



Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang *Communications Engineering*

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Technische Universität München

Bezeichnung	Communications Engineering
Organisatorische Zuordnung	Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Abschluss	Master of Science (M.Sc.)
Regelstudienzeit & Credits	4 Semester & 120 ECTS-Credits
Studienform	Vollzeit
Zulassung	Eignungsverfahren (EV),
Starttermin	WS 1998/99
Sprache	Englisch
Studiengangsverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Ulf Schlichtmann;
Ggf. ergänzende Angaben für besondere Studiengänge	-
Ansprechperson bei Rückfragen	Iris Schachtner, msce@ei.tum.de, 22965
Version/Stand, vom	April 2018
Der/Die Studiendekan/in	Prof. Dr. Eckehard Steinbach

Inhaltsverzeichnis

1	Studiengangsziele	3
1.1	Zweck des Studiengangs	3
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs	3
2	Qualifikationsprofil	5
3	Zielgruppen	7
3.1	Adressatenkreis	7
3.2	Vorkenntnisse der Studienbewerber	7
3.3	Zielzahlen	8
4	Bedarfsanalyse.....	9
5	Wettbewerbsanalyse	11
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse	11
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse.....	11
6	Aufbau des Studiengangs	12
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	16

1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Die Gesellschaft des 21. Jahrhunderts wird nachdrücklich durch die Möglichkeit geprägt, zu jeder Zeit und überall miteinander kommunizieren zu können. Allgegenwärtige Mobiltelefone, Breitband-Internet zuhause und vernetzte Produktionsprozesse sind Zeichen dieser Entwicklung, die im ausklingenden 20. Jahrhundert ihren Anfang nahm und die mit der bevorstehenden Einführung von 5G etc. eine langfristig absehbare weitere Entwicklung nehmen wird.

Der Master of Science in Communications Engineering adressiert bedeutende Herausforderungen für Wissenschaft und Wirtschaft in Bayern. Sichere Kommunikationstechnik auf der Basis von Mikro- und Nanoelektronik bilden eine essentielle Grundlage für die Gesellschaft von morgen. Kommunikationstechnik ist längst über die kommunikationstechnische Industrie im engeren Sinne hinaus eine Schlüsseltechnologie, z.B. für Vernetzung in und zwischen Fahrzeugen, für innovative Gesundheitsdienstleistungen, für das „Internet of Things“ und für „Industrie 4.0“. Auch politisch wird nach dem Scheitern des Breitbandausbauplans der Bundesregierung bis 2018 und der Ankündigung „neuer Förderstrategien“ mit Hinblick auf verstärkten Glasfaserausbau die Schlüsselrolle der Kommunikationsindustrie verdeutlicht. Der für die weitere Steigerung der mobil übertragenen Datenmengen (Die Netzbetreiber rechnet mit einer Verzehnfachung bis 2025, vgl. z.B. Statista-Angaben) notwendige Ausbau der Breitbandnetze stellt bedeutende Herausforderungen an die Industrie dar, sowohl aus technischer Sicht als auch in Hinblick auf die Akzeptanz der Bevölkerung, z.B. für ein dichteres Netz an Basisstationen.

Bayerische Wissenschaft wie auch Industrie sind in vielen dieser Gebiete führend. Um dies auch zukünftig sicherzustellen, sind hervorragend ausgebildete Nachwuchskräfte nötig, die die nötigen Fähigkeiten zur Weiterentwicklung der digitalen Technologien mitbringen und die technischen Grundlagen der Kommunikationstechnik beherrschen. Der hohe Forschungsanspruch der Lehre wird dadurch untermauert, dass die meisten beteiligten Professorinnen und Professoren senior members oder fellows des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) sind. Die engen Kooperationen beteiligter Lehrstühle mit dem Ausland ermöglichen es uns, hochrangige Professorinnen und Professoren sowie Forschende aus dem Ausland einzuladen, ein vollwertiges Modul über ihr Spezialgebiet im 2. Semester des MSCE Programms zu halten.

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik steht schon durch ihren Namen für die Themen der Kommunikationstechnik. Das gleichnamige Center of Competence ist das größte der Fakultät. Neben der Forschung ist auch die Lehre in diesem nach wie vor zukunftssträchtigen Bereich daher von besonderer Bedeutung sowohl für die Fakultät, als auch für die TUM, um die Absolventinnen und Absolventen auf eine Tätigkeit in der Forschung, idealerweise an der TUM, vorzubereiten.

