



### Seminarort

Universität der Bundeswehr, Neubiberg, Werner-Heisenberg-Weg 39, 85577 Neubiberg, Gebäude 42, Raum 11

Eine Lageskizze sowie Hinweise für die Anreise und Übernachtung schicken wir Ihnen mit der Bestätigung der Anmeldung zu.

### Gebühr

EUR 1.330,-

Die CCG ist als gemeinnützig anerkannt und von der USt befreit.

Mitglieder der CCG erhalten 10% Rabatt, Studenten bei Vorlage des Studentenausweises 75%. Bei Anmeldung mehrerer Mitarbeiter einer Firma / Dienststelle zum gleichen Seminar erhält jeder Teilnehmer 10%.

Die Rabatte sind nicht miteinander kombinierbar.

Bitte zahlen Sie bargeldlos nach Erhalt der Rechnung.

### Anmeldungen

Bitte möglichst bis 14 Tage vor Seminarbeginn an:

Carl-Cranz-Gesellschaft e.V., Postfach 11 12, D-82230 Weßling

Tel. +49 (0) 8153 / 88 11 98 -12, Fax -19, E-Mail: anmelden@ccg-ev.de

Internet: [www.ccg-ev.de](http://www.ccg-ev.de)

Die Anmeldungen werden schriftlich bestätigt.

### Weitere Informationen zum Inhalt

Univ.-Prof. Dr. Gerhard Bauch

Universität der Bundeswehr München

Institut für Informationstechnik

Werner-Heisenberg-Weg 39, D-85577 Neubiberg

Tel. +49 (0) 89 / 6004-3608, Fax: -3603

E-Mail: [gerhard.bauch@unibw.de](mailto:gerhard.bauch@unibw.de)

### Stornierung

Bei Stornierung mündlich oder schriftlich bestätigter Anmeldungen wird eine Bearbeitungsgebühr von EUR 25,- berechnet. Bei Stornierungen, die später als 7 Tage vor Seminarbeginn eingehen, werden 25% der Gebühr, bei Nichterscheinen die volle Gebühr in Rechnung gestellt. Die Vertretung eines angemeldeten Teilnehmers ist möglich.

### Ausfall von Seminaren oder Dozenten

Die CCG behält sich vor, bei zu geringer Teilnehmerzahl oder aus anderen triftigen Gründen ein Seminar bis 10 Tage vor Beginn abzusagen. Sie behält sich weiter vor, entgegen der Ankündigung im Programm auch kurzfristig einen Dozenten und evtl. auch dessen Thema zu ersetzen. Ein Schadensersatzanspruch bleibt ausgeschlossen.

### Teilnehmer

Ingeniere, Physiker, Informatiker und Mathematiker aus Industrie, Behörden, Forschung und Entwicklung, die sich mit Problemen der zuverlässigen und hochratigen digitalen Nachrichtenübertragung über Funk befassen.

### Seminarinhalte

Die Verwendung mehrerer Antennen an Sender und Empfänger eines drahtlosen Informationsübertragungssystems ermöglicht erhebliche Kapazitätsgewinne über Systeme mit einer Antenne (Multiple-Input Multiple-Output, MIMO). Diese MIMO-Technologie wird bereits in kommerziellen Systemen eingesetzt (UMTS, WLAN) und ist einer der entscheidenden Weiterentwicklungen im neuen Mobilfunkstandard 3GPP-LTE und LTE-Advanced. Das Seminar behandelt die vielfältigen Aspekte von MIMO-Übertragungsverfahren von den theoretischen Grundlagen, Kanalmodellen, Übertragungs- und Codierungsverfahren, Detektionsverfahren, Multiuser-MIMO bis hin zur praktischen Umsetzung in kommerziellen Systemen, wobei besonders das 3GPP-LTE-System besprochen wird.

