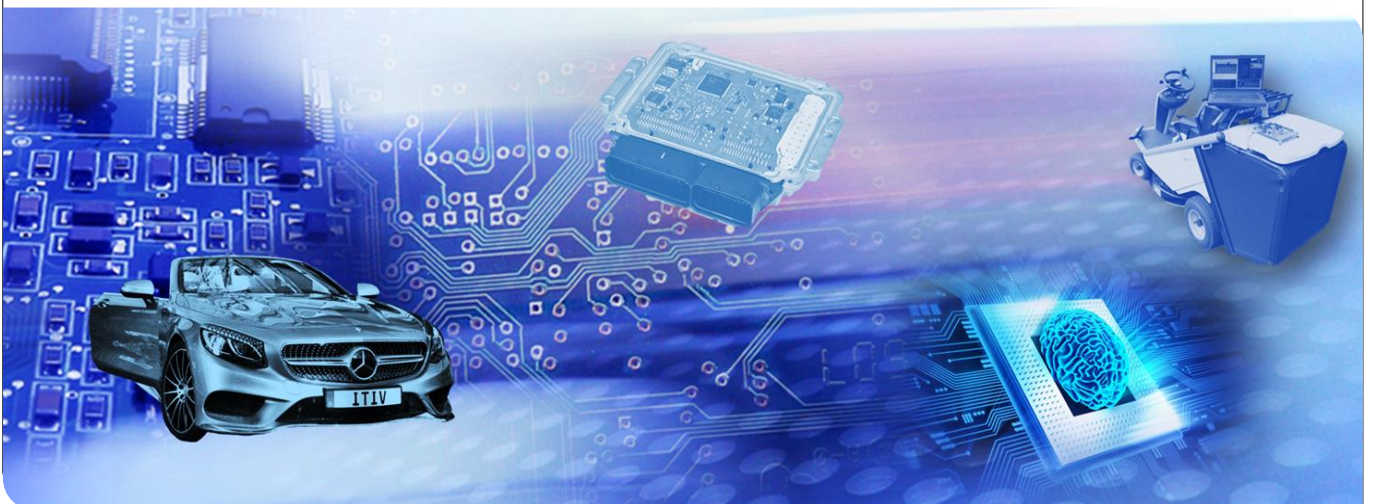


# Vertiefungsrichtung 13: Systems Engineering

Einschreibung ab WS 2018



# Institutsvorstellung - ITIV

Das Institut für Technik der Informationsverarbeitung ist mit knapp 40 wissenschaftlichen Mitarbeitern das größte Institut der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik.

Die behandelten Forschungsthemen decken eine große Bandbreite von Anwendungsbereichen ab. Sie reichen von der Automobiltechnik über Daten- und Kommunikationstechnik und Medizintechnik bis hin zur Unterhaltungselektronik. Im Forschungsbereich **Systems Engineering** liegt der Fokus dabei vor allem auf Prozessen und Methoden für den Entwurf eingebetteter Systeme und System-Verbünde. Im Forschungsbereich **eingebettete elektronische Systeme** werden insbesondere rekonfigurierbare Hardwarekomponenten sowie anwendungsspezifische integrierte Schaltkreise (ASICs) unter systematischer Berücksichtigung von Hardware/Software-Codesign Prinzipien untersucht. Im Forschungsbereich **Mikrosystemtechnik und Optik** werden Sensorsysteme für Medizin, Automatisierung und Automotive Anwendungen untersucht und sowohl mikrooptische als auch mikrosystemtechnische Komponenten betrachtet.

Neben den oben genannten Forschungsbereichen direkt am ITIV werden in den **assozierten Gruppen am Forschungszentrum Informatik (FZI)** weitere Themen behandelt (Abbildung 1). Durch die insgesamt 80 wissenschaftlichen Mitarbeiter am ITIV und in den assoziierten Gruppen ist ein sehr gutes Betreuungsverhältnis für Abschlussarbeiten gewährleistet.

## Adresse

Institut für Technik der  
Informationsverarbeitung  
Engesserstr. 5, Geb. 30.10  
76131 Karlsruhe

Tel. (0721) 608-42502  
Fax (0721) 608-42511  
Internet [www.itiv.kit.edu](http://www.itiv.kit.edu)



## Kollegiale Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Jürgen Becker  
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax  
Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Stork



Abbildung 1: Forschungsthemen am ITIV sowie in den assoziierten Gruppen

## Vertiefungsrichtung 13 – Systems Engineering

Was wäre unsere Welt ohne die kleinen elektronischen Helferlein? In nahezu allen Bereichen des täglichen Lebens und der industriellen Anwendung finden wir elektronische Schaltungen, sogenannte eingebettete Systeme (Embedded Systems). Ob im Auto, in der Bahn, im Flugzeug, in der Raumfahrt oder aber auch in unserem Haushalt, im Büro, im Krankenhaus oder in der Fabrik, überall übernimmt Elektronik Steuerungs- und Regelungsaufgaben. Wobei über Sensorik die Umwelt „aufgenommen“ wird und über die Aktuatorik als Ergebnis der Berechnungen dann die Rückwirkung erfolgt.

Im Rahmen der Vertiefungsrichtung 13 – Systems Engineering – werden konsequenterweise genau die Fähigkeiten vermittelt, um diese elektronischen, eingebetteten Systeme zu entwerfen oder eben zu „engineeren“.

Die Realisierung eingebetteter Systeme basiert einerseits auf anwendungsspezifischen integrierten oder programmierbaren Schaltungen (ASICs, FPGAs etc.), oder andererseits in zunehmendem Maße auf Software, die auf Standard-Mikroprozessoren abläuft.

