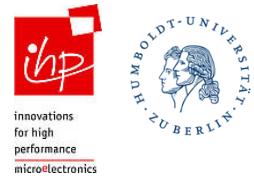


Drahtlose Breitbandkommunikation - Vorstellung



**Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik,
IHP, Leibniz Institut für innovative Mikroelektronik, Frankfurt (Oder)**

Vorlesung Drahtlose Breitbandkommunikationssysteme

Prof. Dr. Eckhard Grass

grass@ihp-microelectronics.com

grass@informatik.hu-berlin.de

<http://www.informatik.hu-berlin.de/~grass/bbk>

IHP's Building



IHP at a Glance



Institute of the Leibniz Association

- 320 people from 30 countries, including 134 scientists
- Founded in 1983
- Owner is the State of Brandenburg



Financing 2016

- Basic funding from the German and local government: 28.9 Mio. Euro
- Third party funds: 19.2 Mio. Euro



Main Activities

- R & D for wireless and broadband communication, health, security, space and industrial automation

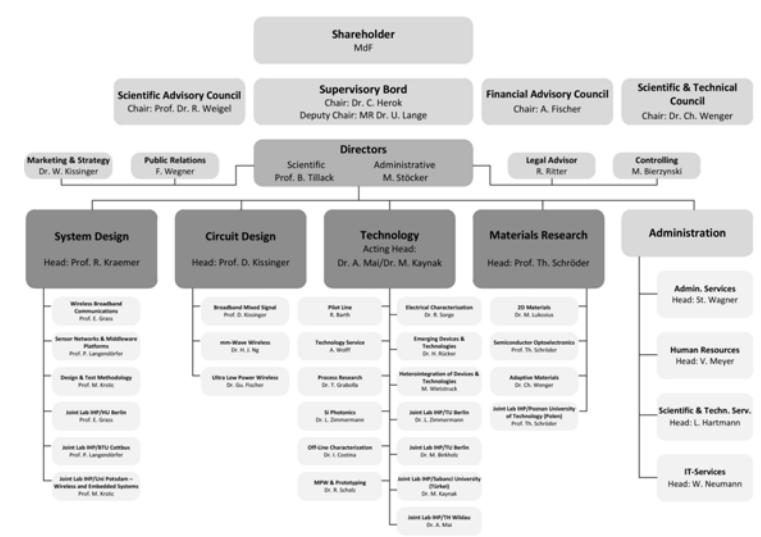


Core Competencies

- Design of wireless systems and RF circuits
- Development of modular BiCMOS incl. RF MEMS and Si Photonics
- New device concepts and materials for semiconductor technology
- Preparation of prototypes and small series in an own pilot line

3 Drahtlose Breitbandkommunikation (BBK) WS2017/18

The Organisation of IHP



Shareholder
Mdf

Scientific Advisory Council
Chair: Prof. Dr. R. Weigel

Supervisory Board
Chair: Dr. C. Herok
Deputy Chair: MR Dr. U. Lange

Financial Advisory Council
Chair: A. Fischer

Scientific & Technical Council
Chair: Dr. Ch. Wenger

Directors

- Marketing & Strategy**
Dr. W. Kissinger
- Public Relations**
F. Wegner
- Scientific**
Prof. B. Tillack
- Administrative**
M. Stöcker
- Legal Advisor**
R. Ritter
- Controlling**
M. Bierzyński

System Design
Head: Prof. R. Kraemer

- Wireless Broadband Communications
Prof. U. Grass
- Sensor Networks & Middleware
Prof. F. Langendoerfer
- Design & Test Methodology
Prof. M. Krämer
- Joint Lab IHP/ITU Berlin
Prof. U. Grass
- Joint Lab IHP/VTU Cottbus
Prof. P. Langendoerfer
- Joint Lab IHP/UNI Potsdam – Wireless and Embedded Systems
Prof. M. Krämer

Circuit Design
Head: Prof. D. Kissinger

- Broadband Mixed Signal
Prof. D. Kissinger
- mm Wave Wireless
Dr. H. J. Ng
- Ultra Low Power Wireless
Dr. G. Fischer
- Process Research
Dr. T. Gräfe
- Si Photonics
Dr. L. Dennerlein
- Off-Line Characterization
Dr. T. Lötters
- MPW & Prototyping
Dr. A. Schulz

