Modulbezeichnung:	**Satellitenkommunikation (SATKOM)** (Satellite Communications)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Albert Heuberger	
Lehrende:	Christian Rohde	

Startsemester: SS 2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Satellitenkommunikation (SS 2020, Vorlesung, 2 SWS, Christian Rohde)
Übung Satellitenkommunikation (SS 2020, Übung, 2 SWS, Jochen Martin-Creuzburg)

Empfohlene Voraussetzungen:

Keine formalen Voraussetzungen

Inhalt:

Nach einem historischen Rückblick zur Entwicklung der Satellitenkommunikation werden die einzelnen Komponenten eines typischen Gesamtsystems (Boden- und Raumsegment) näher betrachtet.
Hierzu zählt der prinzipielle Aufbau von Trägerraketen, von Satelliten (Satellitenplattformen, Subsysteme, Nutzlasten), die meist genutzten Umlaufbahnen und die verschiedenen Kommunikationsverbindungen (Uplink, Downlink, Inter-Satellite-Link). Die Besonderheiten der Signalausbreitung und -übertragung über große Entfernungen zwischen Bodenstationen und Satelliten werden erklärt und mit Beispielen ergänzt. Dabei wird insbesondere eingegangen auf verwendete Frequenzen, Signaldispersion und -dämpfung, atmosphärische Effekte sowie Störeinflüsse der Weltraumumgebung.
Die Architektur transparenter und regenerativer Kommunikationseinheiten wird ausführlich an Beispielen kommerziell verfügbarer Transponder und Onboard-Prozessoren erklärt. Die Prinzipien moderner, standardisierter Verfahren zur Signalaufbereitung und Übertragung von Video-/Bild und Audiosignalen über Satellit (z.B. MPEG, H.264/265, DVB-S/-S2/-S2X) werden erläutert und diskutiert. Dies umfasst Verfahren zur Quellencodierung, Kanalcodierung und Modulation, Kanalzugriff und -diversität.
Außerdem wird auf die im Orbit und im kommerziellen Einsatz befindlichen Kommunikationssatelliten und der damit verbundenen großen Dienstevielfalt eingegangen wie z.B. bei TV- und Breitbandversorgung sowie in Mobilkommunikationssystemen. Abschließend werden einige Herausforderungen und Forschungsansätze im Zusammenhang mit den neuen Megakonstellationen und Next Generation High Throughput Satellites (HTS) für zukünftige Satellitensysteme vorgestellt.
Die in der Vorlesung behandelten physikalischen, elektro- und nachrichtentechnischen Zusammenhänge werden in den ergänzenden Übungen mit Rechenbeispielen vertieft.
Gliederung der Vorlesung: 1. Einführung
Hauptkomponenten (Space Segment, Ground Segment), Überblick: Satelliten, Launcher, Orbits, Aufgaben, genutzte Frequenzen, Standarddienste, Satellitennetzwerke der größten Satellitenbetreiber
2. Entwicklung der Satellitenkommunikation
Meilensteine, Organisationen, Nationale Programme
3. Orbits und Konstellationen
Keplersche Gesetze, Beschreibung von Umlaufbahnen, genutzte Orbits, Bodenspuren, erreichbare Abdeckung
4. Trägersysteme
Trägerraketen, Entwicklung, Anbietermarkt, Nutzlastfähigkeit, Startplätze, Startverlauf
5. Satellitenaufbau
Auswahl aktueller Satellitenplattformen, Satellitenaufbau, Plattformkomponenten, Montageschritte und Tests
6. Satellitennutzlast (Payload)
Komponenten, Industrielle Beispiele, Aufbau und Aufgaben der Payload, Transponderarchitekturen, Antennen
7. Signalausbreitung und Leistungsbilanz

Signalausbreitung, Freiraumverluste, Signaldämpfung, Rauschen, Signal-Rausch-Verhältnis, Linkbudget
8. Weltraumumgebung
Weltraumumgebungsbedingungen, Einflüsse auf den Satelliten und die Elektronik der Nutzlast (SEE, TID, DD)
9., 10., 11. Quellencodierung, Kanalcodierung, Modulationsverfahren, Signalübertragung am Beispiel DVB-S/-S2
Audio-, Bild- und Videokompression, FEC, Interleaver, Modulation, Zugriffs-, Duplex-, Multiplexverfahren
12. Vielfalt der Kommunikationsdienste, Beispiele moderner, zellularer Satellitenkommunikationssysteme
Iridium, Globalstar, Inmarsat, Thuraya, Orbcom, O3b, ...), kommende Megakonstellationen (OneWeb, SpaceX, ...)
13. Neue Märkte, neue Dienste
SatKom auf StudOn: http://www.studon.uni-erlangen.de/crs117969.html

Lernziele und Kompetenzen:

Wissen:

- Die Studierenden bekommen einen guten Überblick über alle Aspekte der Satellitenkommunikation inklusive Historie.
- Die Studierenden lernen die weltweit führenden oder in Europa ansässigen Firmen und Organisationen kennen, die in den Bereichen Satellitenbau und -betrieb, Satellitendienste bzw. -anwendungen, sowie Forschung und Entwicklung tätig sind.

Verstehen:

- Die Studierenden lernen die Signalverarbeitungsschritte im Sender, Satelliten und Empänger kennen - von der Audio/Video-Quelle über Link-Budget-Berechnungen bis zur Datensenke.

Anwenden / Beurteilen:

- Die Studierenden können die Herausforderungen der Weltraumumgebung sowie Vor- und Nachteile verschiedener Orbits einschätzen und wichtige Kenngröße berechnen.
- Die Studierenden lernen den Aufbau und wichtige Kenngrößen von Satelliten, Konstellationen und Launchern kennen und dabei verwendete Konzepte zu unterscheiden und zu klassifizieren bzgl. deren Vor- und Nachteilen.

Literatur:

Skriptum zur Lehrveranstaltung

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2019w | TechFak | Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Studienrichtung Mikroelektronik | Kern- und Vertiefungsmodule Mikroelektronik | Vertiefungsmodule Mikroelektronik | Satellitenkommunikation)

[2] **Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2019w | TechFak | Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Studienrichtung Informationstechnik | Kern- und Vertiefungsmodule Informationstechnik | Vertiefungsmodule Informationstechnik | Satellitenkommunikation)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "123#67#H", "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)", "Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))", "Informatik (Bachelor of Science)", "Informatik (Master of Science)", "Information and Communication Technology (Master of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)", "Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)", "Mathematik (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)", "Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Satellitenkommunikation (Prüfungsnummer: 34601)
(englische Bezeichnung: Satellite Communication)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablegung: SS 2020, 1. Wdh.: WS 2020/2021
1. Prüfer: Albert Heuberger

Organisatorisches:

Virtuelles Angebot Videos zu Vorlesung und Übung werden über StudOn bereitgestellt. StudOn-Zugangspasswort wird per Email an die Studenten verteilt, die sich über MeinCampus angemeldet haben. Für manche Studiengänge lässt MeinCampus keine Einschreibung zu. In diesem Fall bitte direkt per Email beim Dozenten melden.

Online-Fragestunde Zum Semesterstart werden mittels Umfrage Zeitslots ermittelt für eine online Fragestunde, wo bei Bedarf Fragen zum Stoff oder Organisatorischem gestellt werden können. Daraus resultierende Informationen von allgemeinem Interesse werden wir für alle Studenten zum Nachschlagen auf StudOn hochladen.

Bemerkungen:

Sprache: Deutsch und Englisch