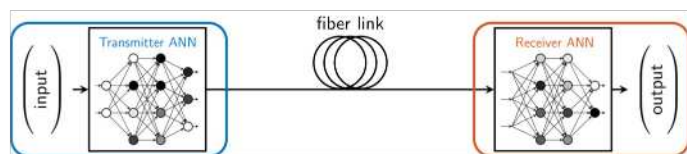
-41324



Nachrichtensysteme

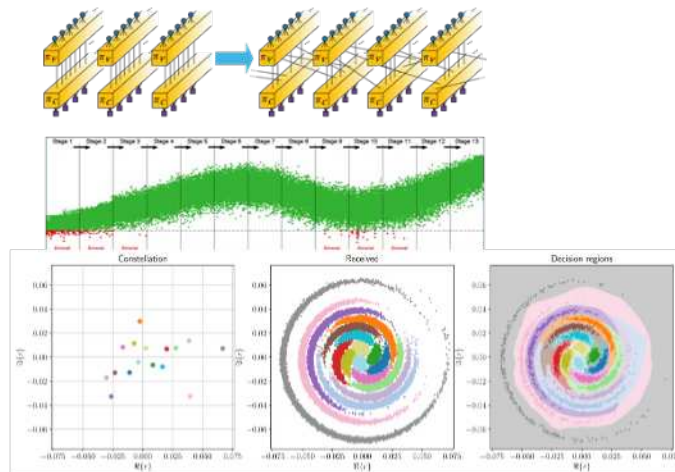
Der Zugriff auf das Internet und Informationen ist in den letzten Jahrzehnten zu einem grundsätzlichen Bedürfnis geworden und muss von jedem Ort und zu jeder Zeit möglich sein. Hierfür ist eine robuste und allzeit verfügbare Nachrichtenübertragung unerlässlich, welche neben dem zellularen Mobilfunk und der drahtlosen Internet-Anbindung auch viele weitere essentielle Dienste umfasst, z.B. kommunizieren, Lokalisierungsdienste mit Satelliten oder lokaler Infrastruktur, Systeme der Automatisierungstechnik tauschen Kontrolldaten aus und Kfz-Systeme basieren auf dem Austausch von Daten zwischen Steuergeräten. Nachrichtensysteme werden auch in den nächsten Jahrzehnten einen wesentlichen Platz in unserem täglichen Leben einnehmen und immer mehr alltägliche Aufgaben durchdringen. In der Vertiefungsrichtung Nachrichtensysteme werden die Studierenden darauf vorbereitet, in diesem Arbeitsgebiet herausfordernde Aufgaben und Tätigkeiten zu übernehmen.

Die Studierenden werden in Grundlagenvorlesungen auf die wesentlichen theoretischen und praktischen Aspekte vorbereitet. Die Grundlagenvorlesung Nachrichtentechnik I bietet eine Einführung in die Themenstellungen des CEL. Basierend auf diesen Grundkenntnissen werden in den weiteren Vorlesungen des CEL im Bachelor und Master verschiedenste Facetten der Nachrichtentechnik beleuchtet. Dabei werden sowohl theoretische Grundlagen vermittelt als auch deren praktische Anwendung betrachtet. Im Praktikum Nachrichtentechnik lernen die Studierenden Phänomene der Signalverarbeitung und der Nachrichtenübertragung anhand von Demonstratoren, die es erlauben wesentliche Funktionen eines Nachrichtensystems nachzubilden, auf Basis von Python und GNURadio kennen.



Die Problemstellungen der studentischen Arbeiten entstammen den aktuellen Forschungsgebieten des Instituts für Nachrichtentechnik, wie etwa der Anwendung maschinellen Lernens in der Kommunikationstechnik, Kanalcodierverfahren, Software-Defined Networks, Augmented Reality & Cyber-Physical Systems. In diesen werden Aufgaben der Nachrichtenübertragung und der Signalverarbeitung mit Hilfe von Simulationen und durch Realisierung auf programmierbaren Funkgeräten untersucht. Für die Realisierung sowohl der Sende- und Empfängeralgorithmien als auch der Methoden des maschinellen Lernens stehen verschiedene Plattformen

zur Verfügung. Neben dem Nachweis der Funktionalität erlaubt dies den Studierenden Einblicke in die Anforderungen, die mit Realisierungsprojekten einhergehen.



Die Einbindung der Studierenden in die Forschungsarbeit des CEL im Rahmen ihrer HiWi-Tätigkeit oder ihrer Abschlussarbeiten sorgt dafür, dass die Absolventen auf dem Stand der Technik sind und zu diesem durch eigenständiges und kreatives Arbeiten beitragen können. Hierbei bestärken sich eine erfolgreiche Lehre und eine Verbesserung der Forschung gegenseitig.

Die Forschung steht am CEL im Zeichen der Kanalcodierung für drahtgebundene und drahtlose Kommunikation, der Anwendung maschinellen



Lernens in der Nachrichtentechnik sowie der 5G-, 6G- und zukünftigen Mobilkommunikation, welche sowohl Signalverarbeitungsaspekte als auch Aspekte des Systemdesigns einschließt. Aktuell werden Fragestellungen aus den Bereichen der effizienten und robusten Hochgeschwindigkeitskommunikation, des maschinellen Lernens in der Kommunikationstechnik, des Software Defined Radio und der energieeffizienten Weitverkehrsnetze für das Internet of Things (IoT) untersucht.

Euer Ansprechpartner...
...ist der Studienfachberater:

Holger Jäkel (CEL)

0721/608-46272

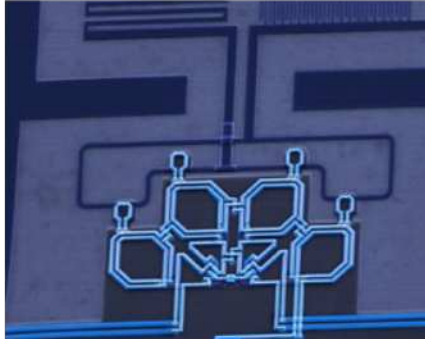
holger.jaekel@kit.edu



Mikro-, Nano- und Quantenelektronik

Kurz und knapp

Blickt man auf die wenigen Jahrzehnte der „integrierten Schaltungstechnik“ zurück, erkennt man, dass die Anzahl der Bauelemente eines integrierten



Schaltkreises sowie deren Leistungsfähigkeit ständig zunimmt, ohne dass hierbei die benötigte Chipfläche wesentlich vergrößert wird. Hierfür sind Entwicklungen im Bereich der modernen Mikro-, Nano- und zunehmend auch im Bereich der Quantenelektronik verantwortlich, die in ihrer Gesamtheit Schlüsseltechnologien für die moderne Kommunikations- und Informationsgesellschaft darstellen.

Anwendungsfelder

Durch die breite Anwendung der Mikro-, Nano- und Quantenelektronik eröffnen sich mannigfaltige Anwendungsfelder in Forschung, Gesellschaft und Industrie, insbesondere im Bereich der

- Informations- und Kommunikationstechnik
- Halbleiterindustrie
- Automobilindustrie
- Luft- und Raumfahrt
- Automatisierungstechnik
- Medizintechnik
- Messtechnik
- Sensorik
- Industrielle Materialprozesstechnik

Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung 15 qualifizieren sich für die Forschung und Entwicklung, aber auch für den technischen Vertrieb und die Projektleitung.

Inhalte und Hintergründe

Heutzutage ist die CMOS-Technik die Standardtechnologie nicht nur für die Herstellung höchstintegrierter Schaltkreise wie Mikroprozessoren und Speicherbausteine, sondern auch für analoge Anwendungen mit geringster Verlustleistung für den Einsatz in batteriebetriebenen Systemen. Auch Kombinationen von CMOS-basierten Elementen mit bipolarer Technik oder mit SiGe-Hetero-Bipolartransistoren erlangen eine immer größere Bedeutung. Darüber hinaus haben die eindrucksvollen Entwicklungen im Bereich der supraleiterbasierten

Quantenelektronik Anwendungen in Wissenschaft, Gesellschaft und Industrie ermöglicht, die ehemals als vollkommen undenkbar galten. Jüngste Entwicklungen zeigen ferner, dass die Realisierung eines Quantencomputers, der zu einer wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Revolution im Bereich des Computing führen wird, in greifbare Nähe gerückt ist.



Im Rahmen der Vorlesungen und Praktika der Vertiefungsrichtung 15 werden die wesentlichen Elemente zum Verständnis von integrierten Bauelementen, dem Design von integrierten Analog- und Digitalschaltungen, „Mixed Signal“ Bausteinen sowie Supraleiter-basierter Quantenelektronik vermittelt. Das Ziel unserer Ausbildung ist ein Ingenieur, der über wesentliche Kenntnisse der modernsten Technologien für den Einsatz von komplexen integrierten Systemen in verschiedenen Bereichen der Informationstechnik und damit über ein solides Wissen im Entwurf, der Simulation und im Testen von analogen und digitalen Schaltkreisen und integrierter Systemlösungen auf einem Chip verfügt. Für Absolventen unseres Studienmodells ergeben sich auf Grund der fundierten Kenntnisse von Analog-, Digital- und Hochfrequenztechnik sowie der Quantenelektronik ausgezeichnete Berufschancen. In den Vorlesungen werden Kenntnisse über bisherige und zukünftige Technologien für höchstintegrierte Schaltungen, sowie die bei einer weiteren Miniaturisierung der Bauelemente zu lösenden Herausforderungen vermittelt. In den Übungen und Workshops zu den Vorlesungen lernen die Studierenden anhand von Beispielen die Werkzeuge für die Simulation und das Design von integrierten Systemen wie z. B. Cadence und Keysight ADS kennen sowie den Umgang mit moderner Quantenelektronik kennen.

Euer Ansprechpartner...
...ist der Studienfachberater:

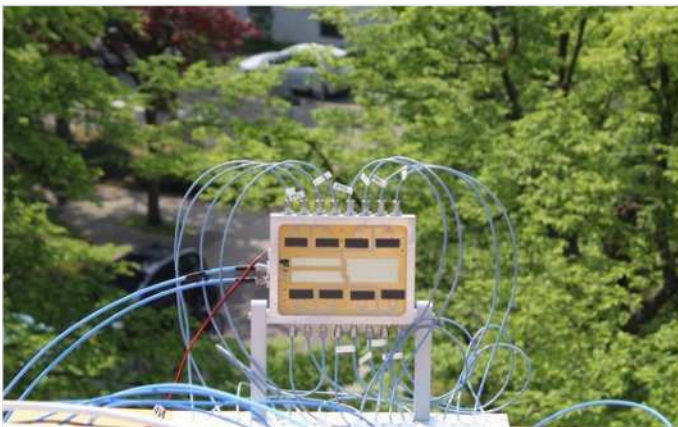
Stefan Wunsch (IMS)
stefan.wunsch@kit.edu

0721/608-44449



Kommunikationstechnik

Die Erfindung der drahtgebundenen Telegrafie war die Grundlage der Nachrichtenübertragung über weite Entfernungen. Nachdem Heinrich Hertz 1887 in Karlsruhe die Existenz elektromagnetischer Wellen nachweisen konnte, kam es in der Folge zu einem enormen Schub in der Weiterentwicklung der drahtgebundenen und dann auch der drahtlosen Telegrafie. Während die drahtgebundene Telegrafie sofort weite Verbreitung fand, spielte die drahtlose Mobilkommunikation im täglichen Leben des Einzelnen bis in die neunziger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts kaum eine Rolle. Erst mit der Einführung der digitalen zellularen Mobilfunksysteme entwickelte sich ein Massenmarkt, dessen Wachstumsaussichten nach wie vor bedeutend sind.



Antennenarray für Kommunikation

Eine wichtige Grundlage für den Betrieb von Mobilkommunikationssystemen ist das Vorhandensein von Festnetzen, die den Verkehr über weite Strecken tragen. Diese transportieren den Verkehr auf Glasfaserbasierten Netzwerken, welche heute die Weitverkehrsnetze bis hinunter zu den Zugangsnetzen dominieren und mit ihren hohen Bandbreiten dem einzelnen Teilnehmer Anwendungen mit Datenraten bis in den Bereich zweistelliger Gigabit/s ermöglichen. Das Zusammenspiel von Funk- und Glasfasersystemen ermöglicht Anwendern nahezu allgegenwärtigen Internetzugang.