Technology
Acting Head:
Dr. A. Mai/Dr. M. Kaynak

- Pilot Line & Birth
A. Wolff
- Electrical Characterization
Dr. K. Siegel
- Emerging Devices & Technologies
Dr. H. Röcker
- Heterogeneous Devices & Technologies
M. Wenzel
- Joint Lab IHP/TU Berlin
Dr. L. Dennerlein
- Joint Lab IHP/University of Technology (Potsdam)
Prof. M. Krämer
- Joint Lab IHP/University of Potsdam
Dr. M. Bösch
- Joint Lab IHP/VTU Berlin
Dr. A. Mai
- Joint Lab IHP/UNI Würzburg
Dr. A. Mai

Materials Research
Head: Prof. Th. Schröder

- 2D Materials
Dr. M. Lukashev
- Semiconductor Optoelectronics
Prof. Th. Schröder
- Adaptive Materials
Dr. Ch. Wenger
- Joint Lab IHP/University of Potsdam
Prof. M. Krämer

Administration

- Admin. Services**
Head: St. Wagner
- Human Resources**
Head: V. Meyer
- Scientific & Techn. Serv.**
Head: L. Hartmann
- IT-Services**
Head: W. Neumann

Quality Management Representative
R. Dom

Work Council
Chair: R. Dom

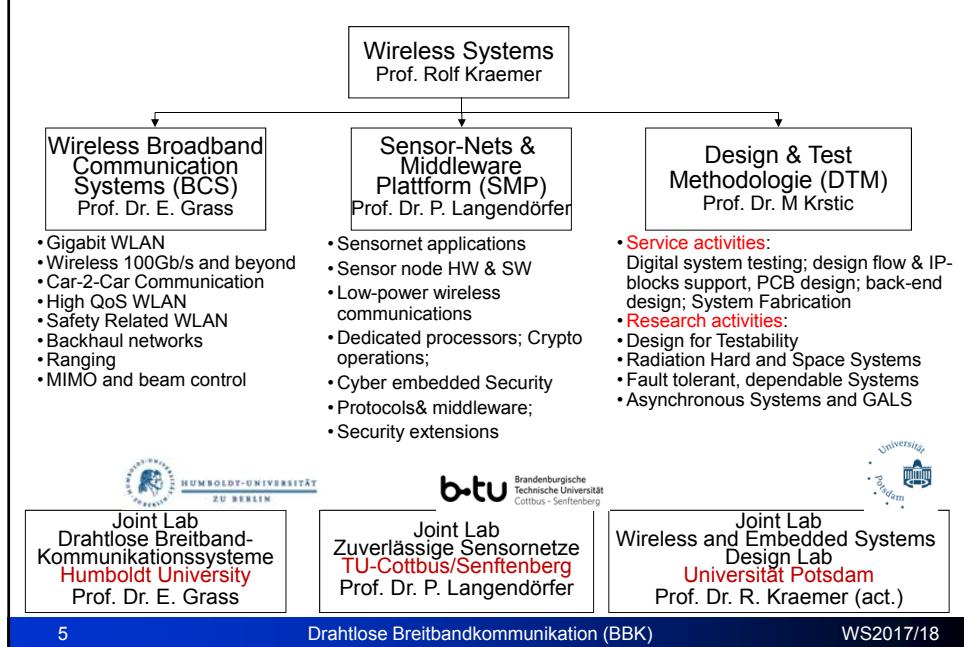
IT-Safety Advisor
L. Hartmann

Data Protection Officer
L. Hartmann

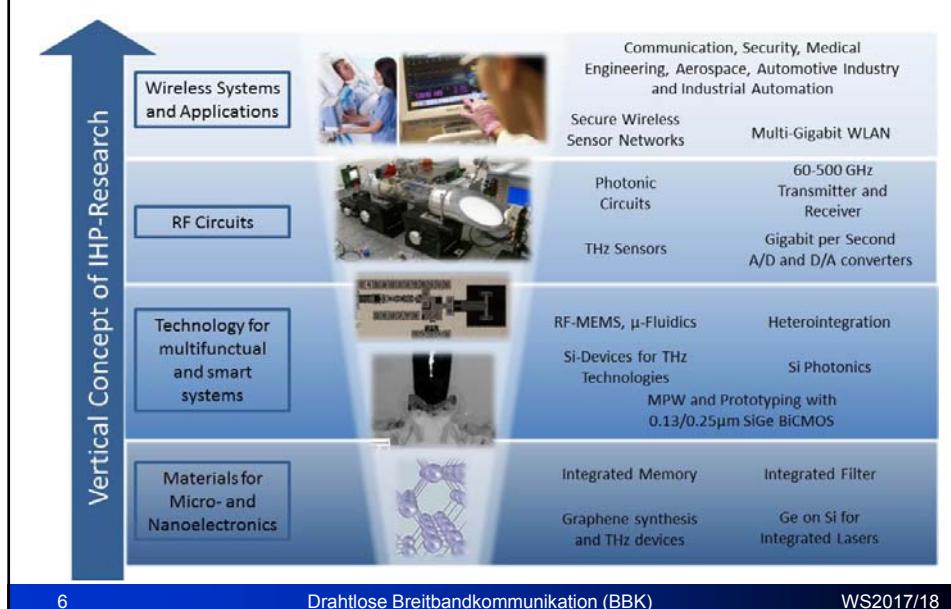
IHP GmbH - Innovations for High Performance Microelectronics, Leibniz Institute for innovative Microelectronics - Im Technologiepark 21 - 15236 Frankfurt (Oder) - Telefon +49 331 5625-0 - Fax +49 331 5625-300 - www.ihp-microelectronics.com Status: February 7th, 2017

4 Drahtlose Breitbandkommunikation (BBK) WS2017/18

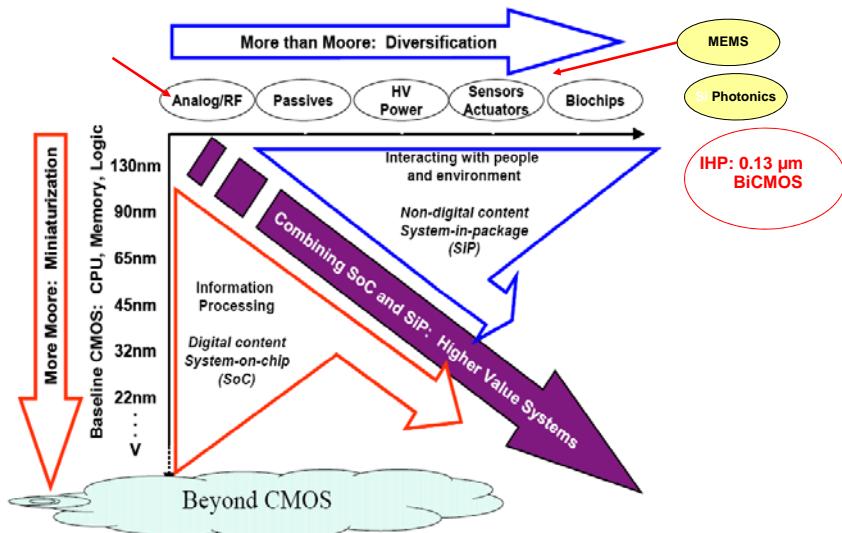
Organisation of the Department “Wireless” Systems



IHP Research Programs



IHP's Technology Focus: More than Moore



Source: ITRS Roadmap 2005

7

Drahtlose Breitbandkommunikation (BBK)

WS2017/18

Clean Room



8

Drahtlose Breitbandkommunikation (BBK)