Ziel der Vertiefungsrichtung 13 ist die Vermittlung eines breitgefächerten Fachwissens, wie es zum Entwurf und zur Realisierung solcher Systeme notwendig ist. Dabei spielen Entwurfsprozesse und Methoden von „agil“ bis „V“, Modellbildung und Simulation, HW- und SW-Synthese, Datenanalyse und Verarbeitung sowie automatisiertes Testen eine vorrangige Rolle. Entwicklungsmethoden werden von Einflüssen der Sicherheit und Verlässlichkeit aber auch von Impulsen zu Agilität und Flexibilität bestimmt. Daran angepasst werden die Prozesse, Methoden und Tools ausgelegt.

Im Grundlagenbereich (GVR) der Vertiefungsrichtung vermittelt „**Messtechnik**“ mathematisches Hintergrundwissen zur Messung und Erzeugung von Signalen. In „**Optimization of Dynamic Systems**“ werden regelungstechnische Aspekte verfestigt und mit „**Wissenschaftliches Programmieren für Ingenieure**“ werden Grundlagen zur Softwareprogrammierung betrachtet.

Im Pflichtbereich (PVR) werden die Hauptinhalte der Vertiefungsrichtung vermittelt: „**Systems & Software Engineering**“ gibt einen Einblick in Entwurfsprozesse und Vorgehensmodelle für kollaboratives Arbeiten. Die Vorlesung „**Hardware-Synthese und -Optimierung**“ konzentriert sich auf algorithmische Verfahren, welche bei

der automatisierten Synthese mikroelektronischer Schaltungen in modernen CAD-Werkzeugen eingesetzt werden. Die Verdeutlichung des Entwurfsablaufs sowie der zugrundeliegenden Hardwarebeschreibungssprachen ist Inhalt der Vorlesung „**Hardware Modeling and Simulation**“. Die Vorlesung „**Hardware / Software Co-Design**“ vermittelt Realisierungsalternativen und zeigt Optimierungsmethoden bezüglich Platzes, Performanz, Kommunikation und Leistung auf. In „**Communication Systems and Protocols**“ wird der Datentransfer innerhalb und zwischen Systemen thematisiert. „**Integrierte Intelligente Sensoren**“ befasst sich mit dem Themengebiet Smart Sensors und dessen besondere Anforderungen bei der Entwicklung sowie entsprechenden Systemkonzepten. Die Zusammenfassung von Informati-

onen von verschiedenen Sensoren wird dann in der Vorlesung „**Informationsfusion**“ behandelt. Die Praktika „**Praktikum Software Engineering**“ und „**Praktikum Entwurf Digitaler Systeme**“ ermöglichen die praktische Umsetzung der erlernten Kenntnisse.

Viele weitere wählbare Modellfächer, Seminare und Labore im **Wahlbereich** runden die Angebote dieses Studienmodells ab. In einem zusätzlichen Projektlabor kann das theoretische Wissen weiter praktisch vertieft werden, beispielsweise im „**Labor Schaltungsdesign**“ oder „**Labor System-on-Chip**“. Veranstaltungen wie „**Mikrosystemtechnik**“, „**Systems Engineering for Automotive Electronics**“, „**Kommunikationskonzepte und E/E-Architekturen für digitale, vernetzte Fahrzeuge**“ und „**Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld**“ können gewählt werden um Fachwissen weiter zu vertiefen. Im „**Seminar Eingebettete Systeme**“ kann ein individueller Schwerpunkt zu aktuellen Forschungsthemen des ITIV gesetzt werden.

Fragen zur Vertiefungsrichtung beantworten gerne die Fachstudienberater.

### Fachstudienberatung

Daniel Baumann	Tel.: (0721) 608 - 41303, ITIV, Raum 115
Johannes Pfau	Tel.: (0721) 608 – 41939, ITIV, Raum 218
E-Mail:	studienberatung@itiv.kit.edu

# Forschungsthemen

## Detektortechnologie

Das ITIV beteiligt sich an der Erforschung neuartiger Konzepte für die Elektronik der leistungsfähigsten Teilchendetektoren der Welt, darunter der Belle II-Detektor des Hochleistungscolliders Super KEKb am KEK in Tsukuba, Japan, das Experiment Compressed Baryonic Matter (CBM) am GSI Darmstadt und der Compact Muon Solenoid des Large Hadron Colliders (LHC) am CERN, Schweiz. Die Forschung am ITIV beschäftigt sich vor allem mit der Entwicklung von FPGA-Designs für die schnelle Datenverarbeitung in der Nähe der Detektoren, um die erzeugte Datenmenge frühzeitig zu reduzieren, sowie mit der Entwicklung von Systemen und Schnittstellenkomponenten für die Synchronisation der im Datenerfassungssystem der Detektoren vorhandenen Elektronik.



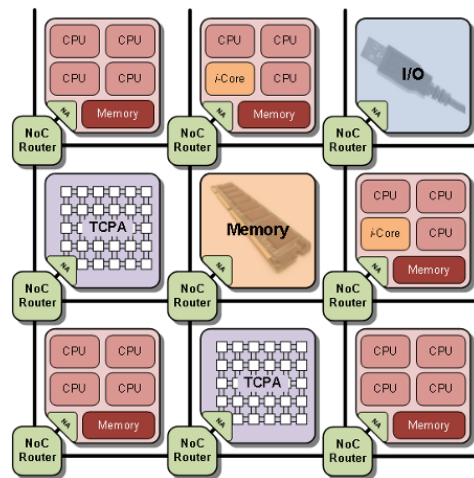
## X-by-Construction-Entwurfsmethodik

Verteilte und autonome eingebettete Systeme in der Luftfahrt und dem Automobilbereich stellen zunehmend höhere Anforderungen an ihre datenverarbeitenden Komponenten. Insbesondere gilt es dabei nichtfunktionale Anforderungen einzuhalten, wie z.B. der nach Safety und Security. Eine automatisierte Entwurfsmethodik, die deren Einhaltung durch ein „by-Construction“-Vorgehen garantiert, minimiert das Fehlerpotential und kann die Entwicklungszeiten signifikant senken.