Kommunikationsnetze kombinieren daher in der Regel Funk- und Festnetzkomponenten. Dies erfordert ein interdisziplinäres Wissen über die physikalischen Eigenschaften der Mobilfunkkanäle genauso wie z. B. über Antennen, Glasfasern, Sender- und Empfängerprinzipien, Modulationsverfahren, Zugriffsmechanismen, Algorithmen der Codierung und Verschlüsselung sowie Transport- und Steuerungsprotokolle.

Daneben spielt die Informations- und Kommunikationstechnik eine Schlüsselrolle in weiteren Bereichen:

- Mobile und leitungsgebundene Kommunikation
- Automobilindustrie
- Luft- und Raumfahrt
- Medizintechnik
- Sensorik
- Industrieelektronik

Die Vertiefungsrichtung 16 vermittelt die notwendigen theoretischen Kenntnisse und Fähigkeiten für die Berechnung, Entwicklung und Verwendung der notwendigen Techniken.

In Hiwi-Tätigkeiten sowieso Bachelor- und Masterarbeiten ist es möglich, an aktuellen Forschungsprojekten aus fast allen der oben genannten Bereiche, meist in Zusammenarbeit mit der Industrie, mitzuwirken. Hierbei bieten zahlreiche Kooperationen der beteiligten Institute mit Industrie- und Forschungspartnern interessante Möglichkeiten. Eine Vielzahl von Auslandskontakten z.B. mit den USA, England, Italien, Spanien, Südafrika etc. ermöglichen den Austausch im Rahmen von Master- und Bachelorarbeiten sowie Praktika.

Eure Ansprechpartnersind die Studienfachberater:

Holger Jäkel (CEL)	0721/608-46272
holger.jaekel@kit.edu	
Mario Pauli (IHE)	0721/608-46259
mario.pauli@kit.edu	



Information and Communication

The invention of wired telegraphy was the basis of long-distance communications. After Heinrich Hertz was able to prove the existence of electromagnetic waves in Karlsruhe in 1887, there was a huge boost in the further development of wireline and then wireless telegraphy. While wireline telegraphy immediately became widespread, wireless mobile communication hardly played a role in the everyday life of individuals until the 1990s. With the introduction of digital cellular mobile radio systems, a mass market developed, the growth prospects of which are still significant. An important basis for the operation of mobile communication systems is the existence of fixed networks that carry the traffic over long distances. The data is usually transported via fiber-optic-based networks, which today dominate the wide area networks down to the access networks and, with their high bandwidths, enable the individual subscriber to use applications with data rates in the triple-digit Gigabit/s range. The wireless radio network locally accesses the fiber optic networks and enables mobile access to the user.



Communication networks therefore usually combine radio and landline components. This requires interdisciplinary knowledge of the physical properties of mobile radio channels as well as knowledge about antennas, optical fibers, transmitter and receiver principles, modulation methods, access mechanisms, algorithms of coding, modulation and encryption as well as transport and control protocols. Thus, the training areas, based on the mathematical-physical basics, can be found in high-frequency technology and electronics, communications engineering, and optical communication. Communications systems—wireless and wireline—and radar technologies have witnessed a quantum leap in the last years. Mobile communication systems are ubiquitous and are continuously evolving with a roadmap to 6G introducing new technologies and



applications, like joint communication and sensing, and reflective intelligent surfaces. To support the ever-growing data traffic, optical and wireless communication networks evolve both in terms of data rates and networks.

Information and communication engineering plays a key role in numerous technologies

- Mobile and wireline communications
- Automotive industry
- Aerospace sector
- Medical technologies
- Sensor/radar technologies and processing
- Industrial electronics and automation technology

Your main contact partners... ...are the program consultants:

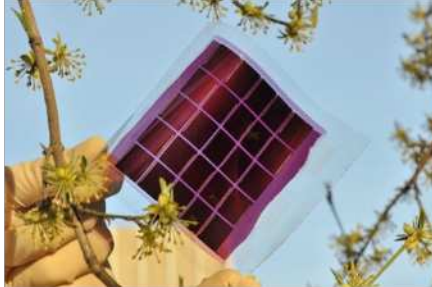
Holger Jäkel (CEL)	0721/608-46272
holger.jaekel@kit.edu	
Mario Pauli (IHE)	0721/608-46259
mario.pauli@kit.edu	



Regenerative Energien

Die effiziente und umweltschonende Erzeugung, Übertragung und Speicherung elektrischer Energie ist die Grundvoraussetzung für eine wirtschaftlich leistungsfähige und langfristig überlebensfähige Zivilisation. Die Erzeugung elektrischer Energie aus regenerativen, d. h. nach menschlichem Ermessen unerschöpflichen Quellen ist daher ein wichtiges Anliegen unserer Gesellschaft. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Nutzung von Windenergie, Solarenergie aber auch der Wasserstofftechnologie über Elektrolyse und Brennstoffzellen haben sich inzwischen zu einem weltweiten Markt mit hohen Wachstumsraten entwickelt. Deutsche Unternehmen nehmen in der Nutzung von Wind- und Solarenergie und der Entwicklung der Brennstoffzellen und Elektrolysetechnologie zur großtechnischen Energieerzeugung und Wandlung eine Spitzenstellung in der Welt ein. In den Kontext der regenerativen Energien gehört jedoch nicht nur die Technologie zur Erzeugung elektrischer Energie. Genauso wichtig ist die effektive Speicherung, Übertragung und Nutzung der elektrischen Energie. Hier entstehen durch neuartige Batterietypen, verbesserte Leistungshalbleiter und leistungsfähige Energieübertragungs- und Informationssysteme neue Möglichkeiten zur Regelung der Leistungsflüsse innerhalb der Energienetze. Auch im mobilen Bereich kommen diese Technologien zunehmend zum Einsatz. Emissionsarme Elektrofahrzeuge erfordern hocheffiziente, leistungsfähige elektrische Energie-wandler und Speicher.

Die Entwicklung im Gebiet der regenerativen Energien wird durch hochqualifizierte und engagierte Ingenieur*innen und Wissenschaftler*innen aus allen Bereichen der Elektrotechnik und angrenzender Wissenschaften vorangetrieben. Die Arbeit an diesen zukunftsweisenden Technologien erfolgt in einem internationalen Umfeld und erfordert die Bereitschaft alte Wege zu verlassen, um neue Lösungen für die zukünftige Energiebereitstellung und -nutzung zu finden. Die Aufgabenstellungen überstreichen dabei ein weites Tätigkeitsfeld. Es reicht von der Grundlagenforschung, z. B. im Bereich der Solarzellen, Lithiumbatterien und Brennstoffzellen, über die Konzeption großer Anlagen mit diesen neuen Technologien, die Entwicklung und Projektierung von Baugruppen und Anlagen bereits bewährter Technologien zur großtechnischen Erzeugung elektrischer Energie bis hin zur Entwicklung neuer Lösungen zur Flexibilisierung elektrischer Energienetze durch moderne Leistungshalbleiter und intelligente Betriebsführungsprinzipien.



Ingenieur*innen, die sich auf dem Gebiet der regenerativen Energien erfolgreich betätigen wollen, benötigen eine breite Grundlagenausbildung, wie sie bereits im Bachelorstudiengang vermittelt wird. In den festen Vertiefungsrichtungsfächern der Studienvertiefungsrichtung „Regenerative Energien“ wird dann das nötige Expertenwissen

behandelt. Die Vorlesungen behandeln alle wichtigen Themengebiete von der eigentlichen Erzeugung und Speicherung von elektrischer Energie und den dafür notwendigen Technologien (Solarenergie, Batterien, Brennstoffzellen, Batterie- und Brennstoffzellensysteme) über die Ankopplung der Energieerzeugungsanlagen an elektrische Netze durch Stromrichter (Power Electronics, LE für die PV und Windenergie) bis zur Energieübertragung in Netzen (Erzeugung elektrischer Energie, Energieübertragung und Netzregelung). Abgerundet wird der Pflichtteil der Studienvertiefungsrichtung durch ein Praktikum, das die in Vorlesungen und Übungen erlangten Kenntnisse mit Erfahrungen aus der Praxis verknüpft.

Bei der Zusammenstellung der wählbaren Studienvertiefungsrichtungsfächer können Sie selbst entscheiden, ob Sie Ihr Wissen weiter vertiefen oder sich in verschiedene neue Themenbereiche einarbeiten wollen. Die Wahl von anderen Vertiefungsrichtungsfächern auch aus anderen Fachbereichen ist in Absprache mit Ihrem Studienfachberater jederzeit möglich. Grundlagenkenntnisse in den Bereichen Management und Betriebswirtschaft runden Ihr Profil ab und sichern Ihnen im heutigen industriellen Umfeld einen optimalen Einstieg.

Eure Ansprechpartnersind die Studienfachberater:

Bernd Hoferer (IEH) bernd.hoferer@kit.edu	0721/608-43062
Rainer Pfeffer (ETI) rainer.pfeffer@kit.edu	0721/608-46526
Jan Feßler (LTI) jan.fessler@kit.edu	0721/608-44055
André Weber (IAM-ET) andre.weber@kit.edu	0721/608-47572



19

Ausrüstungssysteme der Luft- und Raumfahrt

Luft- und Raumfahrt bedeuten Forschung, Entwicklung, Bau und Betrieb von Flugzeugen, Raumfahrtsystemen und Satelliten. Die Ideen und Technologien der Luft- und Raumfahrt erweisen sich als Motor für die weltweite Kommunikationsfähigkeit, Mobilität, Sicherheit und nicht zuletzt für die Wirtschaftskraft sowie für die Lebensqualität der nächsten Generation.

Luft- und Raumfahrtprojekte entstehen im Team und mit internationalen Partnern. Jahrzehnte vor dem politischen und wirtschaftlichen Zusammenschluss der europäischen Länder haben Ingenieure, Wissenschaftler und Manager dieser Branche mit Projekten wie Airbus, Ariane, Eurofighter, Eurocopter und der internationalen Raumstation ISS europäische Kooperation praktiziert und darüber hinaus weltweite Partnerschaften aufgebaut.

Luft- und Raumfahrt sind auch im neuen Jahrtausend wichtige Schlüsseltechnologien in wachsenden Märkten mit einem hohen Wertschöpfungspotenzial. Deutschland hat in den Bereichen der Luft- und Raumfahrt große industrielle, technologische und wissenschaftliche Kompetenz. Dahinter stehen hochqualifizierte, motivierte und engagierte Menschen.



Die überlebenswichtigen Zukunftstechnologien werden global durch Ingenieure von heute erdacht und erarbeitet.

Bevor wir Luft- und Raumfahrttechnik einsetzen können, müssen wir Studierende gewinnen, die von dieser Technik fasziniert und bereit sind, sich mit ihren Denkansätzen und Produkten zu beschäftigen. Dieses Potenzial durch konsequente Förderung des Nachwuchses zu erhalten und zu vergrößern, ist ein besonderes Anliegen dieser Vertiefungsrichtung. Es ist ein direkter Weg, die universelle und zugleich spannende Zukunftstechnologie der

Ausrüstungssysteme der Luft- und Raumfahrt im Team der Institute für Hochfrequenztechnik und Elektronik (IHE) und Nachrichtentechnik (CEL) zu erleben.

Im Rahmen der Vertiefungsrichtung Ausrüstungssysteme der Luft- und Raumfahrt werden daher Methoden der Analyse und Synthese komplexer Gesamtsysteme aus den Gebieten der Hochfrequenztechnik und der Nachrichtentechnik zusammengefasst.

Die hier untersuchten Beispiele komplexer Systeme mit ihren vielfältigen Funktionsprinzipien vermitteln dem angehenden Ingenieur die Fähigkeit, in interdisziplinären Teams über die Grenzen einzelner Fachdisziplinen hinaus kreativ wirksam zu werden. Das Ausbildungsziel dieser Vertiefungsrichtung, die Fähigkeit zur Analyse eines komplexen Systems zur quantitativen Erfassung der gegenseitigen Abhängigkeiten seiner Subsysteme und darauf aufbauend zur Synthese zu einem optimierten Gesamtsystem, bilden daher die wesentlichen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Karriere im Sinne des zukünftigen fachübergreifenden Team- bzw. Projektleiters.