Politisches Ziel des MSCE-Studiengangs war bei seiner Einführung 1998 die Internationalisierung der Fakultät und die Gewinnung hochbegabter ausländischer Studierender mit Interesse für Kommunikationstechnik und Elektronik für ein Studium an der TUM. Die Fakultät beabsichtigt mit diesem Programm weiterhin den „High-End“-Bereich des Bildungsangebotes zu besetzen und vor allem durch die Qualität des Programms ihr Ansehen weiter zu steigern. Damit setzt die Fakultät auch das Leitbild der TUM um, als „Dienerin der Innovationsgesellschaft“ im Bereich Information und Kommunikation Innovationen Nutzen für die Gesellschaft zu schaffen, international beste Standards beste Standards zu setzen und mit unternehmerischem Denken und Handeln zu vereinbaren.

Der MSCE Studiengang wird klar auf Augenhöhe mit dem Ausbildungsangebot US-amerikanischer Spitzenuniversitäten gesehen. Da deutsche Sprachkenntnisse lediglich auf geringem Niveau notwendig sind, ist er für internationale Interessenten sehr attraktiv. Hier folgt das MSCE-Programm dem Motto der TUM „Zu Hause in Bayern, erfolgreich in der Welt“ sowie ihrer Internationalisierungs- und Diversitätsstrategie. Die enge Kooperation mit der deutschen Industrie sorgt dafür, dass ein enger Kontakt zwischen dem internationalen Publikum des MSCE-Programms und der deutschen Industrie hergestellt wird, und dass die Ausbildung auch den Bedarf der Industrie berücksichtigt. Die Kooperation mit der Industrie ist im Einklang mit dem Leitmotiv der TUM „Die unternehmerische Universität“ und stellt eine direkte Verbindung zwischen aktuellen Themen in der Forschung und Wirtschaft her.

2 Qualifikationsprofil

Die Studierenden sind durch das Studium und seine kanonische Struktur in der Lage innovative Methoden, Systeme und Strukturen im Bereich von Kommunikationssystemen und Elektronik zu entwickeln. Die Studienstruktur sieht dafür methodische Grundlagen in den Kernmodulen, Anwendungsorientierung in der fachlichen Ergänzung, praktische Umsetzung in den Praktika und aufeinander aufbauend wissenschaftlich orientiert in Seminar, Forschungspraxis und Thesis vor. Diese Elemente werden überfachlich komplimentiert durch die außerfachliche Ergänzung. Studierende sind sich dabei der gesellschaftlichen Verantwortung ihres Handelns bewusst.

Weitere Bestandteile des Qualifikationsprofils des Masterstudiengangs sind

- Bauelemente der Kommunikationstechnik zu verstehen und Zusammenhänge herstellen zu können,
- zu verstehen, wie unterschiedliche Komponenten aus Elektronik und Signalverarbeitung zusammenwirken,
- Codierungsschemata zu kennen und sie in komplexe Kommunikationssysteme einordnen zu können,
- Wissen über den aktuellen Stand der Forschungsthemen zu erwerben und an Forschungsarbeiten teilnehmen zu können, sowie
- neue Kommunikationssysteme abschätzen zu können.

Im überfachlichen Bereich ist es ferner Ziel, technische Standards für Kommunikationssysteme interpretieren zu können und für Projektleitung befähigt zu werden. Andererseits werden Softskills wie kooperative Kompetenzen erworben, die es ermöglichen, Ergebnisse in Teams und mit Entscheidungsträgern erfolgreich zu kommunizieren.

Das durch den Masterstudiengang Communications Engineering zu erreichende Qualifikationsprofil wird in einen fachlichen und einen überfachlichen Bereich eingeteilt. Dabei bezieht sich der fachliche Bereich auf die fachspezifischen Ingenieurqualifikationen, während der überfachliche Bereich sowohl die zu erreichenden Qualifikationen anderer Fachgebiete, z.B. Management für Ingenieure als auch Kompetenzen im Bereich der Persönlichkeitsentwicklung und der Sozialkompetenz umfasst.

Zum Qualifikationsprofil gehört auch die Fähigkeit, neue Einsichten für ein Fachgebiet zu entwickeln, forschend Ideen zu entwickeln und deren wissenschaftlichen Wert einzuschätzen.

Der interkulturelle Austausch der Studierenden untereinander und mit den Lehrenden, der sich durch die heterogene Herkunft der Studierenden ergibt, wird z.B. im Rahmen von Projektarbeit, aber auch durch die Möglichkeit studienübergreifender Aktivitäten gefördert. Hierbei handelt es sich um eine wichtige Kompetenz, die später in der internationalen Praxis Anwendung findet.

Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Communications Engineering sind im fachlichen Bereich in der Lage,

- In der Studienrichtung „Communications Systems“ (CS)
 - o die theoretischen, beispielsweise mathematischen, Aspekte,
 - o die systemischen Aspekte, beispielsweise in der Interaktion von Systemen, eines Kommunikationssystems,
 - o die theoretischen Grundlagen von verschiedenen Kanalmodellen wie beispielsweise Kodierungsstrategien,
 - o Strategien der Signalverarbeitung für aktuelle und zukünftige Kommunikationsprotokolle,

- Informationstheorie
 - und Netzwerktheorie
- zu analysieren und in der Praxis anzuwenden.
- In der Studienrichtung „Communications Electronics“ (CE)
 - Hardware-Implementierungen und Entwicklungen integrierter Schaltungen, die Kommunikationssystemen zugrunde liegen,
 - Analogelektronik, Mixed-Signal Elektronik wie Transceiver oder Oszillatoren und Digitale Elektronik wie Mikroprozessoren
 - und übergeordnete Systeme, die aus mehreren Elektronikkomponenten bestehen,
 zu entwerfen und gemäß benötigter Spezifikationen einzusetzen.

Im überfachlichen Bereich sind die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Communications Engineering je nach Wahl der Module in der Lage:

- Ein Verständnis für den Kostendruck der Einzelkomponenten im globalen Wettbewerb einzuschätzen (wirtschaftswissenschaftliche Kompetenz),
- effizient mit Informationen umzugehen und diese innerhalb eines Teams über die Grenzen unterschiedlicher Disziplinen, Geschlechter und Kulturen zu kommunizieren (Informations- und Kommunikationskompetenz),
- innerhalb eines Projektteams eine leitende Rolle einzunehmen oder an der Projektleitung mitzuwirken (Führungskompetenz),
- im Hinblick auf eine künftige berufliche Perspektive mit internationaler Ausrichtung den diversifizierten Hintergrund unterschiedlicher Wissenschafts-, Arbeits- und Alltagskultur zu verstehen und anzuerkennen (Sozialkompetenz),
- die Vorbehalte und Bedenken der Gesellschaft, z.B. „Elektrosmog“, ernst zu nehmen und die eigenen Erkenntnisse und Lösungen nicht nur mit einem Fachpublikum diskutieren, sondern auch der Öffentlichkeit vermitteln zu können, und so eine aktive Rolle in der gesellschaftlichen Diskussion einzunehmen (gesellschaftspolitische Kompetenz).

Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Communications Engineering sind zum wissenschaftlich Arbeiten befähigt. Sie sind in der Lage,

- auf Basis des aktuellen Stands der Forschung Fragestellungen bzgl. weiterführender Probleme zu identifizieren, Forschungshypothesen zu formulieren und einen Forschungsplan aufzustellen,
- wissenschaftliche Untersuchungen einschließlich der Erhebung von Messdaten (im Kontext von MSCE) beispielsweise durch Messreihen und Interpretation unter Verwendung adäquater Methoden (z.B. Signallaufpläne) durchzuführen,
- ihre Forschung und die Resultate in angemessener Weise schriftlich und mündlich sowohl gegenüber der eigenen wissenschaftlichen Community als auch gegenüber Laien zu kommunizieren.

3 Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Die Zielgruppe des Studiengangs sind primär hochbegabte ausländische Studierende mit Interesse für Kommunikationstechnik und Elektronik. Inländische Studierende werden selbstverständlich auch gerne aufgenommen, aber nicht aktiv geworben.

Aufgrund der Tatsachen, dass Kommunikationstechnik ein Feld der kontinuierlichen Fortschritte ist, die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik aufgrund der Vorreiterrolle des Masterstudiengangs Communications Engineering eine hohe Bekanntheit in den in Abbildung 1 dargestellten Herkunftsmärkten der bisherigen Studierenden hat und der Studiengang vollständig in englischer Sprache durchgeführt wird, ist er für die Zielgruppe besonders interessant. Jährlich bewerben sich ca. 900 Interessierte für den Studiengang.

