



Seminarort

Universität der Bundeswehr
Werner-Heisenberg-Weg 39, 85577 Neubiberg
Ansprechpartner: Fr. Mariann Juha

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

Gebühr

EUR 1.890,--
Die CCG ist ein gemeinnütziger Verein und in Deutschland von der Umsatzsteuer befreit. Für Veranstaltungen an ausländischen Standorten gelten die dortigen Steuerregelungen.

Mitglieder der CCG erhalten 10% Rabatt. Studentenrabatte sind auf Nachfrage verfügbar. Die Rabatte sind nicht miteinander kombinierbar.

Bitte zahlen Sie bargeldlos nach Erhalt der Rechnung.

Anmeldungen

Bitte melden Sie sich möglichst bis 14 Tage vor Seminarbeginn an:

Carl-Cranz-Gesellschaft e.V., Argelsrieder Feld 22, D-82234 Weßling
Tel. +49 (0) 8153 / 88 11 98 -12
E-Mail: anmelden@ccg-ev.de
Internet: www.ccg-ev.de

Die Anmeldungen werden schriftlich bestätigt.

Weitere Informationen zum Inhalt

Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp, Universität der Bundeswehr München
Werner-Heisenberg-Weg 39, D-85577 Neubiberg
E-Mail: andreas.knopp@unibw.de

Stornierung

Bei Stornierungen, die später als 14 Tage vor Seminarbeginn eingehen, werden 25% der Gebühr, bei Nichterscheinen die volle Gebühr in Rechnung gestellt. Die Vertretung eines angemeldeten Teilnehmers ist selbstverständlich möglich.

Ausfall von Seminaren oder Dozenten

Die CCG behält sich vor, bei zu geringer Teilnehmerzahl oder aus anderen triftigen Gründen ein Seminar bis 14 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.



Seminarinhalte

Die militärische Anwendung der Satellitenkommunikation erfordert neben "üblichen" Funktionen auch einige spezifische Systemeigenschaften, die sich aus dem besonderen Mix von angeschlossenen Netzen, Endgeräten und Systemen ergeben. Dieser Kurs widmet sich modernen robusten Satelliten- und Systemarchitekturen in einem digitalisierten militärischen Umfeld. Erstmals wird dieser Kurs dabei auch modernste Satelliten-(Mega)Konstellationen der „New Space Ära“ betrachten und diese technologisch in einen Zusammenhang mit traditionellen militärischen Satelliten in verschiedenen Orbits stellen. Durch die Erarbeitung einer gemeinsamen technologischen Basis werden Vergleiche und Abgrenzungen möglich. Das Seminar startet mit bestehenden Systemarchitekturen der heute im Orbit befindlichen Generation von militärischen und behördlichen Kommunikationssatelliten und führt so in die gängigen Berechnungsverfahren für Satellitenlinks, Signalübertragungsmethoden, Antennen und Systemsegmente ein. Nach Überleitung zu modernen Multi-Beam Satellitensystemen wird sodann ein umfassender Überblick über die wesentlichen Innovationen der letzten Dekade gegeben, die zur nächsten Generation der kapazitätsstarken sog. "High-Throughput Satelliten" (HTS) führten. Schlagworte sind hierbei Onboard-Processing, Precoding, Frequenzwiederverwendungsverfahren oder auch Mehrantennenkommunikation (MIMO). Diese technologischen Innovationen haben ganz neue Anwendungen ermöglicht, die im nächsten Abschnitt des Kurses behandelt werden. Sie galten zunächst nur für geostationäre Satelliten, haben aber zeitnah auch den Weg für moderne umlaufende Satelliten-(Mega)Konstellationen geebnet. Anwendungsbeispiele sind breitbandige mobile Anwendungen für landmobile, seegehende und aeronautische Anwendungen (SATCOM on-the-move), ebenso wie die Anbindung von Sensoren im Internet of Things, oder wie im mil. Kontext üblich als "Internet-of-the-(Battle) Things" (IoBT) bezeichnet. Aufgrund ihrer Bedeutung in aktuellen Krisensituationen wird den mobilen Anwendungen größere Aufmerksamkeit gewidmet, insbesondere auch im Kontext von Satellitenkonstellationen wie bspw. Starlink.

Schließlich werden besondere Anforderungen der Signalübertragung unter militärischen Umgebungs-, Sicherheits- und Störungsbedingungen behandelt. Hierbei werden zunächst die wichtigsten Übertragungsverfahren hinsichtlich ihrer Robustheit bewertet. Ferner werden die effektivsten Jamming-Techniken vorgestellt und technische Gegenmaßnahmen wie bspw. Spread-Spectrum, Frequency Hopping und Antenna-Null-Steering im Detail präsentiert. Im Sinne des Resilienzgedankens werden Systeme und Konstellationen in verschiedenen Orbits gegenübergestellt, sodass sich ein zusammenhängendes Bild der Vor- und Nachteile sowie der Bedeutung kritischer Technologien für verschiedene Anwendungen ergibt.