Eure Ansprechpartner... ...sind die Studienfachberater:

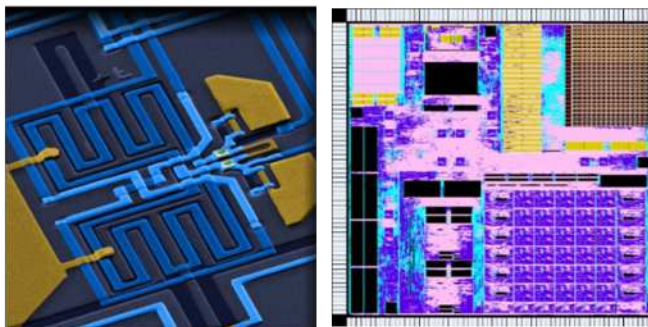
Holger Jäkel (CEL) 0721/608-46272
holger.jaekel@kit.edu

Mario Pauli (IHE) 0721/608-46259
mario.pauli@kit.edu



System-on-chip

Die technologischen Fortschritte der letzten Jahrzehnte im Bereich der Halbleitertechnologie und Mikrosystemtechnik ermöglichen die Integration komplexer elektronischer, mechanischer und optischer Hardware sowie von Software auf einem einzigen Chip. Ein solches System-on-Chip (SoC) besteht in der Regel aus einem Mikroprozessor und mikrosystemtechnischen Komponenten sowie aus rekonfigurierbaren und analogen Schaltungen.



Anwendungsfelder

Durch fortschreitende Integration und Miniaturisierung halten System-on-Chips in immer mehr Anwendungsgebieten und Branchen Einzug. Durch die zunehmende Verbreitung von Smartphones und Smart-TVs in den letzten Jahren ist beispielsweise die Unterhaltungselektronikbranche zu einem wichtigen Markt für hochintegrierte Chips geworden: In Smartphones werden einerseits energieeffiziente und leistungsfähige Mikroprozessoren mit Signalverarbeitung und KI-Beschleunigern benötigt. Andererseits werden aber auch für den Mobilfunkteil des Smartphones und die integrierten Sensoren hochintegrierte Chips verwendet. Im Bereich Smart City und der Automatisierungstechnik sind energieeffiziente SoCs gefragt, die intelligente Sensorik und Kommunikation auf einem Chip vereinigen und dank Energy Harvesting ohne externe Energieversorgung auskommen können. Und auch in weiteren Feldern des IoT, wie beispielsweise im Smart-Home-Bereich, sind kleine und vollintegrierte Sensoren mit Kommunikationstechnologie notwendig.

Hauptanwendungsfelder von System-on-Chips sind:

- Die Automobilindustrie,
- Netzwerk- und Mobilfunktechnik,
- Unterhaltungselektronik,
- Medizintechnik,
- Bildverarbeitung,
- Automatisierungstechnik und
- Messtechnik.

Absolventinnen und Absolventen der Vertiefungsrichtung 21 „System-on-Chip“ beherrschen neben der Fähigkeit zur konsequenten Anwendung von Methoden und Werkzeugen für den Entwurf komplexer Mikrosysteme auf einem Chip und Software-Fertigkeiten auch die systemorientierte, fachübergreifende Betrachtungsweise, um modernste Produkte der Informationstechnik effizient, markt-, zeit- und kostengerecht entwickeln zu können. Sie sind damit optimal für den Einsatz in Forschung und Entwicklung, der Produktleitung und den verschiedenen Bereichen der Mikroelektronik-Industrie allgemein vorbereitet.

Inhalte und Hintergründe

Die Vertiefungsrichtung „System-on-Chip“ behandelt Theorie und Praxis des Systementwurfs anwendungsorientierter integrierter Schaltungen. Behandelt werden Fertigungstechniken für mikroelektronische und mikrosystemtechnische Chips, die Funktion und der Aufbau von integrierten Analog- und Digitalschaltungen, Hardwarebeschreibungssprachen und Algorithmen zum Entwurf und zur Synthese von Digitalschaltungen sowie die Simulation von Digital- und Analogschaltungen. Als Grundlage für diese Themen werden Kenntnisse in Messtechnik, Mikrowellentechnik, Sensorik und dem Systementwurf vermittelt, die in den Bereichen Mikrosystemtechnik, Nanoelektronik, integrierte HF-Schaltungen, Hardware-Software-Codesign und System Engineering in Wahlfächern vertieft werden können.

Eure Ansprechpartnersind die Studienfachberater:

Marc Neu (ITIV)
neu@kit.edu

0721/608-41320

Stefan Wünsch (IMS)
stefan.wuensch@kit.edu

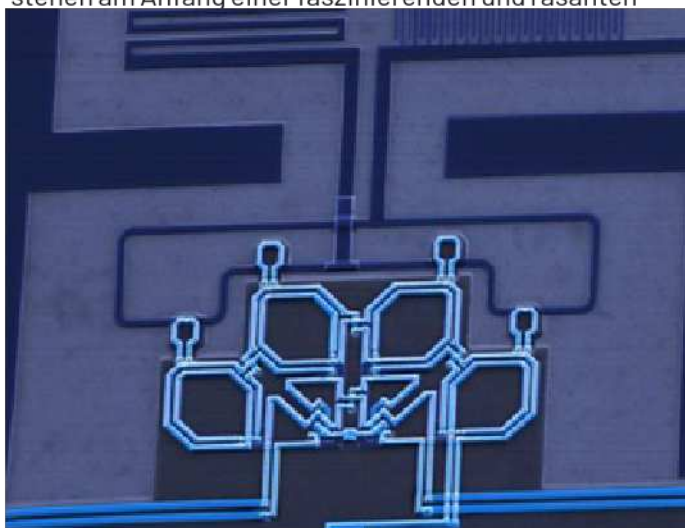
0721/608-44449



22

Mikro-, Nano- und Optoelektronik

Die Mikro-, Nano- und Optoelektronik (MNO) nehmen eine Schlüsselposition in der modernen Industriegesellschaft ein. Die Leistungsfähigkeit von Computern, die Fortschritte in der Automatisierungstechnik, die Realisierung integrierter Sensorsysteme und Mixed-Signal Bausteinen oder autarker Energieversorgungseinheiten wie Mikrobrennstoffzellen und Batterien wären ohne die Mikro-, Nano- und Optotechnologie undenkbar. Werkstoffwissenschaften und Technologieentwicklung bilden die Grundlage für die Produkte der Elektrotechnik und Informationstechnik. Der wirtschaftliche Erfolg hängt entscheidend von den Möglichkeiten der technologischen Umsetzung in innovative Bauelemente und ihrer Einbettung in elektrotechnische und elektronische Gesamtsysteme ab. Insbesondere die Mikro-, Nano- und Optoelektronik stehen am Anfang einer faszinierenden und rasanten



SQUID-basierte Ausleseelektronik für Mikrokalorimeter.

Entwicklung, die den technischen Fortschritt im 21. Jahrhundert maßgeblich mitbestimmen wird.

Die MNO-Vertiefungsrichtung ist auf eine breite und praxisnahe Ingenieurausbildung angelegt. Ausgehend von den physikalischen und materialwissenschaftlichen Grundlagen werden elektronische und optische Bauelemente, neuartige Sensoren bis hin zu eingebetteten Systemen behandelt.

Unser Ziel ist es, Ihnen neben einem fundierten Spezialwissen einen Einblick in die aktuelle Forschung und Entwicklung der einzelnen Bereiche zu geben, um im Spannungsfeld zwischen modernsten Hoch-Technologien und Ingenieurkunst kreativ arbeiten zu können. Deshalb soll im Masterstudiengang das

Grundwissen aus dem Bachelor-Studium durch ein umfangreiches Angebot an weiterführenden Vorlesungen, insbesondere im Bereich Mikro-, Nano- und Optoelektronik ergänzt und vertieft werden.



Forschungsarbeiten im Reinraum

In unseren Reinräumen und Laboren entwickeln und charakterisieren wir neuartige elektronische und optische Komponenten und führen Sie in die industrielle Praxis ein. Im Rahmen des Wahlbereichs können Sie individuell Themenschwerpunkte setzen.



Mikrostruktur-Rekonstruktion einer realen Li-Ionen Batterie mittels Focus-Ion-Beam und Elektronenmikroskopie

Eure Ansprechpartner...
...sind die Studienfachberater:

Stefan Wunsch (IMS) 0721/608-44449
stefan.wuensch@kit.edu

Jan Fessler (LTI) 0721/608-44055
jan.fessler@kit.edu

Wolfgang Menesklou (IAM-ET) 0721/608-47493
menesklou@kit.edu



Elektrische Energiesysteme und Energiewirtschaft

Elektrische
Energietechnik und
Energiewirtschaft

sind in
Energieversorgungsun-
ternehmen eng
gekoppelte Bereiche.
Auf der einen Seite



steht die Technik – auf
der anderen die Wirtschaft mit all ihren Facetten. Dazu
gehört insbesondere der Stromhandel als zentrales
Element. Energie wird heute an vielen Stellen
gehandelt, der Energiehandel kennt seine eigenen
Gesetzmäßigkeiten, die bei Fragen der
Energiebereitstellung und der Netzstabilität wieder die
technische Seite der Energieversorgung
berühren. Der Netzbetrieb wird heute
von der Bundesnetzagentur (BNetzA)
reglementiert und kontrolliert. Diese
Mechanismen gilt es zu verstehen, wenn
man auf technischer Seite nachhaltige
Lösungen bereitstellen will, sei es auf
Seiten der Hersteller von Anlagen und
Komponenten oder bei
Energieversorgungsunternehmen.

In Zukunft werden in der elektrischen Energietechnik
zunehmend Ingenieure benötigt, die sowohl die
wirtschaftliche Seite der Energieversorgung als auch
die technische Seite verstehen. Der rein technisch
orientierte Ingenieur wird sich eher ein Berufsumfeld
mit rein technischen Aufgabenstellungen suchen. Dem
Wirtschaftsingenieur fehlt oft der tiefe Einblick in die
Technik. Mit der Vertiefungsrichtung 23 sollen
Ingenieure ausgebildet werden, die Lücke zwischen
beiden schließen und sich sowohl im technischen als
auch im wirtschaftlichen Bereich der
Energieversorgung heimisch fühlen.

Ein typisches Aufgabenfeld solcher Ingenieure ist der
Netzbetrieb in Schaltzentralen der Energieversorger.
Man benötigt hierzu den technischen Hintergrund, um
Eigenschaften und vor allem die Grenzen des Netzes
und seiner Komponente zu kennen, aber der
Netzbetrieb wird wesentlich durch die Gesetze des
Stromhandels geprägt, an denen sich das Handeln der
Ingenieure in diesem Bereich primär orientieren muss.
Ein weiteres wichtiges Aufgabenfeld ist das
strategische Management z. B. bei
Energieversorgungsunternehmen. Auf der einen Seite
ist die Energiewirtschaft auch stark politisch und
gesellschaftlich beeinflusst, auf der anderen Seite sind

seitens der Physik und der Technik Randbedingungen
gegeben. In diesem Spannungsfeld zu arbeiten ist
sicher eine Herausforderung und erfordert Kenntnisse
der wirtschaftlichen Seite, ein gewisses
Politikverständnis und einen soliden technischen
Hintergrund. Ein drittes Aufgabenfeld liegt im Asset-
Management, also dem Management der
Energieversorgungs- und/oder Erzeugungsanlagen.
Hierzu bedarf es dem Verständnis des Marktes
einerseits und der technischen Möglichkeiten der
Diagnostik und mehrstufiger Maintenance-Strategien
andererseits. In den genannten Fällen benötigt man
Ingenieure mit einem guten Grundlagenwissen im
Bereich der Energiewirtschaft.