WS2017/18

IHP's Pilot Line



Cleanroom Area
▪ ~ 1.000 m² class 1

Technology
▪ RF SiGe BiCMOS

Wafer Diameter
▪ 200 mm

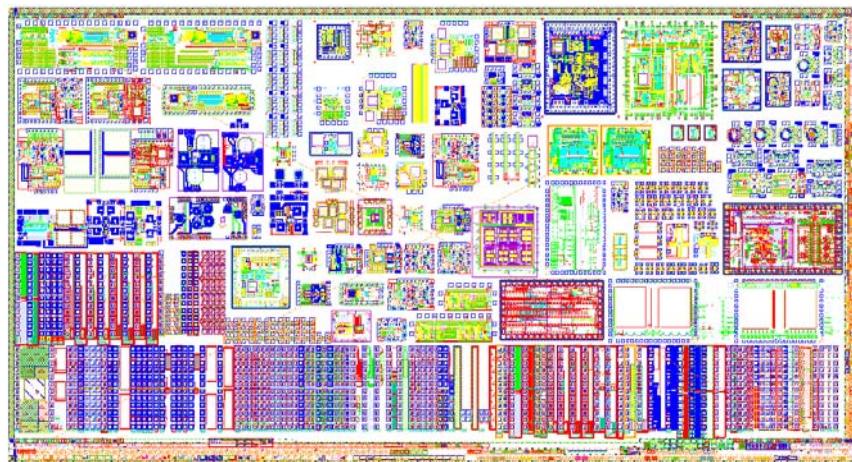
Capacity
▪ 100 Wafer Starts/Week

Technology Level
▪ 0.25 µm & 0.13 µm

Operation Mode
▪ 24 h, 7 Days/Week

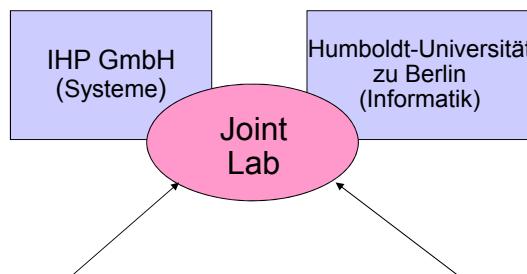
SiGe BiCMOS Preparation Time
▪ ≥ 1.7 Days/Level

MPW Shuttle Reticle



Internal and external customer layouts and structures for technology research (3-5 technologies in one mask set)

Joint-Lab: IHP + HUB



- **Angewandte Forschung**

- Industrieforschung von Airbus bis VW
- BMBF Projekte

- **Grundlagenforschung**

- Graduiierungen
- DFG Projekte

www.ihp-hub-bb.jointlab.de

Drahtlose Breitbandkommunikation - Einführung

- **Drahtlose Breitbandkommunikation**

- High Speed Netzwerktechniken (z.B. Gigabit WLAN, UWB)
- Selbstorganisierende Netzwerke (z.B. verteilte WLAN-Router)
- Lokalisierung / Anwendungen (z.B. Wireless Video Server)

- **Co-Design**

- Modellbasierter Entwurf (**z.B. Netzwerkarchitekturen**)
- Hardware-Software Co-Design (**z.B. Software Defined Radio**)
- Neue Entwurfsmethoden (**Spezifikations- und Modellierungssprachen**)
- Technologieübergreifender Schaltkreisentwurf (**FPGA, CMOS, GALS**)
- Anwendungen (**Eingebettete und mobile Systeme in der Medizin, Verkehr, Umwelt, Industrieautomatisierung**)

- **Signalverarbeitung**

- Echtzeit-Signalverarbeitung (**Methoden und Werkzeuge**)
- Signalübertragung, Codierung, Rekonstruktion
- Anwendungen (**z.B. Maschine-zu-Maschine-Kommunikation**)

Drahtlose Breitbandkommunikation - Einführung

IHP – HU Informatik Projekte

- 2001 Korrelatorchip I (4096-bit Korrelation mit 64 kBit/s)
2002 I²C – Schnittstellenbaustein (VHDL-Code, Altera-FPGA, IHP-Chip)
2004 LEON-2 (Sparc-Kompatibler 32-bit-Prozessor, angepasst an IHP-Technologie)
2004 GALS (global asynchron, lokal synchron) Entwicklung
Verifikation mit Petri-Netzen, IHP Frankfurt/Oder
2005 Korrelatorchip II (16384-bit Korrelation mit 64 kBit/s)
2005 **WIGWAM** (Wireless Gigabit with Advanced Multimedia Support)
Prototyp mit Virtex-II Pro FPGA
2006 LDPC Chip (Low-Density Parity Check Coder) Diplompreis 600€
2006 SPI-Chip (Serial Peripheral Interface)
2007 ECL Divider (ESA/Projekt, Local Oscillator 6..12 GHz)
2008 ECL FIFO
2009 differentieller ECL-Designflow Diplompreis (500 €)
2009 ECL Serializer (100 GET project)
2010 ADPLL (All digital PLL)
2010 **EASY-A** (RTP Positionsbestimmung bei 5 und 60 GHz)
2011 **PreLocate** Projekt (Kommunikation und Lokalisierung bei 60 GHz)
2011 **Joint Lab IHP-FFO**
2013 DFG-Projekt **maximumMIMO** (SPP1655, 100 Gbit/s wireless)
2015 **ParSec** Projekt (Zuverlässige Kommunikation in der Industrie)

Ausgewählte Industriepartner



EASY-A: 60 GHz Technology in Airbus Mock-up (EADS)