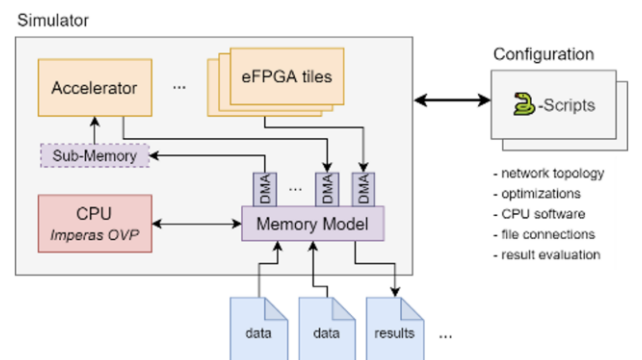
## Invasives Rechnen

Unter dem Begriff Invasives Rechnen wird ein völlig neues Paradigma für den Entwurf und die Programmierung zukünftiger paralleler Rechensysteme erforscht. Die Grundidee besteht darin, parallelen Programmen die Fähigkeit zu verleihen, in einer als Invasion bezeichneten Phase ressourcengewahr Berechnungen auf eine Menge aktuell verfügbarer Ressourcen zu verteilen, und nach paralleler Abarbeitung diese in einer als Rückzug bezeichneten Phase wieder frei zu geben.



## Beschleuniger für KI Anwendungen

Künstliche Intelligenz und autonomes Fahren sind technologische Megatrends, welche den Maßstab für erforderliche Rechenleistung in eingebetteten Systemen neu setzen. Dazu bedarf es maßgeschneiderter Prozessoren, die bei hoher Rechenleistung zusätzliche kritische Anforderungen wie z.B. Energieeffizienz oder Sicherheit, erfüllen. Am ITIV wird an System-on-Chip-Architekturen geforscht, welche KI-intensive Anwendungen, wie Sensordatenfusion und 3D-Objekterkennung, ermöglichen sollen. Dies beinhaltet u.a. den Einsatz von Hardwarebeschleunigern gekoppelt mit RISC-V Kernen sowie einer automatisierten Simulation zur Ermittlung optimierter Architekturen.



### Automatisierte und vernetzte Mobilität

Fahrzeuge werden zunehmend vernetzter und werden automatisierte bis hin zu autonomen Fahrfunktionen beinhalten. Durch diesen gesteigerten Grad der Vernetzung und Automatisierung rücken sowohl funktionale Sicherheit (Safety) als auch IT-Sicherheit (Security) an eine prominente Stelle.

Denn um eine zukunftsfähige Mobilität gewährleisten zu können und die Akzeptanz zu steigern, müssen die Fahrfunktionen sicher und zuverlässig sein. Das gilt während der Entwicklung aber auch speziell bei der Absicherung.



### Maschinelles Lernen

Die Themengebiete Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz erleben momentan eine Renaissance. Gründe dafür sind zum einen die steigende Rechenleistung von PC-Grafikkarten (GPUs) und zum anderen die Verfügbarkeit von neuen Technologien (Multi-Cores, FPGAs etc.) in Kombination mit effizienten parallelisierten Frameworks und Algorithmen zum Training von Neuronalen Netzen.

Die Einsatz- und Forschungsgebiete im Bereich des maschinellen Lernens sind weit gestreut. In der Bildverarbeitung für autonomes Fahren lösen Convolutional Neural Networks (CNN) bereits klassische Objekterkennungsverfahren ab. Künstliche Neuronale Netze (KNN) werden zur Verbrauchsprognose für Strom- und Gas bereits erfolgreich eingesetzt. In der Medizintechnik werden Künstliche Neuronale Netze entwickelt, die anhand von Bildern bösartigen Hautveränderungen zuverlässiger als Ärzte erkennen. Deep Neural Networks erträumen bereits Bilder, schreiben Gedichte oder komponieren eigenständig Jazz-Songs.

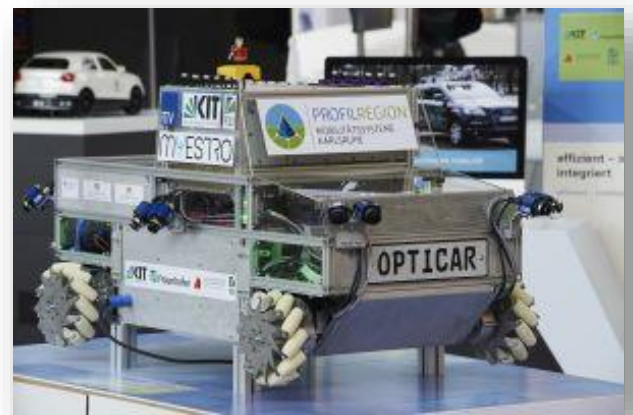
### Multicore Systeme in sicherheitskritischen Domänen

Zukünftige sicherheitskritische Anwendungen in der Automobil- und Luftfahrt-Industrie, aber auch das Zukunftsthema Industrie 4.0 zeigen einen deutlich steigenden Bedarf an digitaler Rechenleistung. Sie wird beispielsweise für hoch automatisierte Fahrzeuge und echtzeitfähig vernetzte Maschinen benötigt. Weiterhin wird dieser Bedarf durch eine immer größere Integration und Interaktion mit anderen Systemen und Services verstärkt.



### Optische Umfelderkennung im Automobil

Autonome Fahrzeuge sind ein wichtiger Baustein neuer Mobilitätssysteme. Damit diese Fahrzeuge im Verkehr selbstständig und sicher agieren können, müssen sie ihr gesamtes Umfeld exakt erfassen. Im Rahmen von Forschungsprojekten haben Experten jetzt eine Forschungs- und Erprobungsplattform für Stereo-Kamerasysteme entwickelt. Ziel des Gemeinschaftsprojekts ist es, diese Systeme präziser



und robuster zu machen.