Mit den festen Modulen der
Vertiefungsrichtung 23 wird zunächst
eine solide ingenieurmäßige
Wissensbasis geschaffen. Die
Spezialisierung im Bereich der
elektrischen Energienetze erfolgt
durch die Vorlesungen „Berechnung
elektrischer Energienetze“ und
„Energieübertragung und
Netzregelung“. Elektroenergiesysteme

kommen nicht mehr ohne Leistungselektronik und
Stromrichter aus, daher rundet die Vorlesung
„Hochleistungsstromrichter“ den
elektroenergie-technischen Bereich ab. Aus dem
Bereich der Wirtschaftswissenschaften wurden die
Veranstaltungen „Einführung in die Energiewirtschaft“,
„Energiesystemanalyse“ und „Erneuerbare Energien –
Technologien und Potenziale“ ausgewählt, da sie im
Bereich der Energiewirtschaft die Grundlagen
darstellen. Ergänzt wird dieser Fächerkanon durch das
Energietechnische Praktikum, welches gemeinsam vom
IEH und dem ETI veranstaltet wird. Hinsichtlich der
wählbaren Module bietet sich die Möglichkeit, sich in
eine der beiden Richtungen – Elektrotechnik oder
Energiewirtschaft – weiter zu vertiefen. Es besteht aber
auch die Möglichkeit Vorlesungen zu angrenzenden
Fachgebieten zu hören, sei es aus der
Informationstechnik, der Regelungstechnik oder aber
anderen Gebieten aus den Wirtschaftswissenschaften.

Euer Ansprechpartner ...
... ist der Studienfachberater:

Bernd Hoferer (IEH)
bernd.hoferer@kit.edu

0721/608-43062



24

Electrical Power Systems



In a nutshell:

A reduction of CO₂ emissions is essential for future life on earth. This goal can be achieved by a 100 % utilization of renewables. However, this requires developing and establishing a completely new power supply system. This new energy system comprises all energy sectors: electrical power, gas and heat. Intelligent (smart) systems are used to combine these energy systems together with new equipment like conversion units (CHP's, Fuel cells, ...), storage Systems (Batteries, Gas storage), and efficient transmission technologies (superconducting grid equipment).

Fields of Application

"Electric Power Systems" covers a wide range of topics within power engineering by combining grid aspects, power electronics, control and special power applications like superconducting and pulse power. Thus, a broad range of applications are opened:

Power engineering at grid system operators and power industry

- Renewable power systems
- Pulse power applications
- Superconducting systems

Graduates in „Electric Power Systems“ will find attractive positions in research and development, project engineering, production and technical marketing in international medium and large enterprises as well as in service enterprises. Due to the enormous challenge in solving the climate problem, a sustainable need for excellent power engineers can be expected – now and in future.

Content and Background

Basic courses provide knowledge such as optimization as well as systems and software engineering. The compulsory part of the specialization provides knowledge in all relevant fields of electrical energy engineering such as power electronics, power transmission and grid control but also energy market aspects and technologies like superconducting systems. The laboratory „Modern Software Tools in Power Engineering“ gives insights in software tools like DigSilent of Power factory, MATLAB Simulink and electromagnetic field calculation using COMSOL.

Elective courses could go deeper into power engineering or in economical aspects. It is also possible to supplement courses of adjacent disciplines like mechanical engineering. This specialization focusses on a broad understanding of the power system rather than deep knowledge in individual fields in combination with knowledge in energy economics.

Your main contact partner ...
... is the program consultant:

Bernd Hoferer (IEH)
bernd.hoferer@kit.edu

0721/608-43062



Sensorsysteme

Sensoren sind die Basis vieler Entwicklungen wie IoT, 5G/6G, automatisiertes Fahren oder Industrie 4.0. In der vorliegenden Vertiefungsrichtung werden die technologischen Grundlagen sowie



Parklückenausmessung mit hochauflösenden Radarsensoren (Bild: BMBF Projekt radar4FAD)

umfassendes

Systemwissen der Sensorsysteme zusammen mit der benötigten Signalverarbeitung vermittelt. Die Anwendungsfelder sind dabei sehr vielfältig:

- Automobilindustrie, Verkehrssysteme
- Industrieautomatisierung / Industrie 4.0
- Robotik
- Raumfahrt
- Augmented Reality
- Internet of Things (IoT)
- Medizintechnik
- Energietechnik
- Bau- und Vermessungswesen

Ein flächendeckender Einsatz von Sensoren und den damit verbundenen Internet-of-Things-(IoT)-Technologien ermöglicht eine umfassende Informationsbereitstellung, wie sie z. B. für eine individuelle Gesundheitsversorgung, ausreichende Ernährung, sauberes Wasser und Luft sowie nachhaltige Energie und Mobilität benötigt wird. Studien schätzen die dafür notwendige Anzahl an Sensoren auf 1 Milliarde. Die deutsche Sensorindustrie beliefert ca. 20% des weltweiten Sensormarktes und mehr als 100.000 Arbeitsplätze stehen in direkter Verbindung zu deutschen KMUs.

Neben Sensoren zur Messung physikalischer Größen wie Temperatur, Beschleunigung usw. haben in jüngerer Zeit auch viele hochkomplexe Sensorsysteme mit umfangreicher Auswertalgorithmik basierend auf Kamera-, Radar- oder Lidar-Technologie erfolgreich Einzug in viele Anwendungen vom Automobil bis zur Industrieautomatisierung gehalten. Solche Sensorsysteme erfassen wesentlich mehr Information als einfachere Sensoren, allerdings ist für deren Extraktion aus den Sensordaten auch eine aufwendigere Signal- bzw. Bildverarbeitung und

-auswertung erforderlich. Alle drei Technologien sind unabdingbar zur Realisierung des automatisierten Fahrens, werden aber auch zunehmend in vielen anderen Bereichen eingesetzt, wie etwa in Lidar-basierten Augmented Reality Systemen in Endanwender-Produkten oder satellitengestützten Beobachtungen der Erdatmosphäre. In der vorliegenden Vertiefungsrichtung werden die technologischen Grundlagen sowie umfangreiches Systemwissen der Sensorsysteme zusammen mit der benötigten Signalverarbeitung vermittelt, deren tiefergehende Kenntnis erst eine wechselseitige Optimierung von Signalverarbeitung und Sensortechnologie ermöglicht und somit neue Anwendungsfelder und Einsatzgebiete eröffnet.

In Bachelor- und Masterarbeiten ist es möglich, an aktuellen Forschungsprojekten aus fast allen der oben genannten Bereiche, meist in Zusammenarbeit mit der Industrie, mitzuwirken. Hierbei bieten speziell auch die Kooperationen des IHE mit dem Institut für Hochleistungsimpuls- und -mikrowellentechnik (IHM) am Campus Nord, dem Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme (IHR) des Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrums in Oberpfaffenhofen und dem Institut für Angewandte Festkörperphysik (IAF) der Fraunhofer-Gesellschaft in Freiburg interessante Möglichkeiten. Zahlreiche Auslandskontakte z.B. mit den USA, England, Italien, Spanien, Südafrika etc. ermöglichen den Austausch im Rahmen von Master- und Bachelorarbeiten sowie Praktika.

Euer Ansprechpartner...
...ist der Studienfachberater:

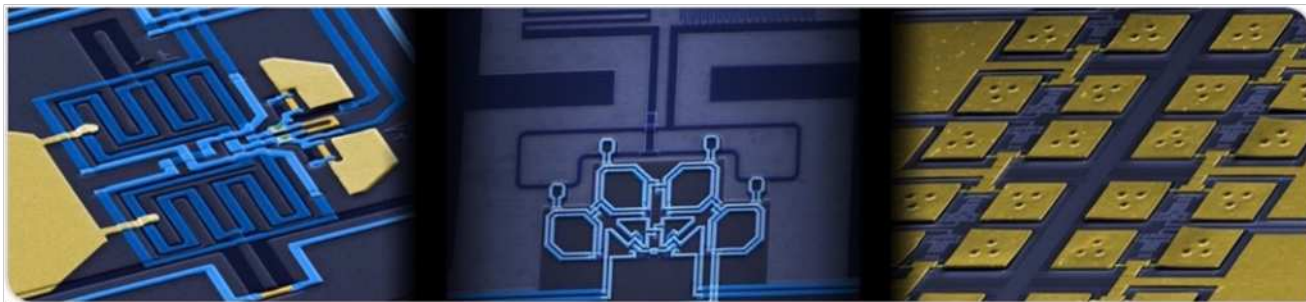
Mario Pauli (IHE)
mario.pauli@kit.edu

0721/608-46259



26

Applied Superconductors



In a nutshell

Today, superconductor-based quantum technology plays a key role in many areas of research, society, and industry. Examples are energy technology, medical technology, sensor technology, and quantum computing. To be prepared for future challenges in these areas and prospectively to realize new, today unthinkable applications, profound knowledge in the field of superconductor-based quantum technology is necessary, which students acquire within the scope of this specialization.

Fields of applications

The broad application of superconductor-based quantum technology opens up unique and versatile fields of application in research, society, and industry, especially in the area of

- electrical energy technology
- mobility
- manufacturing technology
- medical technology
- measurement and sensor technology
- computing

Graduates in "Applied Superconductors Engineering" are qualified for research and development, but also for technical sales and project management.

Content and background

As a result of broad and intense research programs over the last decades, superconductor-based quantum technology nowadays plays a key role in many areas of science, society, and industry. For example, superconducting systems in energy technology and communications engineering will play a key role in realizing the already initiated and ecologically necessary energy transition or the digitization of society. In addition, superconducting magnet systems form the foundation for diagnostic magnetic resonance imaging in medical technology, advanced NMR spectroscopy in science and manufacturing technology, or enabling the construction of the first economically

viable nuclear fusion reactor. In the field of sensors and computing, superconductor-based quantum sensors and quantum electronic devices also play a leading role in making it possible to realize applications today that were considered unfeasible with conventional technology yesterday.

Students of "Applied Superconductors Engineering" receive a solid overview of the fundamentals and applications of superconductor-based quantum technology in research, society, and industry through the offered lectures, seminars, and practical courses. Students become experts in one of the main directions of superconductor-based quantum technology through the courses in the elective area: quantum sensing, energy engineering, and materials science. The ultimate goal of the program is to form an engineer with deep expertise in one of the areas of applied superconductor-based quantum technology who can become a leader in a promising field of electrical and information engineering.



Your main contact partners... ...are the program consultants:

Stefan Wunsch (IMS) stefan.wuensch@kit.edu	0721/608-44449
Jens Hänisch (ITEP) jens.haenisch@kit.edu	0721/608-28093



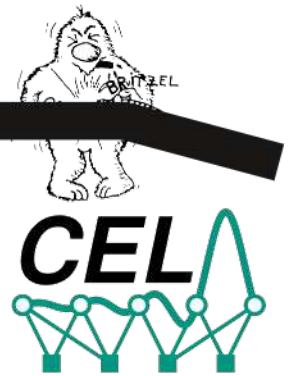
... aber was hab ich davon? Unsere Universität besteht aus einer ganzen Reihe von Fakultäten, die von Architektur bis Wirtschaftswissenschaften ein breites Spektrum abdecken. Deshalb darf sich das KIT auch Universität nennen, wenn gleich die anderen Fakultäten vor allem durch die zehn Winter- und Sommerfeste im Bewusstsein der meisten Studierenden bleiben dürften.

Innerhalb einer Fakultät setzen die Institute jeweils eigene Arbeits- und Forschungsschwerpunkte, die sich oft schon im Namen widerspiegeln. Auch deine Vorlesungen werden so von dem thematisch nächstliegenden Institut angeboten, und um die Vertiefungsrichtungen mit einem breiten Inhalt anbieten zu können, haben sich meist mehrere Institute zusammengeschlossen. An der Spitze der Institute steht immer ein Professor, dem weitere Professoren, der akademische Mittelbau mit Doktoren und schließlich auch eine ganze Schar Doktoranden, Diplomanden und Hilfswissenschaftler zur Seite stehen. Und an dieser Stelle kommst du wieder ins Spiel:

Zum einen bieten die Institute in ihrem Forschungsbereich regelmäßig Arbeitsstellen als Hilfwissenschaftler an, bei denen du die Möglichkeit hast, dich an der aktuellen Forschung zu beteiligen und so schonmal Kontakte knüpfen und etwas Praxiserfahrung im Umgang mit den Werkzeugen der jeweiligen Disziplin sammeln kannst. Diese HiWi-Stellen werden dann meist auf den Institutswebseiten ausgeschrieben oder im Schaukasten ausgehängt – einfach mal im Sekretariat nachfragen schadet aber auch nie. Meist haben diese Stellen einen Umfang von 20 bis 30 Stunden im Monat und werden mit ca. 10,01 Euro die Stunde entlohnt. In der Nachtschicht bekommt man da vielleicht mehr – kein allzu guter Lohn, mag mancher denken, die Erfahrungen sind aber unbezahlbar.