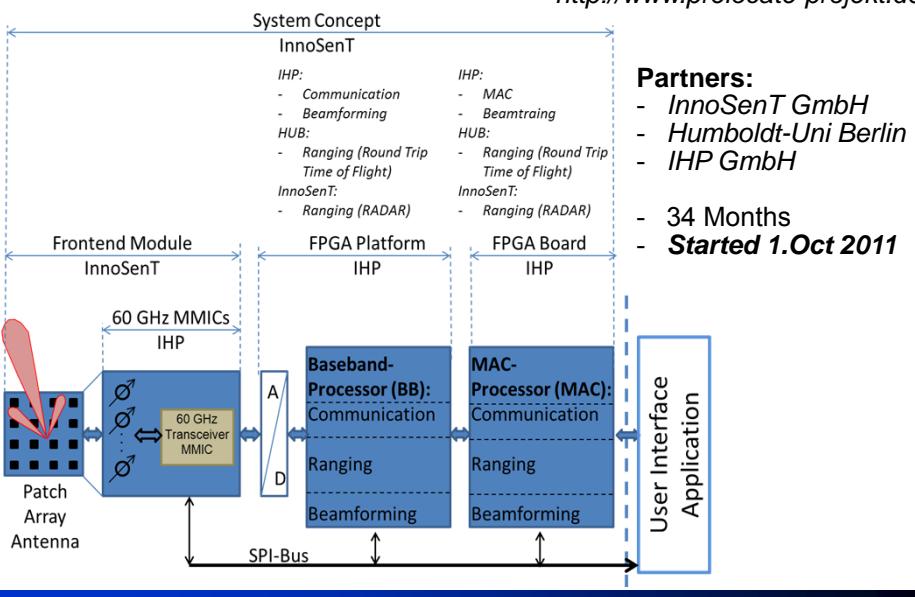
15

Drahtlose Breitbandkommunikation (BBK)

WS2017/18

PreLocate – Communication + Localization

<http://www.prelocate-projekt.de>



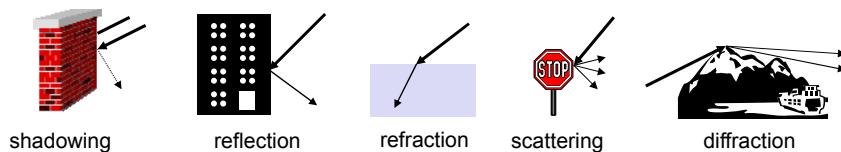
16

Drahtlose Breitbandkommunikation (BBK)

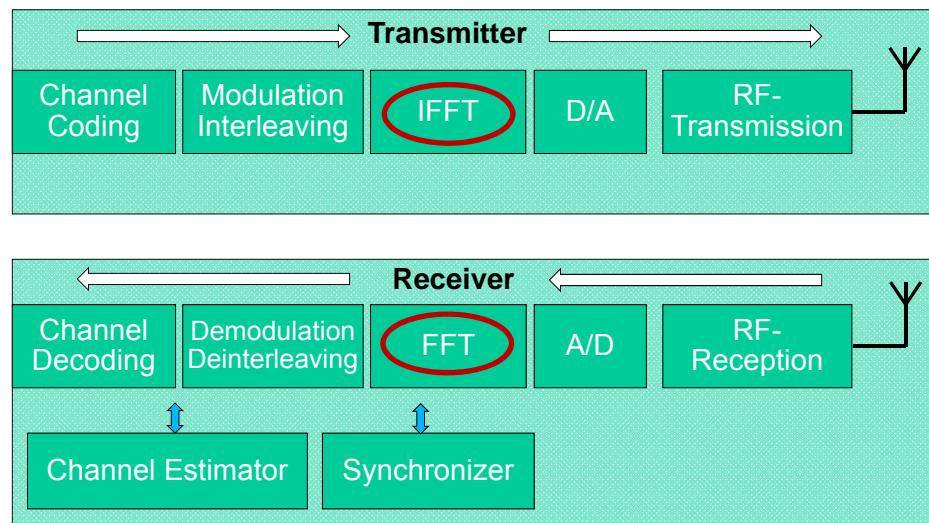
WS2017/18

Signal propagation

- Propagation in free space always like light (straight line)
- Receiving power proportional to $1/d^2$ (d = distance between sender and receiver)
- Receiving power additionally influenced by
 - fading (frequency dependent; H_2O resonance at 2.5 GHz; O_2 Resonance at 60 GHz)
 - shadowing
 - reflection at large obstacles
 - refraction depending on the density of a medium
 - scattering at small obstacles
 - diffraction at edges