## Automotive Security

In der Automobilindustrie schreitet die Entwicklung hin zum vollständig autonomen und mit seiner Umgebung vernetzten Fahrzeug immer weiter voran. Die Kommunikation mit dem Fahrzeugumfeld birgt dabei neue Risiken, die Sicherheit der Insassen zu gefährden, da es sich nicht mehr um ein gegenüber der Umwelt informationstechnisch abgeschlossenes System handelt, womit Cyberangriffe möglich werden. Die Auswirkungen solcher Angriffe

auf ein Fahrzeug können katastrophal sein, da ein Eindringen in das IT-System die komplette Übernahme der Steuerung zur Folge haben kann.

## Weitere Forschungsthemen

Weitere Forschungsthemen sowie offene Stellen zu den Projekten für Bachelor-, Masterarbeiten und HiWi-Tätigkeiten sind auf der Institutshomepage aufgelistet.

**[www.itiv.kit.edu](http://www.itiv.kit.edu)**

## Vorlesungen der Vertiefungsrichtung 13

### Grundlagen zur Vertiefungsrichtung

#### Messtechnik (MT)

2+1 SWS, 5 LP, WS, IIIT

systemtechnischen Grundlagen der Messtechnik, mathematisches Hintergrundwissen zur Messung und Erzeugung von Signalen.

#### Optimization of Dynamic Systems (ODS)

2+1 SWS, 5 LP, WS, IRS

Unbeschränkte und Eingeschränkte Parameter-Optimierung, Dynamische Programmierung und Variationsrechnung.

#### Wissenschaftlich Programmieren für Ingenieure

2+1 SWS, 4 LP, WS, IAM

Rechnerarchitekturen, Einführung in Unix/Linux, Grundlagen der Programmiersprache C++, Numerik / Algorithmen.

### Pflichtbereich der Vertiefungsrichtung

#### Communication Systems and Protocols (CSP)

2+1 SWS, 5 LP, SS, ITIV, Engl.

Modulationsverfahren, Signaldarstellung, Synchronisierungsmechanismen, Fehlerkorrekturmechanismen, sowie Verfahren zur Zugriffssteuerung, Kommunikationsablauf und Topologien.

#### Hardware- Synthese und -Optimierung (HSO)

3+1 SWS, 6 LP, SS, ITIV

Entwurfsablauf bei rechnergestütztem Schaltungsentwurf, Algorithmen, Entwurfsmethoden der verschiedenen Architekturen, High-Level- Registertransfer- und Logik-Synthese, Physikalische Entwurfsverfahren.

#### Hardware Modeling and Simulation (HMS)

2+1 SWS, 4 LP, WS, ITIV, Engl.

Hardwarebeschreibungssprachen: VHDL, System C, Spice, VHDL-AMS, HW/SW Cosimulation, Rapid Prototyping.

#### Hardware/Software Co-Design (HSC)

2+1 SWS, 4 LP, WS, ITIV

Zielarchitekturen für HW/SW-Systeme (DSP, Mikrocontroller, ASIPs, FPGAs, ASIC, System-on-Chip), Abschätzung der Entwurfsqualität, Hardware- und Software-Performanz, Partitionierungsverfahren, Interface- und Kommunikationssynthese, Co-Simulation, Leistungsanalyse.

#### Informationsfusion (IF)

2+1 SWS, 4 LP, WS, IIIT

Konzepte, Architekturen und Verfahren der Informationsfusion, Mathematische Konzepte zur Verknüpfung von Sensordaten und Informationen

#### Integrierte Intelligente Sensoren (IIS)

2+0 SWS, 3 LP, SS, ITIV

Realisierungsalternativen und Beispiele für Mikrosysteme, anhand konkreter Beispiele: Intelligente Sensoren, Wandlerprinzipien, Signalaufbereitung, Signalverarbeitung, Telematik.

#### Systems and Software Engineering (SSE)

2+1 SWS, 5 LP, WS, ITIV

Einführung in Methoden und Werkzeuge für die computerunterstützte System- und Softwaretechnik.

#### Praktikum Entwurf Digitaler Systeme (PES) oder Digital Hardware Design Laboratory (DHL)

0+4 SWS, 6 LP, SS, ITIV

Entwurf von Automaten/ Programmen für programmierbare Logikbausteine; Realisierung CPU mittels VHDL, Statecharts, Blockdiagramme, Codegenerierung.

#### Praktikum Software Engineering (PSE)

0+4 SWS, 6 LP, SS

Anforderungen, Objektorientierte Analyse und Design (C++, UML), Einführung in die Echtzeitprogrammierung, Einsetzen von Echtzeit-Frameworks, Multi-Plattform-Entwicklung für Win2k und Linux, eXtream Programming (XP), SW-Test, Teamarbeit.

### Wählbare Lehrveranstaltungen des ITIV

#### Software Engineering (SE)

2+0 SWS, 3 LP, WS, ITIV

Anforderungen, Notation, SW-Architektur, SW-Änderungen, SW-Impl., SPICE, CMM, SW-Test, Middleware, (DB, RTOS).

#### Labor Schaltungsdesign (LSD)

0+4 SWS, 6 LP, WS, (Blockveranstaltung)

Entwurf elektronischer Schaltungen, wie z.B. als Bindeglied zwischen Mikrocontrollern/FPGAs und Sensoren/Aktuatoren, Auswahl benötigter Bauteile, Verschaltung von Baugruppen, Aufbau Gesamtsystem, Schaltungsdesign, Erstellung von Layouts, Schaltungsaufbau und Test.

**Mikrosystemtechnik (MST)**

2+0 SWS, 3 LP, WS

Einführung, typ. Mikrosysteme, Realisierungsalternativen, Klassifizierung der mikrooptischen, mikromechanischen und mikroelektronischen Komponenten, vertikale und laterale Strukturierungstechniken, mikromechanische Strukturierungstechniken.