Der Kurs schließt mit einem Einblick in die neuesten Entwicklungen der Mobilfunkstandardisierung, die nicht-terrestrische Netze für die 6. Generation (6G) vorsieht, um eine wirklich globale Netzabdeckung zu ermöglichen. Für militärische Nutzer bieten sich damit ebenfalls neue Möglich



Seminar DK 2.35

Militärische Satellitenkommunikation

**16. – 18. September 2025
Neubiberg bei München**

Wissenschaftliche Leitung

Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp
UniBw München, Neubiberg

Seminarprogramm

Dienstag, 16.09.2025 09:00 – 17:30 Uhr

09:00 – 09:30 alle	Begrüßung, Organisation Vorstellung Seminarinhalt, Teilnehmerwünsche
09:30 – 11:00 R. Schwarz	SATCOM für Secure Connectivity - Beispiele GEO-Systeme: COMSATBw, Syracuse, Skynet, SICRAL, Wideband Global SATCOM, MUOS; LEO-Systeme und Satelliten-Megakonstellationen (Starlink, AST-Space Mobile, Kuiper), MEO-Systeme: mPower, regulatorischer Rahmen (MIL-STD, ITU-R, ETSI EN); Multi-Orbit-Systeme und secure connectivity
11:30 – 13:00 R. Schwarz	Satellitenbahnen und Orbitparameter Keplersche Gesetze, relevante astronomische Konstanten, Bahnparameter / Ephemeriden; Nutzbare Satellitenbahnen, Geometrie der Übertragungsstrecken / Abdeckung der Erdoberfläche von geostationären und umlaufenden Satelliten; Visualisierung mit Computersimulation
14:00 – 15:30 C. Hofmann	Linkbudget-Berechnungen Grundlagen zur Linkbudget-Berechnung; Bitfehlerrate / Verfügbarkeit; Rechnen in Dezibel; Begriffsdefinitionen Bandbreite, Leistung, Leistungsdichte; Frequenzbereiche und typ. Frequenzbänder, vereinfachte und erweiterte Linkbudget-Berechnung; Signal-zu-Rauschleistung; Einfluss der Atmosphäre (z.B. Regendämpfung, Szintillation, etc.); thermisches Rauschen und Störeinflüsse (Interferenz, Intermodulation, etc.)
16:00 – 17:30 R. Schwarz	Kommunikationsnutzlasten und Antennen Transponderprinzipien (bent pipe/transparent, cross strapped, switched, regenerativ, analog/digital), Grundlagen zu Antennen, Antennengewinn, Ausleuchtgebiete/Footprint/Coverage, Antennendiagramme, Multi-beam-Satellitenarchitekturen, digitales Beamforming, Beam-Hopping, Frequenzwiederverwendung, Kapazitätsberechnungen und Systemauslegung für Einzelsatelliten und Satellitenkonstellationen

Mittwoch, 17.09.2025 08:30 – 17:30 Uhr

08:30 – 10:00 A. Knopp	Grundlagen Signalübertragung Lineare und nichtlineare Modulationsverfahren (QAM, PSK, APSK, FSK/CPFSK, CPM); Grundlagen Kanalcodierung: Block-, Faltungs-, Turbo- und LDPC-Codes
10:30 – 12:00 A. Knopp	Moderne Verfahren der sicheren Signalübertragung Direct-Sequence Spread Spectrum; Frequency-Hopping; Digitale Nutzlastarchitekturen, Onboard-Processing und Multipoint-Amplifier; optische Inter-Satellite-Links & Terminals; Räummultiplex (MIMO); Precoding
13:00 – 14:30 A. Knopp	Störung von SATCOM: Verfahren und Gegenmaßnahmen Störsysteme, Angriffsvektoren, Jamming-to-Signal-and-Noise-Ratio (JSNR), Breitband-Rausch-Störer, CW-Störer, gepulster Störer, Follower-Jammer, „Smart“ Jamming; Communication System Monitoring (CSM)
15:00 – 16:30 C. Hofmann	Satellitenkonstellation und Non Terrestrial Networks (NTN) in 5G und 6G Netzwerktopologien, Gateway-Diversity, Ressourcenmanagement, QoS Merkmale, Netzmanagement und Redundanzen, Network-Slicing, Mehrfachzugriffe, Interferenzen und Co-Existenz von Systemen, Schlüsseltechnologien und technologische Barrieren, Applikationen: Breitband-Internet, Internet der Dinge (IoT), Mobilfunkversorgung, Stand der Standardisierung, Sicherheitsaspekte, behördliche und militärische Anwendungsfälle
16:45 – 17:30 C. Hofmann	Angebot einer Laborführung

Donnerstag, 18.09.2025 08:30 – 15:00 Uhr

08:30 – 10:00 C. Hofmann	Satellitenkonstellationen I Multi-Orbit Systembetrachtungen, Beam-Allokation, Datenraten, Systemkapazitäten, Antennentypen, Antennenausrichtung, digitales Beamforming, praktische Antennenpattern & Coverage, Frequenzzuteilung; Systembeispiele, Netzarchitekturen, Antennen
10:30 – 12:00 A. Knopp	Satellitenkonstellationen II Systembeispiele, Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten im militärischen Kontext: Starlink, OneWeb, IRIS-2; technische Auslegungen und Schlüsseltechnologien / Schlüsselkomponenten; nationale und europäische Entwicklungen im Kontext secure connectivity; Multi-funktionale Konstellationen
13:00 – 14:30 R. Schwarz	Militärische SATCOM Anwendungen Ortsfeste, transportable und mobile Stationen, SATCOM on-the-Move, P-Band Systeme, Blue-Force-Tracking und, Internet of Battlefield Things (IoBT)
14:30 – 15:00 alle	Abschlussdiskussion

Vortragende

Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp	Universität der Bundeswehr
Dr.-Ing. Christian Hofmann	München
Dr.-Ing. Robert Schwarz	DIRACON Innovation Consultants GmbH, Saalfeld

Unterlagen

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

Teilnehmer

Ingenieure, die sowohl die Funktion von Satellitenkommunikationssystemen verstehen und bezüglich der wesentlichen Kennwerte analysieren bzw. berechnen möchten.