Zum andern schreiben die Institute Themen für Bachelorarbeiten aus – eine solche musst du am Ende deines Bachelorstudiums bekanntermaßen anfertigen. Dabei musst du dich intensiv mit einem Thema, das eng an die aktuelle Forschungsarbeit der Institute angelehnt ist, beschäftigen. Alternativ ist es möglich die Bachelorarbeit in der Industrie anzufertigen, sofern man einen Betreuer an der Uni findet. Es lohnt sich also, einmal einen Blick in die folgende Liste unserer 16 Institute zu werfen, um Forschungsbereiche und potentielle Arbeitsfelder





CEL - Communications Engineering Lab

(Institut für Nachrichtentechnik)

Prof. Dr. Ing. Laurent Schmalen
Prof. Dr.-Ing. Peter Rost

Hertzstraße 16
Geb. 06.45,
76187 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 608-47231
E-Mail: sekretariat@cel.kit.edu

Das CEL ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 14: Nachrichtensysteme**
- **Vertiefungsrichtung 16: Kommunikationstechnik**
- **Vertiefungsrichtung 17: Communications Engineering**
- **Vertiefungsrichtung 19: Ausrüstungssysteme der Luft- und Raumfahrt**

Das Institut für Nachrichtentechnik (Communications Engineering Lab, CEL) ist auf allen Ebenen der Lehre im Bachelor und Master engagiert. Die Bachelor-Vorlesung Nachrichtentechnik I legt den Grundstein für das Verständnis der Themen des CEL: Informationstheorie, Nachrichtencodierung (Quellen- und Kanalcodierung), Nachrichtenübertragung (Modulation und Demodulation), Techniken und Systemkonzepte (MIMO, OFDM) und Empfangssignalverarbeitung (Entzerrung).

Darauf aufbauend werden in weiterführenden Lehrveranstaltungen weitere Facetten der Nachrichtentechnik beleuchtet, zusätzliche Aspekte ergänzt, Hintergründe theoretisch fundiert und die praktische Anwendung betrachtet. Das Praktikum Nachrichtentechnik bietet ergänzend eine eng betreute, anwendungsorientierte Veranschaulichung der in den Vorlesungen vermittelten Inhalte sowie Einblick in Implementierungen von Nachrichtensystemen.

Das Institut verfügt über zwei gut ausgestattete Funklabore, in denen Abschlussarbeiten und HiWi-Tätigkeiten durchgeführt werden. In den Laboren steht neben klassischen Messgeräten eine große Anzahl programmierbarer Funk-Plattformen (vornehmlich USRPs) zur Verfügung, deren digitale Signale meist mittels GNU-Radio verarbeitet werden. Zudem steht ein zusätzlicher Terminalraum Arbeitsplätze für Praktika und Abschlussarbeiten zur Verfügung.

Die individuelle Betreuung bildet das Fundament für Abschlussarbeiten am CEL: Kandidatinnen und Kandidaten werden direkt in die Teamstruktur des Instituts integriert und gezielt darin gefördert, weiterverwendbare Ergebnisse zu erreichen. Zu einem nicht geringen Teil liegt die Stärke der Betreuung am CEL darin, für die sozialen Randbedingungen der Entwicklung im Team zu sensibilisieren und Methoden der kooperativen Softwareentwicklung zu vertiefen. Ein hohes Maß an Vertrauen und Zusammenarbeit prägt den Umgang in Labor und Terminalraum.

Die Forschung am CEL steht im Zeichen der robusten und effizienten Kommunikation, der Anwendung maschinellen Lernens in der Nachrichtentechnik, der Mobilkommunikation und der alles beherrschenden digitalen Signalverarbeitung. Die am CEL bearbeiteten Themen orientieren sich an den Schwerpunkten Kanalcodierung für robuste und effiziente Hochgeschwindigkeitskommunikation, neuartige Optimierung von Kommunikationssystemen mit maschinellem Lernen und Implementierung von Algorithmen in Software Defined Radio. Darüber hinaus spielen auch systemische Aspekte eine wichtige Rolle wie z.B. die Integration von Mobilfunknetzen mit Industrie-4.0- Anwendungen, dynamische und selbst-optimierende Funknetzwerke wie auch die Forschung an zukünftigen 6G Mobilfunksystemen.

Passend zu den bearbeiteten Forschungsthemen werden Kooperationen in nationalen (DFG, BMBF) und europäischen Förderprogrammen (ERC) gesucht. Gemeinsame Projekte mit der Industrie und öffentlichen Auftraggebern runden die kreative wissenschaftliche Arbeit ab.

**LTI - Lichttechnisches Institut**

Prof. Dr. rer. nat. Uli Lemmer

Prof. Dr. rer. nat. Cornelius Neumann

Prof. Dr.-Ing. Michael Powalla

Prof. Dr. Bryce Richards

apl. Prof. Dr.-Ing. Alexander Colsmann

Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Wilhelm Paetzold

Prof. Dr. Gerardo Hernandez-Sosa

Engesserstraße 13

Geb. 30.34

76128 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 608-42531

Mail: modellberatung@lti.kit.edu

www.lti.kit.edu

Das IHE ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 10: Optische Technologien (Kooperation mit ITIV und IPQ)**
- **Vertiefungsrichtung 18: Regenerative Energien (Kooperation mit ETI, IAM-ET und IEH)**
- **Vertiefungsrichtung 22: Mikro-, Nano-, Optoelektronik (Kooperation mit IAM-ET und IMS)**

Der Gedanke, Licht für den Menschen effizient und gewinnbringend zu erzeugen und zu nutzen, steht im Vordergrund der Forschungsarbeiten des LTI.

Die Forschungsthemen umfassen insbesondere die energieeffiziente Umwandlung von Strom in Licht mittels LEDs und neuartiger Lampen sowie die Konversion von Licht in Strom in der Photovoltaik. Weiterhin werden vielfältige Projekte im Bereich der optischen Sensorik und Mikrofluidik und der automobilen und allgemeinen Lichttechnik bearbeitet.

Die Ausstattung des Instituts beinhaltet einen ca. 200 qm großen Reinraum, in dem wir nanotechnologische und optoelektronische Bauteile selbst herstellen, sowie Labore für die Ultrakurzzeitspektroskopie und die Mikroskopie mit Lasern. Hinzu kommt ein Laserlabor für die Materialbearbeitung auf nm-Skala.

Es stehen zahlreiche Messplätze für die LED-Systementwicklung und die Solarmoduleentwicklung zur Verfügung. In der an das Institut angegliederten Prüfstelle werden neue Scheinwerfertypen entwickelt und marktreife Autoscheinwerfer zertifiziert bevor sie in die Serienproduktion gehen.

Es bestehen weiterhin enge Kooperationen mit dem Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) am Campus Nord und dem InnovationLab in Heidelberg, welches zur Forschung auf dem Gebiet der Organischen Elektronik gemeinsam mit verschiedenen Unternehmen, z.B. BASF SE und Merck KGaA, betrieben wird.

**IAM-ET - Institut für Angewandte Materialien
– Elektrochemische Technologien****IAM**Institut für Angewandte Materialien
Elektrochemische Technologien

Prof. Dr. -Ing. Ulrike Krewer

Adenauerring 20

Geb. 50.40

76131 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 608-47491

Mail: ulrike.krewer@kit.edu

www.iam.kit.edu/et

Das IAM-ET ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 4: Elektromobilität (Kooperation mit ETI, IRS und IEH)**
- **Vertiefungsrichtung 7: Adaptronik (Kooperation mit IRS, IMS und IIT)**
- **Vertiefungsrichtung 18: Regenerative Energien (Kooperation mit ETI, LTI und IEH)**
- **Vertiefungsrichtung 22: Mikro-, Nano- und Optoelektronik (Kooperation mit LTI und IMS)**

Innovationen finden heute oft an der Schnittstelle zwischen verschiedenen Fachdisziplinen statt. Elektrochemische Energiewandler (Brennstoffzellen, Elektrolyse) oder Energiespeicher (Batterien) verknüpfen Elektrotechnik, Elektrochemie und Materialwissenschaften. Sie sind essentielle Technologien der Energiewende. Das IAM-ET ist spezialisiert auf die elektrische und elektrochemische Charakterisierung und Modellierung von Batterien, Brennstoffzellen und Elektrolyseuren. Letztere produzieren neben Wasserstoff potentiell auch hochwertige Chemikalien und tragen dabei zur Elektrifizierung der chemischen Industrie bei. Die Arbeitsthemen für Elektrotechniker sind dabei weit gefächert: Das Spektrum reicht von der Weiterentwicklung elektrischer/elektrochemischer Mess- und Auswerteverfahren über die Mikrostrukturanalyse im Elektronenmikroskop bis zur Diagnose des Betriebsverhaltens auf Basis von physikalisch exakten Modellen. Ziel ist dabei stets ein besseres Verständnis der Leistungsfähigkeit von elektrochemischen Systemen. Die Kombination von elektrotechnischer und materialwissenschaftlicher Kompetenz zeichnet das IAM-ET aus. Wir vertiefen diese in Kooperationen mit nationalen und internationalen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft, und präsentieren unsere Forschungsergebnisse regelmäßig weltweit auf Fachtagungen. Als Studierende(r) haben Sie die Möglichkeit, sich in Bachelor- und Masterarbeiten in diese Zukunftsthemen einzuarbeiten.



Elektrotechnisches Institut

ETI - Elektrotechnisches Institut

Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer
Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller

Engelbert-Arnold-Str. 5
Geb. 11.10
76131 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 608-42700
Mail: info@eti.kit.edu
www.eti.kit.edu

Das IAM-ET ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 4: Elektromobilität (Kooperation mit ETI, IRS und IEH)**
- **Vertiefungsrichtung 6: Elektrische Antriebe und Leistungselektronik**
- **Vertiefungsrichtung 18: Regenerative Energien (Kooperation mit ETI, LTI und IEH)**

Das Profil des Instituts ist geprägt durch einen gesamtheitlichen Ansatz von Studium, Lehre und Forschung.

Das ETI betätigt sich bereits seit 1895 in den Themengebieten der Energiewandlung und elektrischen Antriebstechnik. Heute besteht das ETI aus den Professuren Hybridelektrische Fahrzeuge (HEV) unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer sowie Leistungselektronische Systeme unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller. Die Forschung reicht von der netzfreundlichen Netzeinspeisung, über die Anbindung von regenerativen Energiequellen bis zum Entwurf und der Regelung von elektrischen Antrieben. Im Bereich der Elektromobilität wird nahezu der gesamte Antriebsstrang von der Fahrzeugsimulation bis hin zum Prototypenbau von Stromrichter und elektrischer Maschine abgedeckt.

Neben öffentlich geförderten Projekten besteht eine starke Zusammenarbeit mit der Industrie. So kooperiert das ETI beispielsweise mit deutschen Automobilherstellern und -zulieferern aber auch Unternehmen im Bereich der Energieerzeugung, -verteilung sowie -speicherung. Als Infrastrukturkomponenten stehen ein selbst entwickeltes Signalverarbeitungssystem und Motorenprüfstände zur Verfügung, die sowohl für die Forschung als auch für Industrienaufträge genutzt werden.