**Kommunikationskonzepte und E/E-Architekturen für digitale, vernetzte Fahrzeuge (KVF)**

2+0 SWS, 3 LP, SS

Transformation der Automobilindustrie, Kunden-/Gesetzes-/Marktanforderungen, E/E-Architekturen und darauf basierenden Kommunikationskonzepte, Software in die E/E-Architektur, vernetzte Fahrzeuge, Diagnose- und Software-Update-Mechanismen

**Optical Engineering (OE)**

2+1 SWS, 4 LP, WS, (Engl.)

Einführung in die Optik / optische Systemspezifikation, Optische Elemente, einfache optische Systeme (Auge, Brille, Lupe, Fernrohr, Mikroskop), Design optischer Systeme (Optikdesign-Tools, Beleuchtungssysteme, Infrarotoptik, Laseroptik, diffraktive Optik).

**Optical Design Lab (ODL)**

0+4 SWS, 6 LP, WS+SS, (Engl.)

Simulation einfacher Bauelemente, Simulation einfacher optischer Systeme, Aberrationen, Bewertung der Bildqualität optischer Systeme, Computerunterstützte Optimierung komplexer optischer Systeme, Laseroptische Systeme, Diffraktive Linsen, Illumination.

**Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen (PEPSA)**

2+1 SWS, 4 LP, WS, (Blockveranstaltung)

Anhand von praktischen Beispielen aus der Industrie: Produkt-Vorgaben, Regeln und Auflagen für Produktentwicklung, Qualitätsbegriff, Qualitätsmanagement, Reviews, Dokumentation, Projektmanagement, Projektorganisation, Planung, Steuerung und Kontrolle, Zeitmanagement, Kommunikation.

**Systems Engineering for Automotive Electronics (SEAE)**

2+1 SWS, 4 LP, SS, (Engl.)

Anhand von praktischen Beispielen aus der Industrie: Entwicklungsprozesse, KFZ Zielarchitekturen, Entwicklungswerkzeuge auf System- und Softwareebene, Qualitätsmanagement, Systementwurf und Projektmanagement.

**Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld (TES)**

2+1 SWS, 4 LP, WS, (Blockveranstaltung)

Test von Automobilelektronik mit dem Schwerpunkt Software, Grundlagen des Software-Tests, konkrete Anwendung, State-of-the-Art-Werkzeuge und Technologien zum Software-/Steuergerätestest, Inhalte der Vorlesung sind sehr praxisnah.

**Seminar: Eingebettete Systeme (SES)**

0+2 SWS, 3 LP, WS+SS

Themen, die eng mit der Forschungsarbeit des Instituts verzahnt sind, werden durch Literatur-, Markt- oder Patent-Recherchen selbständig durch ein 4-seitiges Paper und einen 20-minütiger Vortrag präsentiert.

**Seminar: Wir machen ein Patent (SWMP)**

0+2 SWS, 3 LP, SS, (Überfachliche Qualifikation)

Vorgehen beim Einreichen eines Patents anhand von konkreten Beispielen, Kreativitätstechniken, um patentierbare Ideen zu erarbeiten, Patentrecherchen u.ä. auf ihre Patentierbarkeit hin überprüft und gegebenenfalls ein Patent verfasst und eingereicht.

**Praktikum System-on-Chip (PSoC)**

0+4 SWS, 6 LP, WS

Entwicklung einer Mixed-Signal-Hardwarearchitektur zur Audio-Wiedergabe auf Basis eines System-On-Chip (SoC); Systementwurf mit Erstellung notwendiger Teilkomponenten, deren Integration in ein Gesamtsystem sowie die Simulation und Verifikation der individuellen Komponenten und des Gesamtsystems.

**Systemintegration und Kommunikationsstrukturen in Industrie 4.0 und IoT**

Vermittelt die theoretischen und praktischen Aspekte der Systemintegration von Messgeräten (Feldgeräten) und Messsystemen in die horizontalen und vertikalen Automatisierungs- und Kommunikationsstrukturen von Industrie 4.0 und IoT.

**Masterarbeit**

Im Rahmen von Masterarbeiten werden sowohl praktische als auch theoretische Aufgabenstellungen, die in die verschiedenen Forschungsbereiche (siehe Seite 2) des Instituts eingebettet sind, selbständig bearbeitet. Auf diese Weise können Studierende sich direkt in die aktuellen Forschungsprojekte des Instituts einbringen. Die Dauer der Masterarbeit beträgt 6 Monate Vollzeit.

Aktuelle Themen stehen im Schaukasten des Instituts



sowie im Internet unter: [www.itiv.kit.edu/7806.php](http://www.itiv.kit.edu/7806.php). Dennoch ist ein **persönliches Gespräch** mit den Betreuern empfehlenswert, da häufig zusätzliche Themen möglich sind, oder die genaue Aufgabenstellung den

Wünschen des Studierenden angepasst werden können.

Masterarbeiten können auch gerne außerhalb des Vorlesungszeitraums begonnen und bearbeitet werden!

# Studienplan

## Allgemeine Informationen

### Studiendauer

Die Regelstudienzeit des Masterstudiengangs beträgt vier Semester. Die Studierenden müssen alle Leistungen im Master, inklusive Nachprüfungen bis zum Ende des Prüfungszeitraumes des 8. Semesters erfüllen.

Wiederholungsprüfungen verlängern diese Fristen nicht.

### Zusatzleistungen

Zusatzleistungen werden immer mit Note im Zeugnis eingetragen, allerdings wird die Note nicht zur Gesamtnotenbildung herangezogen.

Im Masterstudium dürfen max. 30 LP als Zusatzleistungen aus dem Gesamtangebot des KITs erworben werden.