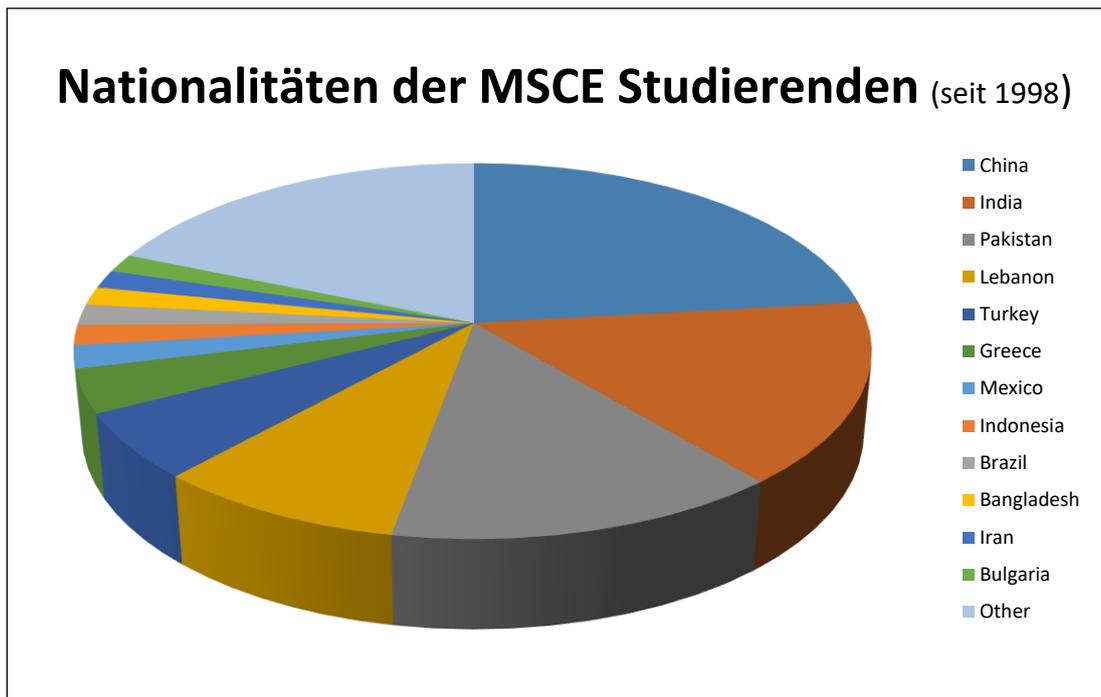


Abb. 1: Staatsangehörigkeit der MSCE-Studierenden (relativ)

3.2 Vorkenntnisse der Studienbewerber

Die Absolventinnen und Absolventen sollen dabei bereits erkennbares Fachwissen im Bereich der Kommunikationstechnik im Bachelorstudium erworben haben. Ziel ist es, diese Fach- und Methodenkenntnisse im Masterstudium zu vertiefen.

Für das Masterstudium Communications Engineering können sich daher Absolventinnen und Absolventen von Bachelorstudiengängen „Elektrotechnik“, „Informationstechnik“, „Elektronik“ oder von Studiengängen mit einem vergleichbaren Ausbildungsprofil bewerben, die über allgemeine ingenieurwissenschaftliche Grundlagen und über Fachwissen mit Bezug zur Kommunikationstechnik verfügen.

Da es sich bei der Kommunikationstechnik um ein Thema handelt, in dem international kooperiert wird, wird der Studiengang komplett in englischer Sprache angeboten bzw. ein internationales Zielpublikum angesprochen. Kenntnisse in der englischen Sprache sind durch die an der Technischen Universität München üblichen Verfahren nachzuweisen.

Es wird ein zweistufiges Eignungsverfahren nach Art. 43 (5) BayHSchG gemäß amtlich bekanntgemachter Fachprüfungs- und Studienordnung durchgeführt. Dabei soll neben der fachlichen Eignung auch die besondere Leistungsfähigkeit der Bewerberinnen und Bewerber für die Herausforderungen der Kommunikationssysteme sowie der Elektronik festgestellt werden.

3.3 Zielzahlen

Aufgrund des hohen Anspruchs des Studiengangs werden etwa 60 Studierende pro Jahr angestrebt, wobei der Studienbeginn nur zum Wintersemester möglich ist. Die Erfahrung zeigt, dass seit ca. 10 Jahren stabil jährlich etwa 100 bis 120 Studierende die Qualifikationsvoraussetzungen erfüllen, von denen sich regelmäßig 80 bis 100 immatrikulieren. Diese Zahl ist im Studienbetrieb durch Maßnahmen des Programmanagements wie beispielsweise Reihungsverfahren bei Praktikumsplätzen trotz regelmäßiger Überschreitung der Zielzahlen noch handhabbar, und auch der Arbeitsmarkt kann diese Anzahl an Absolventen aufnehmen, wie die Rückmeldungen in der Absolventenbefragung 2018 zeigen. Die Zahl ist im Vergleich zu den Studierendenzahlen im deutschsprachigen Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik deutlich geringer, was den besonderen Charakter des internationalen Masterstudiengangs unterstreicht. Im Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik beträgt die Zahl der Studienanfänger typischerweise etwa 300 pro Semester.