Components of a real OFDM system



In Zukunft: Anwendungen 60-GHz Technology



Von: <http://www.extremetech.com>

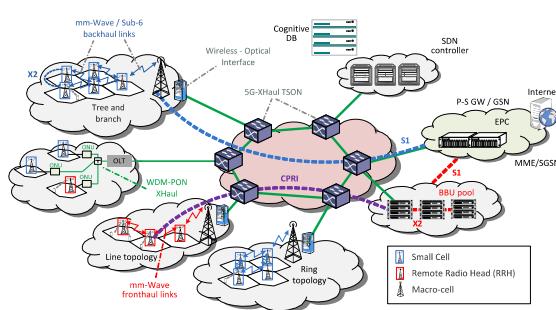
19

Drahtlose Breitbandkommunikation (BBK)

WS2017/18

EU- Project 5G-XHAUL IN A NUTSHELL

- Focused on Transport Network



- SDN Control plane

- Unified for Wireless & Optical
- Aware of demand spatio-temporal variations (in the RAN)
- Interfaces for joint RAN – Transport

- Convergence

- Wireless – Optical
- Backhaul – Fronthaul

- Data Plane

- Wireless
 - P2MP mm-Wave (60 GHz)
 - Sub-6
- Optical
 - TSON
 - WDM-PON

20

Drahtlose Breitbandkommunikation (BBK)

WS2017/18

Informationen zum Modul, Fr. 11:00, 3.113

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Einführung, Besonderheiten der drahtlosen Übertragung
- Kanaleigenschaften und Kanalmodelle
- Modulationsverfahren
- Kanalcodierung und Fehlerkorrekturverfahren
- Synchronisation und Kanalschätzung
- Implementierungsaspekte
- Neue Übertragungsverfahren und Standards

Bestandteile des Modules BBK:

- **Vorlesungen** zu ausgewählten Themen der Breitbandkommunikation
- **Übung** zur Vertiefung der Vorlesung und des Praktikums
- **Praktikum** durch MATLAB/SIMULINK Simulationen ausgewählter Komponenten eines Kommunikationssystems

Für wen ist das Modul geeignet ...

Das Modul ist in erster Linie für *Master-Studenten* und *Diplom-Studenten im Hauptstudium* gedacht.

- **Master-Studenten:** Vorlesung und Praktikum
 - bei erfolgreichem Abschluss (Prüfung) -> 5 SP.
- **Diplom-Studenten:** Vorlesung, Praktikum und Übung
 - bei erfolgreichem Abschluss (Prüfung) -> 8 SP.
(Das Modul zählt als Halbkurs in der Technischen Informatik.)

Vorausgesetzte Kenntnisse:

- Grundkenntnisse der Signalverarbeitung (z.B. Halbkurs Grundlagen der Signalverarbeitung)
- Grundkenntnisse der Modellierung und Simulation mit MATLAB, Simulink, Labview oder ähnlichen Werkzeugen