Die Ausbildung umfasst Vorlesungen, Praktika, Workshops und Seminare über den Aufbau, die Steuerung und Regelung von Stromrichtern, der Entwicklung von Elektromotoren und der Integration in ein Gesamtsystem. Auf Grund des komplexen Zusammenspiels zwischen Hard- und Software sowie Maschine und Stromrichter wird in der Ausbildung ein großer Wert auf die experimentelle Verifikation von neuen Steuer- und Regelverfahren sowie die Untersuchung von neuen Schaltungs- und Maschinenkonzepten gelegt. Absolventen mit der Vertiefung im Bereich der elektrischen Antriebe und Leistungselektronik werden u.a. für Tätigkeiten in der elektrotechnischen Industrie, bei Automobilherstellern und Automobilzulieferern, bei Herstellern und Betreibern von Lokomotiven, in der Mechatronik sowie in der Wind- und Solarenergie gesucht.



IIIT - Institut für industrielle Informationstechnik

Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann

Prof. Dr.-Ing. Sander Wahls

Hertzstrasse 16

Geb. 06.35

76187 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 608 -44521

Mail: info@iiit.kit.edu

www.iiit.kit.edu

Das IIIT ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 2: Signalverarbeitung**
- **Vertiefungsrichtung 7: Adaptronik (Kooperation mit IAM-ET, IRS und IMS)**
- **Vertiefungsrichtung 8: Information und Automation (Kooperation mit IRS)**

Im Bachelor-Studiengang vermittelt das IIIT – vor allem in Form des Moduls „Signale und Systeme“ – das Basiswissen zur Systemtheorie, Signalgewinnung und Signalverarbeitung, welches die Grundlage zur Entwicklung moderner informationstechnischer Systeme darstellt. Zur Vertiefung dieser Kernkompetenzen gestaltet das IIIT im Master-Studiengang drei Vertiefungsrichtungen mit: Die Vertiefungsrichtung 2 „Signalverarbeitung“, die Vertiefungsrichtung 7 „Adaptronik“ und die Vertiefungsrichtung 8 „Information und Automation“. Im Rahmen von Vertiefungsvorlesungen wie „Methoden der Signalverarbeitung“, „Messtechnik“, „Informationsfusion“ und „Fertigungsmesstechnik“ wird den Studierenden umfangreiches und branchenunabhängiges Know-how zur Informationsgewinnung, -verarbeitung und -auswertung angeboten, das sie in die Lage versetzen soll, die Entwicklung künftiger intelligenter Systeme mitzugestalten. Die Praktika „Digitale Signalverarbeitung“ und „Mechatronische Messsysteme“ bieten den Studierenden die Chance, die in diesen Vorlesungen vermittelten Inhalte zu erweitern und an aktuellen Beispielen anzuwenden.

Aktuelle Forschungsprojekte und Abschlussarbeiten am IIIT beschäftigen sich mit spannenden Problemstellungen, die oftmals aus konkreten Aufgabenstellungen in der industriellen Anwendung resultieren. Häufig findet dabei eine enge Kooperation mit renommierten Forschungs- und Industriepartnern statt. Konkrete Aufgabenstellungen beschäftigen sich mit der Informationsgewinnung und -verarbeitung, wie z.B. der automatischen Sichtprüfung mit hyperspektralen Kameras, der akustischen Signalverarbeitung, Bildverarbeitung, Informationsfusion, Mustererkennung und maschinellem Lernen in diesen Domänen.



IMS - Institut für Mikro-, Nanoelektronische Systeme

Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Kempf

Hertzstrasse 16

Geb. 06.41

76187 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 608-44961

Mail: sebastian.kempf@kit.edu

www.ims.kit.edu

Das IMS ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 7: Adaptronik (Kooperation mit IAM-ET, IRS und IIIT)**
- **Vertiefungsrichtung 15: Mikro- und Nanoelektronik**
- **Vertiefungsrichtung 21: System-on-Chip (Kooperation mit ITIV)**
- **Vertiefungsrichtung 22: Mikro-, Nano-, Optoelektronik (Kooperation mit LTI und IAM-ET)**
- **Vertiefungsrichtung 26: Applied Superconductors Engineering**

Das Profil des Instituts ist geprägt durch einen gesamtheitlichen Ansatz von Studium, Lehre und Forschung.

In der Lehre beteiligt sich das IMS aktiv und mit Hingabe an der Grundausbildung der Studierenden der Fakultät. Darüber hinaus werden im Masterstudiengang die relevanten Grundlagen für den Forschungsschwerpunkt des Instituts vermittelt. Hier erhalten die Studierenden anhand von Fallstudien, Praktika, Seminaren sowie akademischen Abschlussarbeiten insbesondere die Möglichkeit, an der Entwicklung eines spannenden und sich schnell entwickelnden Forschungsfelds teilzunehmen bzw. eigene Ideen für die Technologie der Zukunft beizusteuern.

Der wissenschaftliche Fokus des IMS liegt auf der Entwicklung neuartiger quanten-technologischer Detektor- und Sensorsysteme mit höchster Zeit und Energieauflösung, deren Leistungsfähigkeit weit jenseits der Grenzen klassischer Elektronik liegt. Unsere Vision ist es, diese innovativen Systeme als universelles Tool in den Naturwissenschaften, den Lebenswissenschaften und der Industrie zu verankern und so einen Beitrag zur Lösung aktueller und zukünftiger Herausforderungen in Forschung und Industrie zu leisten.



ITIV - Institut für Technik der Informationsverarbeitung

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Jürgen Becker

Prof. Dr.-Ing. Eric Sax

Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Stork

Engesserstraße 5

Geb. 30.10

76131 Karlsruhe

Tel. 0721 608-42501

E-Mail: info@itiv.kit.edu

www.itiv.kit.edu

Das ITIV ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 10: Optische Technologien**
- **Vertiefungsrichtung 13: Systems Engineering**
- **Vertiefungsrichtung 21: System-on-Chip**

Die Komplexität von technischen Systemen nimmt kontinuierlich zu. Dabei handelt es sich inzwischen nicht mehr um reine elektrische, mechanische oder optische Systeme, sondern um kombinierte, sogenannte mechatronische Systeme. Werden diese Systeme außerdem noch untereinander vernetzt handelt es sich um „Cyber Physical Systems (CPS)“, für die eine weit umfassendere Ausbildung von Ingenieuren erforderlich wird als in der Vergangenheit. So ist neben technischer Kompetenz im jeweiligen Fachgebiet das systemorientierte und fachübergreifende Denken unter Berücksichtigung der Randbedingungen aus der jeweiligen Anwendung von immer größerer Bedeutung. Die am ITIV behandelten Forschungsthemen decken eine Bandbreite von Anwendungsbereichen von der Automobiltechnik über Daten- und Kommunikationstechnik, die unter anderem im Bereich von Industrie 4.0 zum Einsatz kommt, bis hin zu Medizintechnik ab.

Im Forschungsbereich Systems Engineering liegt der Fokus dabei vor allem auf Methoden und Werkzeugen für den rechnergestützten Entwurf informationstechnischer Systeme. Im Forschungsbereich Eingebettete Elektronische Systeme werden moderne Mehrkernprozessor- und Hardwarelösungen inkl. rekonfigurierbarer Hardwarekomponenten und anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreise (ASICs) unter systematischer Berücksichtigung von Hardware-Software-Co-Design Prinzipien und System-on-Chip (SoC) Integration untersucht. Im Forschungsbereich Mikrosystemtechnik und Optik werden domänenübergreifende CPS-Lösungen inkl. innovativer Sensorik, vernetzter Medizintechnik, industrieller Messtechnik und Telematikanbindung behandelt.

In den Lehrveranstaltungen des ITIV werden forschungsorientiert und projektbasiert die Fähigkeiten vermittelt, die zur Entwicklung der oben genannten Systeme notwendig sind. Hierzu werden umfangreiche Kenntnisse sowohl in der Entwicklung von Soft- als auch von Hardwarekomponenten und der kompletten Systemintegration vermittelt. Speziell die Absicherung und der Test (u.a. mit der HiL Technologie und Rapid Control Prototyping) bilden ergänzende Schwerpunkte. Ziel ist die Ausbildung von Systemingenieuren mit einem ausgeprägten, fundierten Systemverständnis und der Fähigkeit, interdisziplinär komplexe Systeme zu realisieren.



IBT - Institut für Biomedizinische Technik

Prof. Dr. rer. nat. Werner Nahm
Prof. Dr.-Ing. M. Francesca Spadea

Fritz-Haber-Weg 1
Geb. 30.33 R.514
76131 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 608-42650
Mail: info@ibt.kit.edu
www.ibt.kit.edu

Das IBT ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 3: Biomedizinische Technik**

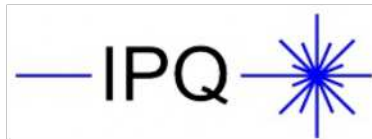
Medizintechnik bedeutet die Entwicklung von Geräten, Systemen und Software, die kranken Menschen nützen oder helfen, Menschen gesund zu halten. Deutschland ist weltweit der drittgrößte Produzent von Medizintechnik. Dabei zeichnen sich Medizintechnikunternehmen durch einen überdurchschnittlich hohen Forschungsanteil und ein konstantes, relativ krisenfestes Wachstum aus.

Am IBT wird seit 60 Jahren im Bereich der Biomedizinischen Technik geforscht und gelehrt. In interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Kliniken und in Projekten mit der medizintechnischen Industrie erforschen wir neue technische Systeme, mit denen Krankheiten früher und genauer erkannt, und Therapien zielsicher durchgeführt werden können.

Die Gruppe von Prof. Dr. Werner Nahm untersucht und entwickelt optoelektronische Systeme im Bereich der Medizin und Lebenswissenschaften. Ein Schwerpunkt liegt auf innovativen Methoden zur Erfassung, Integration und Verarbeitung von visuellen und diagnostischen Informationen während chirurgischer Eingriffe. Ziel ist es, dem chirurgischen Personal verbesserte Orientierungshilfen und fortschrittliche Unterstützungsfunktionen zur Verfügung zu stellen.

In der Gruppe von Prof. Dr. M. Francesca Spadea werden Methoden der künstlichen Intelligenz genutzt, um quantitative Informationen aus Abbildungen zu ziehen, welche das medizinische Personal bei der Diagnose, Therapie sowie Prognose unterstützen sollen. Weiterhin werden bildgeführte Techniken für Operationen und Strahlentherapien entwickelt, um das Auftreten unerwünschter Nebenwirkungen bei Eingriffen zu minimieren.

In der Gruppe von PD Dr. Axel Loewe werden Computermodelle des Herzens entwickelt und auf kardiologische Fragestellungen angewendet. Im Fokus stehen die Elektrophysiologie und Elastomechanik des Herzens, um zur Beantwortung wichtiger klinischer Fragestellungen zur Entstehung und Behandlung von z.B. Herzrhythmusstörungen beizutragen.



IPQ - Institut für Photonik und Quantenelektronik

Prof. Dr. Christian Koos
Prof. Dr. Sebastian Randel
Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Freude

Engesserstraße 5
Geb. 30.10 R. 3.43
76187 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 608-42481
www.ipq.kit.edu

Das IPQ ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 12: Optische Kommunikationstechnik**
- **Vertiefungsrichtung 16: Kommunikationstechnik (Kooperation mit IHE und CEL)**
- **Vertiefungsrichtung 17: Information and Communication (Kooperation mit IHE und CEL)**

Die Forschungsarbeiten des Institutes für Photonik und Quantenelektronik (IPQ) umfassen Aspekte der Photonik, der Nanotechnologie, der Messtechnik und der Kommunikationstechnik und verbinden damit mehrere zukunftsweisende Technologiefelder mit den zugehörigen Anwendungen. Auf technologischer Ebene sind beispielsweise hybride Integrationskonzepte für nanophotonische und plasmonische Bauteile, miniaturisierte optische Frequenzkammquellen sowie neuartige Verfahren für die photonische Multi-Chip-Integration Gegenstand der Arbeiten. Anwendungsseitig befassen wir uns mit dem Einsatz integriert-optischer Systeme in der energieeffizienten Hochgeschwindigkeitskommunikation, optimierten Glasernetzen für Smart-City Anwendungen, der Biophotonik, der industriellen Messtechnik und LiDAR-Sensorik sowie der Teratronik. Bei der Teratronik handelt es sich um ein neu am KIT etabliertes Forschungsgebiet, das sich mit Konzepten zur ultraschnellen photonisch-elektronischen Signalverarbeitung bei Frequenzen im THz-Bereich befasst.