### Anerkennung von externen Studien- und Prüfungsleistungen

Leistungen, die an externen staatlich anerkannten Hochschulen im Inland oder Ausland geleistet werden, können auf Antrag der Studierenden anerkannt werden, sofern sie inhaltlich und im Umfang den Leistungen am KIT entsprechen. Eine Anerkennung mit Note ist nur möglich, wenn die Notensysteme vergleichbar sind. Anderenfalls werden die Leistungen im Zeugnis mit dem Vermerk „bestanden“ aufgeführt und werden nicht zur Notenbildung herangezogen.

Der Antrag auf Anerkennung muss innerhalb eines Semesters gestellt werden.

Der Umfang an Fremdleistungen darf maximal 50% der Pflicht- und Wahlmodule im Bachelor bzw. der Festen Modellfächer und Wahlmodellfächer im Master-Studiengang betragen.

## Überfachliche Qualifikationen

Als überfachliche Qualifikation sind im Master 6 LP vorgesehen.

Voraussetzung ist, dass es sich um Veranstaltungen mit überwiegend nicht technischem Inhalt mit bewertetem Leistungspunkte-Nachweis („erfolgreich teilgenommen“ bzw. „bestanden“) handelt. Überfachliche Qualifikationen gehen in die Master-Zeugnisse ohne Note ein.

Nicht zugelassen sind Fächer aus dem Modulhandbuch der Fakultät, die nicht explizit als Überfachliche Qualifikationen gekennzeichnet sind.

Die ausgewählten Fächer sollen folgenden, beispielhaft angeführten Veranstaltungen ähnlich sein:

### Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik:

- Das Berufsfeld des Ingenieurs in modernen Unternehmen (2310541, 3 LP)
- Seminar Projektmanagement für Ingenieure (23684, 3 LP)
- Seminar: Wir machen ein Patent (2311633, 3 LP)

### Andere Fakultäten, HoC, SpZ und ZAK:

- Entrepreneurship I
- Industriebetriebswirtschaftslehre
- Tutorenschulung
- Nichttechnische Seminare mit Vortrag
- Sprachkurse
- Studium Generale sowie Schlüsselqualifikationen und Zusatzqualifikationen (ZAK)

## Masterfächer vorziehen

Es ist möglich feste Modellfächer oder Wahlfächer aus dem Master-Studiengang bereits im Bachelor-Studiengang zu absolvieren. Dazu müssen im Bachelor-Studiengang mindestens 120 LP erreicht worden sein. Für jedes vorgezogene Fach muss eine gesonderte Genehmigung erteilt werden, da die Fächer nicht im Bachelor und im Master angerechnet werden können. Insgesamt können Fächer im Umfang von max. 30 LP in den Bachelor vorgezogen werden. Eine Änderung, bspw. Rückbuchung in den Bachelor, kann nach der Genehmigung nicht mehr erfolgen.

Der Antrag auf Anerkennung muss innerhalb eines Semesters gestellt werden.

### Bewerbung zum Master-Studiengang

Die Bewerbung zum Master ist unerlässlich. Die aktuell gültigen Anmeldezeiträume finden sich auf der Fakultätswebsite:

**[www.etit.kit.edu/bewerbung\\_master.php](http://www.etit.kit.edu/bewerbung_master.php)**

Die Anmeldung ist von der Einschreibung als Masterstudent unabhängig. Für die Einschreibung müssen ALLE Leistungen mit mindestens 4,0 Bestanden sein. Für die Bachelorarbeit kann bei Bedarf eine entsprechende Bescheinigung ausgestellt werden.

### Master-Studiengang

Der Master-Studiengang gliedert sich in folgende Bereiche:

- Grundlagen zur Vertiefungsrichtung
- Pflichtbereich der Vertiefungsrichtung
- Wahlbereich der Vertiefungsrichtung
- Überfachliche Qualifikationen
- Masterarbeit
- (Zusatzleistungen)

Zur Notenbildung werden Grundlagen-, Pflicht- und Wahlbereich sowie die Masterarbeit gewichtet nach dem Umfang an Leistungspunkten verwendet.

Die Vertiefungsrichtung (Grundlagen, Pflicht- und Wahlbereich) beträgt insgesamt mindestens 84 LP. Zusätzlich müssen 6 LP in den Überfachlichen Qualifikationen geleistet werden. Im Studiengang dürfen maximal zwei Praktika absolviert werden.

Falls Informationen in dieser Broschüre veraltet sein sollten, finden sich die jeweils aktuell gültigen Informationen und Regeln zum Ablauf des Studiengangs sowie alle Veranstaltungen der ETIT Fakultät verbindlich im Master-Modulhandbuch und der Prüfungsordnung der Fakultät:

**[www.etit.kit.edu/modulhandbuecher.php](http://www.etit.kit.edu/modulhandbuecher.php)**

**[www.etit.kit.edu/studien\\_und\\_pruefungsordnungen.php](http://www.etit.kit.edu/studien_und_pruefungsordnungen.php)**

### Mögliche Veranstaltungen im Wahlbereich

Mit schriftlicher Zustimmung des Fachstudienberaters können im Wahlbereich abgesehen von den hier aufgelisteten Veranstaltungen auch weitere Veranstaltungen der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik oder einer anderen Fakultät gewählt werden.

Eine Veranstaltung darf in jedem Fall nur einmal entweder im Bachelorstudiengang oder im Masterstudiengang angerechnet werden.