### Vortragende

G. Bauch	Univ.-Prof. Dr.	Universität der Bundeswehr München, Institut für Informationstechnik
G. Dieltl	Dr.-Ing.	DOCOMO Euro-Labs, München

### Seminar DK 1.04

## Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme)

27. – 29. September 2011  
Neubiberg bei München

### Wissenschaftliche Leitung

Univ.-Prof. Dr. Gerhard Bauch  
Universität der Bundeswehr München

## Seminarprogramm

---

**Dienstag, 27.9.2011**  
10.15 – 16.30 Uhr

---

- 10.15 – 10.30 Begrüßung, Einführung, Organisation
- 10.30 – 12.00 **Einführung in MIMO-Systeme**  
G. Bauch  
Prinzip, Entwicklung und Potential von MIMO-Systemen, Typen von MIMO-Übertragungsstrategien, Prinzip von MIMO-OFDM, Prinzip des Beamforming, Look-Direction Beamforming, Eigenbeamforming, Prinzip von Single-User MIMO und Multi-User MIMO
- 13.00 – 14.30 **MIMO-Kanalmodelle**  
G. Bauch  
MIMO Kanalmodelle, unkorrelierter MIMO-Kanal, korrelierte MIMO-Kanäle, Kronecker Modell, Line-of-Sight (LOS) MIMO Kanal, Keyhole-Kanal, WINNER Kanalmodell
- 15.00 – 16.30 **MIMO-Kanalkapazität**  
G. Bauch  
Bedeutung der Kanalkapazität, Outage-Kapazität und ergodische Kapazität bei Fading-Kanälen, MIMO-Kanalkapazität, Einfluß von sender- und empfangsseitiger Kanalkennntnis auf die MIMO-Kanalkapazität, Prinzip des Waterfilling, Kapazität von MIMO-OFDM, Kanalkapazität statischer (LOS) MIMO-Kanäle

**Mittwoch, 28.9.2011**  
08.30 – 15.45 Uhr

---

- 08.30 – 10.00 **Diversity-Verfahren und Space-Time Codes**  
G. Bauch  
Prinzip von Empfangsantennen- und Sendantennen-Diversityverfahren, Delay-Diversity, Cyclic Delay Diversity, Space-Time Trellis Codes, Alamouti-Schema, Space-Time Block Codes und Space-Frequency Block Codes, Differentielle Space-Time Modulation mit nicht-kohärenter Detektion
- 10.30 – 12.00 **Spatial Multiplexing**  
G. Bauch  
Prinzip des Spatial Multiplexing, Übertragungs- und Detektionsstrategien: Kanaldiagonalisierung mittels Singulärwertzerlegung, Maximum-Likelihood (ML) Detektion, BLAST-Detektion, Successive Interference Cancellation (SIC), Zero-Forcing und MMSE-Detektion
- 13.00 – 14.30 **Single-User MIMO Modes in 3GPP-LTE**  
G. Bauch  
Open-Loop und Closed-Loop Single-User MIMO Verfahren in 3GPP-LTE
- 15.00 – 15.45 **Einführung in Multi-User MIMO**  
G. Bauch  
Prinzip des Multi-User Diversity, Multi-User MIMO in Uplink- und Downlink, lineares und nicht-lineares Precoding, Prinzip des Dirty-Paper-Coding und seiner Anwendung in Multiuser-MIMO

**Donnerstag, 29.9.2011**  
08.30 – 14.30 Uhr

---

- 08.30 – 10.00 **Senderseitiges Precoding**  
G. Dietl  
Transmit Matched-Filter, Transmit Zero-Forcing Filter, Transmit Wiener-Filter, Tomlinson-Harashima Precoding, Vector Precoding
- 10.30 – 12.00 **Theoretische Grenzen von Multi-User MIMO**  
G. Dietl  
Sato Bound, Capacity Region des MIMO Multiple Access Channels (MAC) und des MIMO Broadcast Channels
- 13.00 – 14.30 **Multi-User MIMO mit unvollständiger Kanalkennntnis am Sender (quantisiertes Feedback)**  
G. Dietl  
Lineare Multi-User MIMO-Verfahren, Codebuchbasierte Verfahren mit limitiertem Feedback des Kanalzustands, Multi-User MIMO in 3GPP-LTE, neue Entwicklungen für 3GPP-LTE-Advanced

### Unterlagen

---

Jeder Teilnehmer erhält die Vortragsunterlagen.  
Die Kosten dafür sind in der Gebühr enthalten.

### Weitere Seminare zum Themenbereich

---

- „Mobil- und Breitbandkommunikation über Satellit“, 11.–13.10.2011 (Code DK 2.09)
- „Faltungscodes und Turbodecodierung“, 24.–26.10.2011 (Code DK 1.02)
- „Software Radio – Adaptivität durch Parametrisierung“, 7.–8.12.2011 (Code DK 2.12)