Die Arbeiten am IPQ sind stark interdisziplinär ausgerichtet und hervorragend vernetzt: Elektroingenieure, Physiker und Chemiker arbeiten bei uns gemeinsam an Problemstellungen mit einem hohen Anwendungspotenzial. Auf diese Weise erfolgt ein intensiver Erfahrungs- und Informationsaustausch, der einer der Schlüssel unseres Erfolges ist. Das IPQ publiziert immer wieder Forschungsergebnisse, die die Aufmerksamkeit der internationalen Fachwelt auf sich ziehen. Dazu gehören beispielsweise die Demonstration einer drahtlosen Datenübertragung bei einer Rekord-Datenrate von 100 Gbit/s, neuartige elektro-optische Modulatoren oder die Terabit-Kommunikation mit Frequenzkämmen.

Das IPQ arbeitet sehr eng mit dem Institut für Mikrostrukturtechnologie (IMT) des Campus Nord zusammen. Durch die enge Zusammenarbeit der Institute besteht für Studierende die Möglichkeit, die hervorragenden Einrichtungen des IMT für ihre Abschlussarbeiten zu nutzen. Dazu zählen beispielsweise ein sehr gut ausgestatteter Reinraum, moderne Laserlithographiesysteme zur dreidimensionalen Strukturierung im Nanometerbereich und einer der besten Elektronenstrahlschreiber, der an einer europäischen Hochschule betrieben wird. Das IPQ und das IMT pflegen vielfältige Kontakte zu nationalen und internationalen Industriepartnern im Bereich der Optik und Photonik sowie der Kommunikationstechnik.



IHE - Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik

Prof. Dr.-Ing. Cagri Ulusoy
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Prof. Dr.-Ing. Jasmin Aghassi-Hagmann
Prof. Dr.-Ing. John Jelonnek
Prof. Dr.-Ing. habil. Alberto Moreira
Prof. Dr.-Ing. Marwan Younis
Prof. Dr. rer. nat. Dr. h.c. Manfred Thumm
Prof. Dr. rer. nat. Dr. h.c. Dr.-Ing. E.h. mult. Wiesbeck

Engesserstraße 5
Geb. 30.10
76131 Karlsruhe

www.ihe.kit.edu

Das IHE ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 11: Hochfrequenztechnik**
- **Vertiefungsrichtung 15: Mikro- und Nanoelektronik (Kooperation mit IMS)**
- **Vertiefungsrichtung 16: Kommunikationstechnik (Kooperation mit CEL und IPQ)**
- **Vertiefungsrichtung 17: Information and Communication (Cooperation with CEL and IPQ)**
- **Vertiefungsrichtung 19: Ausrüstungssysteme für Luft- und Raumfahrt (Kooperation mit CEL und ITE)**
- **Vertiefungsrichtung 25: Sensorsysteme (Kooperation mit IIIT, IPQ und IRS)**

Am IHE werden innovative Lösungen für aktuelle Forschungsthemen rund um die Hochfrequenztechnik entwickelt. Unsere Absolventen sind seit Jahren auf Grund der Kombination von fundiertem Grundlagenwissen und vielfältigen praktischen Erfahrungen in den verschiedensten Bereichen der Industrie aber auch der Forschung sehr gefragt.

Das wichtigste Thema des IHE war bis vor ca. 15 Jahren eindeutig der Mobilfunk, der seit den 1990er Jahren bekanntermaßen die Welt veränderte. Mit Einführung der neuesten Generationen Mobilfunk (5G) und mit der Planung von 6G erhöht sich der Forschungsbedarf aktuell erneut. Seit der Jahrtausendwende spielt auch die Radartechnik eine zunehmend wichtigere Rolle für die Hochfrequenztechnik. War diese im letzten Jahrtausend noch primär eine Technologie für die Luft- und Raumfahrt sowie die Verteidigungsindustrie, so finden Radare heute Einzug in vielfältigen Anwendungen wie der Medizintechnik, Industriesensorik, Sicherheitstechnik und im Automobil. Insbesondere Automobilradare spielen für unsere Absolventen eine wichtige Rolle, da hierbei der größte Teil der Entwicklung und Fertigung in Deutschland stattfindet.

In einer Vielzahl von Vorlesungen werden Grundlagen und Details zu passiven und aktiven Hochfrequenzkomponenten sowie auch komplexen Gesamtsystemen vermittelt. Am Institut stehen die in der Industrie üblichen Entwicklungstools und modernste Messtechnik zur Verfügung, deren Anwendung in vorlesungsbegleitenden Tutorien und Laboratorien trainiert wird. Zahlreiche öffentlich geförderte Forschungsprojekte und Industriekooperationen gewährleisten die Aktualität der Forschungsthemen, zu denen stetig Bachelor- und Masterarbeiten durchgeführt werden.

Ein wesentliches Forschungsgebiet am IHE stellt die Automobilradarsensorik dar. Neben Hardware-nahen Themen zu Antennen mit geeignetem Packaging und Schaltungen beschäftigen sich die IHE-Forscher auch mit der Signalverarbeitung. Dazu gehört ein vom IHE erfundenes Verfahren der gleichzeitigen Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation. Gleichzeitig wird intensiv an neuen Anwendungen der Radartechnik z.B. für die moderne Industrieautomatisierung gearbeitet. Zusammen mit weiteren Forschungspartnern wurde ein Radarsystem zur hochgenauen Abstandsmessung für Werkzeugmaschinen mit einer Genauigkeit von wenigen Mikrometern entwickelt. Ein weiterer hochaktueller Schwerpunkt am IHE sind hochintegrierte Millimeterwellensysteme für eine Vielzahl von Anwendungen wie z.B. Funkkommunikationssysteme mit extrem hohen Datenraten. Dazu werden Schaltungen, Antennen und Chip-Packaging-Konzepte für sehr hohe Frequenzen erforscht. Damit gelang es bereits 2012, mit weiteren Partnern aus Industrie und Forschung erstmalig ein vollständig integriertes, SMD-bestückbares Radar-Frontend zu entwickeln. Momentan wird fieberhaft an hochintegrierten Funkmodulen für hochdatenratige Übertragung bei 240 GHz gearbeitet.

Weitere Schwerpunkte sind die radarbasierte Fernerkundung, sowie Hochleistungsmikrowellen. Die Aktualität der Forschungsthemen sowie der Zugang zur Großforschung wird am IHE auch durch die sehr intensive Zusammenarbeit mit dem Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik (IHM) am Campus Nord, dem Fraunhofer Institut für angewandte Festkörperphysik (IAF) in Freiburg, dem Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (IHP) in Frankfurt (Oder) und dem Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR) in Oberpfaffenhofen gewährleistet.

Die große Zahl von Auslandskontakten (Forschung und Industrie) in Europa, aber auch den USA, Kanada, Südafrika und China ermöglichen unseren Studierenden interessante Auslandsaufenthalte (z.B. für Praktika).



Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme

IRS - Institut für Regelung und Steuerungstechnik

Prof. Dr.-Ing. S. Hohmann

Geb. 11.20

+49 721 608-43180

Prof. Dr.-Ing. M. Barth

76128 Karlsruhe

beate.stassen@kit.edu

Prof. h. c. Dr.-Ing. M. Kluwe

Geb. 30.33

+49 721 608-42620

Prof. Dr. rer. nat. habil. M. Eichhorn

76128 Karlsruhe

petra.laporta@kit.edu

homepage: www.irs.kit.edu

Das IRS ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 4: Elektromobilität (Kooperation mit ETI, IEH und IAM-ET)**
- **Vertiefungsrichtung 5: Regelungs- und Steuerungstechnik**
- **Vertiefungsrichtung 7: Adaptronik (Kooperation mit IIT, IMS, und IAM-ET)**
- **Vertiefungsrichtung 8: Information und Automation (Kooperation mit dem IIT)**
- **Vertiefungsrichtung 13: Systems Engineering (Kooperation mit dem ITIV)**

In der Lehre vertritt das IRS die Regelungs- und Steuerungstechnik sowie die Automatisierungstechnik als methodenorientierte Kernkompetenz der Elektrotechnik und Informationstechnik, der Mechatronik sowie der Medizintechnik. Im Bachelorstudium stellen hierfür die Pflichtvorlesungen „Komplexe Analysis und Integraltransformationen“ und „Systemdynamik und Regelungstechnik“ sowie zukünftig auch die „Systemmodellierung“ und „Automatisierungstechnik“ zentrale Grundlagen zur Modellierung, Analyse und Synthese von Systemen bereit, die bereits im Profilierungsbereich durch automatisierungstechnische Wahlfächer ergänzt werden können. Im Masterstudium erschließen dann weiterführende Lehrveranstaltungen ein breites Spektrum an Methodenwissen zur Regelung, Steuerung und Automatisierung komplexer technischer Prozesse sowie deren digitaler Abbildung.

In der Forschung fokussiert das IRS im Bereich der Regelungs- und Steuerungssysteme aktuell drei Themengebiete: Die Arbeitsgruppe „Vernetzte Multi-Energiesysteme“ entwickelt automatisierungstechnische Verfahren für den optimalen Betrieb innovativer Energieversorgungssysteme. In der Arbeitsgruppe „Kooperative Systeme“ werden Konzepte zur Modellierung und Regelung der Interaktion zwischen Mensch und Maschine untersucht, die z.B. in der Robotik, Medizintechnik oder Luft- und Raumfahrttechnik ihre Anwendung finden. Das Ziel der Arbeitsgruppe „Systeme mit Garantien“ sind durchgängige Methoden zur Entwicklung technischer Systeme, bei denen sich eventuelle Unsicherheiten bereits während der Modellierungs- und Entwurfsphase bis hin zur Verifikation systematisch berücksichtigen lassen.

Im Bereich der vernetzten sicheren Automatisierungstechnik werden Methoden und Werkzeuge für das Engineering von automatisierten Systemen erforscht. Dabei stehen Themen wie Digitale Zwillinge, Industrie 4.0, das Internet der Dinge, Informationsmodelle sowie KI-basierte Assistenzsysteme im Fokus. Des Weiteren werden IT/OT-Security Mechanismen in Forschungsprojekten an die Belange flexibler modularer Systeme adaptiert. Das modellbasierte Engineering wird durch simulationsgestützte Methoden für einen energetisch effizienten, robusten und zirkulären Betrieb der automatisierten Anlagen erweitert.



IEH - Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried

Engesserstraße 11
Geb. 30.26
76187 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 608-42062
Mail: bernd.hoferer@kit.edu

Das IEH ist an folgenden Vertiefungsrichtungen beteiligt:

- **Vertiefungsrichtung 4: Elektromobilität (Kooperation mit ETI, IRS und IEH)**
- **Vertiefungsrichtung 9: Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik**
- **Vertiefungsrichtung 18: Regenerative Energien (Kooperation mit ETI, LTI und IEH)**
- **Vertiefungsrichtung 23: Elektrische Energiesysteme und Energiewirtschaft**
- **Vertiefungsrichtung 24: Electrical Power Systems (Kooperation mit ETI)**

Das IEH widmet sich in der Forschung den zur Übertragung und Verteilung elektrischer Energie notwendigen Anlagen, Systemen und Komponenten. Im Zuge der Energiewende geht es vor allem um die intelligente Betriebsführung von Verteilnetzen und um das Systemdesign und die Betriebsführung eines dem Drehstromnetz überlagerten Hochspannungsgleichstromnetzes (HVDC-Netz). Zur Stabilisierung (Spannungshaltung) des Verteilnetzes werden aktive Stromtankstellen und Parkhäuser (Smart Car Park) entwickelt, die neben der Batterieladung von Elektrofahrzeugen ein aktives Management der Energieflüsse ermöglichen, z. B. in Verbindung mit Solaranlagen und stationären Speichern. Die Forschungsarbeiten des IEH reichen dabei vom Verteilnetz über Stromtankstellen bis hin zu induktiven Ladesystemen für Elektrofahrzeuge. Zukünftige Gleichspannungsnetze erfordern neben Konzepten zur Regelung des überlagerten HVDC-Netzes in Verbindung mit dem unterlagerten Drehstromnetz vor allem auch Konzepte zur Beherrschung von Fehlern im DC-Netz. Weiterhin wird an der Integration von Speichern gearbeitet, seien es RedoxFlow-Batterien, die sich besonders als stationäre Speicher eignen oder kleinere Systeme zur Zwischenspeicherung elektrischer Energie aus PV-Anlagen. Ein weiteres Forschungsgebiet ist die Diagnostik von Netzbetriebsmitteln, insbesondere von Transformatoren und Kabeln. Hierbei geht es darum, Alterungsvorgänge im Isolationssystem und mögliche diagnostische Verfahren für deren Erkennung zu erforschen.