Die Studienpläne für alle Vertiefungsrichtungen finden sich auf der Fakultätshomepage:

**[www.etit.kit.edu/studienplaene\\_master.php](http://www.etit.kit.edu/studienplaene_master.php)**

Informationen zu den Veranstaltungen aller Fakultäten des KIT finden sich im Campus Management System:

**[campus.studium.kit.edu](http://campus.studium.kit.edu)**

### Masterarbeit

Für die Zulassung zur Masterarbeit sind drei grundlegende Bedingungen zu erfüllen:

- Es muss ein entsprechender individueller Studienplan genehmigt werden
- Es müssen Modulprüfungen im Umfang von 75 LP erfolgreich abgelegt worden sein
- Alle Modulprüfungen in den Grundlagen der Vertiefungsrichtung müssen bestanden sein

**Grundlagen zur Vertiefungsrichtung 13**

Sem.	Vorl. Nr.	Lehrveranstaltung	SWS (V+Ü)	LP	Prüfungsart
WS	2302105	Messtechnik	2+0	5	schriftlich
WS	2303183	Optimization of Dynamic Systems	2+1	5	schriftlich
WS	2181738	Wissenschaftliches Programmieren für Ingenieure	2+2	4	schriftlich

**Pflichtbereich der Vertiefungsrichtung 13**

Sem.	Vorl. Nr.	Lehrveranstaltung	SWS (V+Ü)	LP	Prüfungsart
WS	2311605	Systems and Software Engineering	2+1	5	schriftlich
SS	2311616	Communication Systems and Protocols	2+1	5	schriftlich
WS	2311620	Hardware/Software Co-Design	2+1	4	mündlich
SS	2311619	Hardware-Synthese und -Optimierung	3+1	6	mündlich
SS	2311630	Integrierte Intelligente Sensoren	2+0	3	mündlich
WS	2302139	Informationsfusion	2+1	4	schriftlich
WS	2311608	Hardware Modeling and Simulation	2+1	4	schriftlich
SS	2311637 / 2311645	Praktikum Entwurf Digitaler Systeme / Digital Hardware Design Laboratory	0+4	6	anderer Art
SS	2311640	oder Praktikum Software Engineering	0+4	6	anderer Art

# Studienplanübersicht im Masterstudiengang Modell 13

Grundlagen und Pflichtbereich		Wahlbereich (Vorschlag)		
<b>ODS (5LP)</b> Optimization of Dynamic Systems	<b>HMS (4LP)</b> Hardware Modeling and Simulation	<b>SE (3LP)</b> Software Engineering	<b>LSD (6LP)</b> Labor Schaltungsdesign	Vorlesungen im Wintersemester
<b>MT (5LP)</b> Messtechnik	<b>HSC (4LP)</b> Hardware / Software Codesign	<b>PEPSA (4LP)</b> Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen	<b>OE (4LP)</b> Optical Engineering	
<b>SSE (5LP)</b> Systems and Software Engineering	<b>IF (4LP)</b> Informationsfusion	<b>TES (4LP)</b> Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld	<b>MST (3LP)</b> Mikrosystemtechnik	
<b>WPI (4LP)</b> Wissenschaftliches Programmieren für Ingenieure		<b>ISS (4LP)</b> Integrierte Systeme und Schaltungen		
<b>HSO (6LP)</b> Hardware Synthese und Optimierung	<b>CSP (5LP)</b> Communication Systems and Protocols	<b>SEAE (4LP)</b> System Engineering for Automotive Electronics	<b>SWMP (3LP)</b> Wir machen ein Patent	Vorlesungen im Sommersemester
<b>IIS (3LP)</b> Integrierte Intelligente Sensoren		<b>SES (3LP)</b> Seminar Eingebettete System	<b>Englisch (3LP)</b> English for Engineers	
Auswahl eines Praktikums:		<b>SenSys (3LP)</b> Sensorsysteme		
<b>PES / DHL (6LP)</b> Praktikum Entwurf digitaler Systeme / Digital Hardware Design Laboratory	<b>PSE (6LP)</b> Praktikum Software Engineering			
<b>Masterarbeit (30LP)</b>				
Praktische Arbeit aus einem der Forschungsgebiete - Themenwahl nach Absprache Aktuell zu vergebender Arbeiten am Institut unter: <a href="https://www.itiv.kit.edu/343.php">https://www.itiv.kit.edu/343.php</a>				

Legende:

Grundlagen- / Pflichtbereich	ITIV – Wahlbereich	Sonstiges – Wahlbereich	ITIV – Seminar	Praktikum	Überfachliche Qualifikation
------------------------------	--------------------	-------------------------	----------------	-----------	-----------------------------

## Wahlbereich der Vertiefungsrichtung 13

Sem.	Vorl. Nr.	Lehrveranstaltung	SWS (V+Ü)	LP	Prüfungsart
<b>Systems Engineering (ITIV)</b>					
WS	2311625	Mikrosystemtechnik	2+0	3	mündlich
WS	2311629	Optical Engineering	2+1	4	mündlich
SS	2311647	Optical Design Lab	0+4	6	mündlich
WS+SS	2311627	Seminar: Eingebettete Systeme	2+0	3	mündlich
WS	2311641	Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen	2+1	4	mündlich
SS	2311642	Systems Engineering for Automotive Electronics	2+1	4	mündlich
WS	2311611	Software Engineering	2+0	3	schriftlich
WS	2311648	Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld	2+1	4	mündlich
SS	2311632	Kommunikationskonzepte und E/E-Architekturen für digitale, vernetzte Fahrzeuge	2+0	3	mündlich
WS		Systemintegration und Kommunikations-strukturen in Industrie 4.0 und IoT	2+0	3	mündlich
<b>Sensor-Systeme, Mikrosystemtechnik, Messtechnik und Signalverarbeitung</b>					
WS	23113	Methoden der Signalverarbeitung	2+2	6	schriftlich
SS	2310534	Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik	2+0	3	mündlich
SS	23134	Praktikum Digitale Signalverarbeitung	0+4	6	schriftlich
WS	2304231	Sensoren	2+0	3	schriftlich
SS	2304240	Sensorsysteme	2+0	3	mündlich
SS	2304232	Praktikum Sensoren und Aktoren	0+4	6	mündlich
SS	2301071	Praktikum Systemoptimierung	0+4	6	mündlich
SS	23668	Nanoelektronik	2+0	3	mündlich
WS	23688	Integrierte Systeme und Schaltungen	2+1	4	mündlich
WS	2113805	Grundlagen der Fahrzeugtechnik I	4+0	8	schriftlich
SS	2114835	Grundlagen der Fahrzeugtechnik II	2+0	4	schriftlich
<b>Systems on Chip / Standardzellen-Entwurf</b>					
WS	23660	VLSI-Technologie	2+0	3	mündlich
SS	23683	Design digitaler Schaltkreise	2+1	4	mündlich
WS	23664	Design analoger Schaltkreise	2+1	4	mündlich
WS+SS	23674	Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA	0+4	6	mündlich
WS	2311638	Labor Schaltungsdesign	0+4	6	anderer Art
WS	23327	Schaltungstechnik für die Industrieelektronik	2+0	3	mündlich
WS+SS	23672	Praktikum Adaptive Sensorelektronik	0+4	6	mündlich
SS	2424672	Low Power Design	2+0	3	mündlich
WS	2311612	Praktikum System-on-Chip	0+4	6	anderer Art