Themen: Vorlesung, Übung und Praktikum

Nr.	Termin	Vorlesung 11:00-13:00, R. 3.113	Übung 15:00-17:00, R. 3.113	Praktikum 13:30-15:00, R. 3.208
1	20.10.17	Einführung in die Nachrichtentechnik		
2	27.10.17	Kanalmodelle und Antennen	13:30 MATLAB/SIMULINK Einführung	
3	03.11.17	Modulationsverfahren - Überblick	Übungsaufgabe zu Kanalmodell	Kanalmodell und Parametrisierung
4	10.11.17	Kanalcodierung und Fehlerkorrekturverfahren	Abgabe Übung Kanalmodell Übungsaufgabe zu QAM Mod./ Demod.	QAM Modulator / Demodulator
5	17.11.17	OFDM Übertragung	Abgabe Übung QAM Mod. / Demod. Übungsaufgabe zu Viterbi-Decoder	Faltungscodierer und Viterbi-Decoder
6	24.11.17	Kanalschätzung und -korrektur	Abgabe Übung Viterbi-Decoder Übungsaufgabe FFT / IFFT	FFT / IFFT
7	01.12.17	Synchronisationsverfahren	Abgabe Übung FFT / IFFT Übungsaufgabe OFDM-TX	OFDM Datenpfad Receiver
8	08.12.17	Kanalkapazität (Shannon-Hartley-Gesetz)	Abgabe Übung OFDM-TX Übungsaufgabe OFDM-RX	OFDM Datenpfad Transmitter
9	15.12.17	Pfadverlust (Friis Transmissions-gleichung) Linkbudgetberechnung	Abgabe Übung OFDM-RX Übungsaufgabe Kanalschätzung	Kanalschätzung (Präambel-basiert)
10	22.12.17	Beamforming und MIMO Verfahren	Abgabe Übung Kanalschätzung Übungsaufgabe Kanalkorrektur	Kanalkorrektur (Equalizer)
-	29.12.17	keine LV (Ferien)	-	-
-	05.01.18	keine LV (Ferien)	-	-
11	12.01.18	Lokalisierung (HU-B)	Abgabe Übung Kanalkorrektur Übungsaufgabe Synchronisationsverfahren	Synchronisationsverfahren und Frame Detektion
12	19.01.18	Implementierungsaspekte (IHP)	Abgabe Übung Synchronisationsverfahren Übungsaufgabe OFDM-System	Empfang eines kompletten OFDM-Frames
13	26.01.18	MAC-Protokolle (IHP)	Abgabe Übung OFDM-System	Frequenz-Offset-Korrektur
14	02.02.18	Frequenzregulierung & Standards		OFDM Übertragung mit SDR (Demonstration und Auswertung)
15	09.02.18	5G Mobilfunk + Zusammenfassung		
16	16.02.18	Reservetermine	Reservetermine	Reservetermine

Praktikum / Übung / Prüfung

Informationen zum Praktikum

1. Bitte für das Praktikum 2-er Gruppen bilden – möglichst getrennt nach Master/Diplom
2. Die Bewertung des Praktikums erfolgt auf der Basis des entwickelten Modells, welches abgegeben wird
 - Mit Kommentaren
 - Mit Testbench / Visualisierung der Funktion
3. Für die Modellierung bitte Gleitkomma Arithmetik verwenden – das ist einfacher
4. Für jedes funktionsfähige abgegebene Modell, welches weitestgehend der Spezifikation genügt, wird ein Punkt vergeben
5. In der abschließenden „Demonstration und Auswertung“ stellen die Gruppen das entwickelte Modell kurz vor und kommentieren die Ergebnisse; Bei erfolgreicher Demonstration und Auswertung wird ebenfalls ein Punkt vergeben.
6. Insgesamt sind für den Praktikumsschein 8 von 12 Punkten notwendig
7. Die OFDM-Funkübertragung mit Software-Defined Radio (SDR) ist als Zusatzaufgabe zu verstehen, mit der bis zu 3 Zusatzpunkte erreicht werden können
8. Die **Abgabe** der erstellten Modelle muss **am Tag vor dem folgenden Praktikum** per E-mail erfolgen
9. Beginn des Praktikums: jeweils Freitag, 13:30

Informationen zur Übung

1. Die Lösung der jeweiligen Übungsaufgabe wird von jedem Studenten einzeln abgegeben
2. Die Lösung der Übungsaufgaben sollte auf eine Seite A4 passen – bitte nicht mehr abgeben
3. Für jede weitestgehend korrekt gelöste Übungsaufgabe wird ein Punkt vergeben
4. Für den Übungsschein sind 7 von 10 Punkten notwendig.
5. Die jeweilige Übungsaufgabe muss jeweils am **Anfang** der nächsten Übung in Papierform abgegeben werden.
6. Beginn der Übung: jeweils Freitag, 15:00

Nach der Vorlesungszeit gibt es eine 30-minütige Prüfung

- Für Master-Studenten ist als Voraussetzung zur Prüfungszulassung der Praktikumsschein notwendig.
- Für Diplomstudenten ist als Voraussetzung zur Zulassung zur Prüfung der Praktikumsschein und der Übungsschein notwendig.

... wann und wo finden die LV statt?

Beginn der Lehrveranstaltung Wintersemester 2017/18:

• ***Vorlesung:***

Freitag, 20.10.2017, 11-13:00 Uhr, RUD 25, 3.113

• ***Übung:***

Freitag, 03.11.2017, 15:00-17:00 Uhr, RUD 25, 3.113

• ***Praktikum (Darko Cvetkovski):***

Freitag, 27.10.2017, 13:30-15:00 Uhr, RUD 25, 3.113 / 3.208

(Einführung in MATLAB / SIMULINK)