Im Bereich der Lehre wird der gesamte Bereich der elektrischen Energieversorgung (Netze und Netzbetriebsmittel sowie die Hochspannungstechnik) abgedeckt. Zahlreiche Lehrbeauftragte aus der Industrie und renommierten Forschungseinrichtungen vervollständigen das Lehrangebot des IEH. Das IEH bietet im Master-Studiengang neben der Spezialisierung „Elektroenergiesysteme“ zusammen mit anderen Instituten die Spezialisierungen „Regenerative Energien“ sowie „Elektrische Energiesysteme und Energiewirtschaft“ an.



IHM - Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik

Prof. Dr.-Ing. John Jelonnek
Prof. Dr. Georg Müller

Campus Nord, Bau 421
Hermann-von-Helmholtz-
Platz 1
76344 Eggenstein-
Leopoldshafen

Tel.: 0721 / 608-22441
Mail: martina.huber@kit.edu
www.ihm.kit.edu

Die Hochleistungsimpulstechnik und die Mikrowellentechnik bilden wichtige Säulen für neue und innovative Verfahren in der Materialprozesstechnik, der Energietechnik, der Umwelt- und Biotechnologie sowie der Erzeugung und Erhaltung von Plasmen für industrielle Anwendungen und der Kernfusion. Das Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik (IHM) beschäftigt sich deshalb genau mit diesen Themengebieten.

Die Hochleistungsimpulstechnik am IHM erforscht dabei die wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen zur Erzeugung von repetierenden Hochspannungsimpulsen (> 10 Hz) sehr hoher Leistung (> 1 Gigawatt) und Impulsenergie (> 1 Kilojoule) für Anwendungen in der Umwelt- und Biotechnologie sowie in der Energietechnik. Konkrete Themen sind die Wechselwirkung gepulster elektrischer Felder und Entladungen mit biologischen Zellen, die Oberflächenmodifikation von Materialien mit gepulsten Elektronenstrahlen, die Fragmentierung und Auftrennung von Verbundwerkstoffen und Mineralien mittels gepulster elektrischer Entladungen sowie die Weiterentwicklung von Hochspannungsgeneratoren (Marxgeneratoren) und Komponenten (Hochleistungsschalter) für Anwendungen unter industriellen Bedingungen.

Die Hochleistungsmikrowellentechnik am IHM befasst sich zum einen mit der Anwendung der Mikrowellentechnik für industrielle Prozesse. Es werden Entwicklungstools (Simulations- und Messverfahren), Komponenten (Applikatoren, Regelungssysteme, neue Halbleiterquellen) und komplette Systeme für Mikrowellenanwendungen entwickelt. Wichtige Tools sind dabei die patentierte HEPHAISTOS Technologie, die u. a. zur Herstellung von Bauteilen aus Carbonfasern genutzt wird. Ein neues Forschungsgebiet ist die Anwendung von Mikrowellenplasmen zur Nutzung erneuerbarer Energien, insbesondere zur Umwandlung von überschüssigem CO_2 aus der Luft sowie für die energieeffiziente industrielle Produktion. Durch die Beteiligung am Helmholtz IVF Projekt CORAERO (Airborne Transmission of SARS Coronavirus, <https://www.coraero.de/>) ist das IHM maßgeblich daran beteiligt, um die Verbreitung des Corona Virus über die Luft einzugrenzen. Abschließend befasst sich das IHM damit, den 3D-Druck durch Anwendung von Mikrowellentechnik zu revolutionieren. Neben der industriellen Mikrowellentechnik erforscht die Hochleistungsmikrowellentechnik am IHM die Erzeugung und Übertragung von sehr hohen Leistungen (> 1 Megawatt) im Mikrowellen- und unteren Terahertz-(THz-)Frequenzbereich. Am IHM werden die weltweit leistungsstärksten Hochleistungsvakuumröhren, sogenannte Gyrotrons zur Heizung von Fusionsplasmen bei zukünftigen Fusionsexperimenten (Wendelstein 7-X, Greifswald; ITER, Cadarache; TCV, Lausanne) entwickelt, zusammen mit industriellen Partnern gebaut und am weltweit leistungsstärksten Teststand getestet. Ein neues Forschungsgebiet am IHM ist die Entwicklung von breitbandigen Hochleistungsverstärkersystemen für zukünftige Anwendungen, zum Beispiel in der THz-Spektroskopie, der breitbandigen erdgestützten Satellitenkommunikation oder der Detektion von Weltraumschrott.



IPE - Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik

Institutsleitung: Prof. Dr. Frank Simon
Prof. Dr.-Ing. Andreas Kopmann
Prof. Dr. Ivan Peric
Dr. Matthias Kleifges

Campus Nord Geb. 242
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-
Leopoldshafen

Tel.: 0721 / 608-25612
Mail: frank.simon@kit.edu
www.ipe.kit.edu

Das Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE) entwickelt komplexe Elektroniksysteme für den Einsatz in physikalischen Grundlagenexperimenten. Dabei deckt das IPE die gesamte Signalverarbeitungskette ab und arbeitet an der Entwicklung komplexer Systeme und Systemkomponenten, einschließlich Sensoren, ASICs, Analoghardware, Digitalhardware,

FPGA-Firmware, hardware-naher Software sowie komplexen Softwarealgorithmen.

Unsere Systeme werden z.B. in folgenden Projekten weltweit eingesetzt: Detektoren und Datenerfassung für physikalische Großexperimente, wie das Pierre Auger Observatorium für kosmische Strahlung in Argentinien, das KATRIN Neutrinoexperiment und die Hochenergieexperimente am CERN. Andere Arbeiten beschäftigen sich mit Rekonstruktion und Analyse für die ultraschnelle Röntgenbildgebung, mit Ultraschalltomographie zur Brustkrebsfrüherkennung oder mit Leistungselektronik für E-Mobilität und stationäre Energiespeicher.

Aufgrund der Vielseitigkeit sind Studierende aus unterschiedlichsten Fachrichtungen bei uns willkommen, insbesondere aus den Vertiefungsrichtungen (2) „Signalverarbeitung“,

(3) „Biomedizinische Technik“, (4) „Elektromobilität“, (12) „Optische Kommunikationstechnik“,

(15) „Mikro- und Nanoelektronik“ und (21) „System-on-chip“.

Studierende können durch Abschlussarbeiten (Bachelor/Master) und Hiwi-Jobs in vielfältigster Weise an unseren Forschungsaktivitäten teilnehmen. Wenn Sie auf der Suche nach spannenden Themen sind, sprechen Sie uns gerne an. Wir bieten Bachelor- und Masterarbeiten u.a. in folgenden Arbeitsgebieten an:

- Entwurf von anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreisen - ASICs (Peric, Caselle)
- Analog- und Digitalelektronik zur Verarbeitung von Sensorsignalen (Sander, Caselle)
- Heterogene eingebettete Systeme zur parallelen Onlineverarbeitung (Sander, Caselle)
- Quantum Computing und supraleitende Sensoren (Sander)
- Parallel Computing mit GPUs für wissenschaftliches Rechnen und Monitoring (Sander, Chilingarian)
- Ultraschallwandler und Rekonstruktionsalgorithmen für die Ultraschalltomographie (Ruiter)
- Aufbau- und Verbindungstechnik hochintegrierter (leistungs-) elektronischer Module (Blank)
- Entwicklung von Batterie- und Energiemanagementsystemen für große Li-Ionen Speicher und industrielle Verbraucher (Blank)
- Entwicklung und Charakterisierung optoelektronischer Komponenten (Sander, Schneider)

Im IPE arbeitet ein multidisziplinäres Team aus ca. 100 Wissenschaftlern, Technikern, Studierenden und Auszubildenden. Wir nutzen moderne Infrastrukturen (Reinraum, etc.) für unsere Aktivitäten in den Forschungsbereichen Materie, Information und Energie der Helmholtz-Gemeinschaft. Alle unsere studentischen Arbeiten sind immer in konkrete Projekte integriert und damit Teil unseres Beitrags zu internationalen Kollaborationen.

Falls wir Ihr Interesse geweckt haben, sprechen Sie die genannten Ansprechpartner an. Im Gespräch können wir das konkrete Thema auf Ihre Bedürfnisse abstimmen.



ITEP

ITEP - Institut für Technische Physik

Prof. Dr. Tabea Arndt Prof.
Dr. Bernahrd Holzapfel
Prof. Dr. Mathias Noe
Dr. Holger Neumann
Prof. Dr. Georg Müller

Campus Nord
Hermannvon-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-
Leopoldshafen

Tel.: 0721 / 608-23500
www.itep.kit.edu

Das Institut für Technische Physik (ITEP) versteht sich als nationales und internationales Kompetenzzentrum für Supraleitungs-, Fusions- und Kryotechnologie. Es beschäftigt sich unter anderem mit zentralen, wichtigen Fragestellungen in der Energiewende hinsichtlich der Netzoptimierung und Integration von erneuerbaren Energien. Insbesondere werden supraleitende Komponenten für die Energietechnik, wie z.B. supraleitende Strombegrenzer und Kabel entwickelt. Ein Beispiel hierfür ist das Leuchtturmprojekt AmpaCity, das weltweit längste Supraleiterkabel, welches zusammen mit Kooperationspartnern Nexans und RWE erfolgreich umgesetzt wurde.

Das ITEP verfügt auf 10.000 m² über komplexe Experimentiereinrichtungen, Labors und eine einzigartige technische Infrastruktur, die es ermöglicht komplexe und multidisziplinäre Aufgaben zu bearbeiten.

Mit dem EnergyLab 2.0 entsteht darüber hinaus in Zusammenarbeit mit den Helmholtz-Zentren Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und Forschungszentrum Jülich (FZJ) eine intelligente Plattform, um das Zusammenspiel der Komponenten künftiger Energiesysteme zu erforschen.

Das ITEP bietet Studenten aus verschiedenen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen optimale Bedingungen für die Erstellung von Bachelor- und Masterarbeiten sowie Dissertationen.

Studenten erhalten die Möglichkeit neben praktischen Arbeiten wie z.B. Herstellung und Charakterisierung von verschiedenen Supraleitermaterialien, -kabelkonzepten und -komponenten, sich auch mit Aufgabenstellungen im Bereich Modellierung und Simulation zu beschäftigen. Dies umfasst beispielsweise die Simulation von Wechselstromverlusten von Hochtemperatursupraleitern und Designoptimierung supraleitender Spulen. Die Betreuung der Arbeiten übernehmen erfahrene wissenschaftliche Mitarbeiter.

VDE

Hochschulgruppe Karlsruhe

Exkursionen

Einblicke in Unternehmen der Elektro- und Informationstechnik erhalten, Kontakte knüpfen, Infos zu Praktika, Abschlussarbeiten und Werkstudententätigkeiten bekommen.



Netzwerktreffen

Andere Studierende kennenlernen, Kontakte knüpfen, sich über Vorlesungen und Prüfungen austauschen oder einfach viel Spaß mit netten Leuten haben.

Komm vorbei!

Schau' einfach mal bei einem unserer Jungmitgliedertreffen an jedem 3. Montag im Monat um 20 Uhr im Seminarraum des IEH (Gebäude 30.36) mit Freigetränken und Snacks vorbei.



VDE MITTELBADEN

Bei Fragen schreibt uns: info@vde-karlsruhe.de