Sem.	Vorl. Nr.	Lehrveranstaltung	SWS (V+Ü)	LP	Prüfungsart
<b>Künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen</b>					
WS	24150	Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren	2+1	5	schriftlich
SS	24620	Maschinelles Lernen 2 – Fortgeschrittene Verfahren	2+1	5	schriftlich
SS	24628	Deep Learning for Computer Vision	2+0	3	mündlich
SS	2400024	Deep Learning und Neuronale Netze	4+0	6	schriftlich
WS	23097	Prädiktive Fahrerassistenzsysteme	2+0	3	schriftlich
WS	24114	Analysetechniken für große Datenbestände	3+0	5	mündlich
SS	2400042	Analysetechniken für große Datenbestände 2	2+0	3	mündlich
SS	2302145	Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning	2+0	3	mündlich
<b>IT-Sicherheit</b>					
WS	2400237	Theoretische Grundlagen der Kryptographie	4+0	6	schriftlich
SS	2400045	Authentisierung und Verschlüsselung	2+0	4	mündlich
SS	2400154	Kryptographische Protokolle	2+0	3	mündlich
WS	2400022	Universal Composability in der Kryptographie	2+0	3	mündlich
SS	2400239	Seminar: Ausgewählte Themen der Public-Key-Kryptographie	2+0	3	mündlich
SS	2511550	Informationssicherheit	2+1	5	schriftlich
<b>Regelungstechnik</b>					
SS	2303173	Nichtlineare Regelungssysteme	2+0	3	schriftlich
SS	2303160	Automatisierung ereignisdiskreter und hybrider Systeme	2+0	3	mündlich
SS	23144	Informationstechnik in der industriellen Automation	2+0	3	mündlich
WS	2303176	Praktikum Automatisierungstechnik	0+4	6	mündlich
WS	2424152	Robotik I - Einführung in die Robotik	2+1	6	mündlich
<b>Medizintechnik</b>					
WS	23281	Physiologie und Anatomie I	2+0	3	mündlich
SS	23282	Physiologie und Anatomie II	2+0	3	mündlich
WS	23269	Biomedizinische Messtechnik I	2+0	3	mündlich
SS	23270	Biomedizinische Messtechnik II	2+0	3	mündlich
SS	2305276	Praktikum Biomedizinische Messtechnik	0+4	6	mündlich
WS	2141864	BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin I	2+0	4	mündlich
SS	2142883	BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin II	2+0	4	mündlich
<b>Optik</b>					
SS	2313726	Optoelektronik	2+1	4	mündlich
SS	2309486	Optoelectronic Components	2+1	4	mündlich
WS+SS	2313712	Praktikum Optoelektronik	4+0	6	mündlich
WS	2309460	Optical Transmitters and Receivers	2+1	4	mündlich
SS	2313740	Optische Technologien im Automobil	2+0	3	mündlich

## Weitere Infos

### Nützliche Links

#### Studienpläne, Modulhandbuch und Prüfungsordnungen

- [www.etit.kit.edu/vertiefungsrichtungen\\_master.php](http://www.etit.kit.edu/vertiefungsrichtungen_master.php)
- [www.etit.kit.edu/modulhandbuecher.php](http://www.etit.kit.edu/modulhandbuecher.php)
- [www.etit.kit.edu/studien\\_und\\_pruefungsordnungen.php](http://www.etit.kit.edu/studien_und_pruefungsordnungen.php)

#### Überfachliche Qualifikationen

- Zentrum für angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale: [www.zak.kit.edu](http://www.zak.kit.edu)
- House of Competence: [www.hoc.kit.edu](http://www.hoc.kit.edu)
- Sprachenzentrum: [www.spz.kit.edu](http://www.spz.kit.edu)

#### Sekretariate

- Sekretariat Bachelorprüfungsausschuss BPA: [www.etit.kit.edu/studiengangservice\\_bachelor\\_etit\\_und\\_mit.php](http://www.etit.kit.edu/studiengangservice_bachelor_etit_und_mit.php)
- Sekretariat Masterprüfungsausschuss MPA:  
[www.etit.kit.edu/studiengangservice\\_master\\_etit\\_und\\_mit.php](http://www.etit.kit.edu/studiengangservice_master_etit_und_mit.php)
- Erasmus Informationen:  
<https://www.etit.kit.edu/erasmus.php>
- Studierendenservice und zentrale Studienberatung:  
<https://www.sle.kit.edu/wirueberuns/studierendenservice.php>  
<https://www.sle.kit.edu/imstudium/zib.php>

#### Unterstützung und Beratung für Studierende

- [www.etit.kit.edu/studienstart.php](http://www.etit.kit.edu/studienstart.php)