Mit der Einrichtung des Studiengangs war bis auf die Einrichtung der Stelle des Programmmanagements keine Zuteilung von zusätzlichen Ressourcen verbunden, die nach Anstieg der Studierendenzahl auf das aktuelle Niveau um eine Sachbearbeitung ergänzt wurde. Das heißt, es wird auf bereits bestehenden Ressourcen zurückgegriffen.

Damit weiterhin eine gute Betreuung der Studierenden möglich ist, wird eine stabile Zahl von Studierenden angestrebt, deren Betreuung sichergestellt werden kann. Insbesondere für internationale Studierende ist der Betreuungsaufwand höher, da diese in der Regel nicht mit dem deutschen Bildungssystem vertraut sind.

Durch diese Zahl von Studierenden können Seminarräume an den beteiligten Lehrstühlen für die meisten Lehrveranstaltungen genutzt werden, so dass keine größeren Hörsäle gebucht werden müssen und damit genügend Raumkapazitäten zur Verfügung stehen.

Die kontinuierliche Relevanz der Kommunikationstechnik ist auch an der Technischen Universität München deutlich wahrnehmbar und anhand der Studierendenstatistik belegbar. Sowohl im Bachelorstudiengang als auch im Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik werden die mit dem MSCE verwandten Studienrichtungsempfehlungen bzw. die Kernbereiche von ca. 30% der Studierenden belegt (Quelle: Studiengangsevaluationen 2016 bzw. 2017). Somit ist eine zeitlich gut einschätzbare Gesamtzahl an Studierenden im fachlich ähnlichen Bereich vorhanden, so dass Lehrressourcen bedarfsgerecht gesteuert und ggf. zwischen den Kohorten umgeschichtet werden können.

4 Bedarfsanalyse

Aufgrund der langfristigen Entwicklungen in der Kommunikationstechnik ist international weiterhin von einem hohen Bedarf an qualifizierten Absolventinnen und Absolventen auszugehen.

Allein in Deutschland wurde 2013 der jährliche Bedarf an Ingenieurinnen und Ingenieuren in den Jahren 2013-2017 auf rund 39.800 (Quelle: VDI, IW Köln) geschätzt. Die Erfahrung zeigte, dass damit der tatsächliche Bedarf unterschätzt wurde.

Im Herbst 2017 wurden 81340 offene Stellen in Ingenieurberufen registriert. Dabei nimmt der Bereich Energie- und Elektrotechnik mit 33760 vakanten Stellen den zweiten Platz hinter dem Fahrzeug- und Maschinenbau ein (Quelle: Ingenieurmonitor, Der Arbeitsmarkt für Ingenieure im Oktober 2017, 11/2017, VDI in Kooperation mit Institut der deutschen Wirtschaft, Köln).

Die regelmäßig hohe Beteiligung von Unternehmen bei der Willkommensveranstaltung für neue Studierende und anderen Veranstaltungen für Studierende sowie Einladungen zu Exkursionen durch Unternehmen im Raum München lässt auf einen weiterhin hohen Bedarf an international ausgebildeten Ingenieurinnen und Ingenieuren schließen.

Hauptadressat für Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Communications Engineering sind die Unternehmen der Kommunikations- und Halbleiterbranche. Diese gliedern sich in die Hauptgruppen der Zulieferer- und Komponentenhersteller für Kommunikationssysteme wie z.B. Chiphersteller und Zubehörhersteller auf der einen und der Systemintegratoren wie Service Provider oder IT-Sicherheitsanbieter auf der anderen Seite. Für beide Bereiche ist ein umfassendes Verständnis für Kommunikationssysteme und Elektronik notwendig, um wettbewerbsfähige und zukunftsweisende Lösungen für die jeweiligen Branchen zu entwickeln. Daher sollen die Master-Absolventinnen und -Absolventen in allen Bereichen, von der strategischen Planung bis hin zum Netzbetrieb eingesetzt werden.

Der Großteil des Umsatzes der deutschen Industrie im Kommunikationssektor wird im europäischen und außereuropäischen Ausland getätigt. Daher können sich hier international ausgerichtete Absolventinnen und Absolventen vorteilhaft auswirken.

Bedingt durch den starken Anstieg des mobilen Datentransfervolumens seit Beginn des Jahrhunderts und der in 1.1 dargestellten zu erwartenden zukünftigen Zuwächse, müssen weiterhin Technologien entwickelt werden, welche den technischen und ökonomischen Herausforderungen gerecht werden. Daher ist in den nächsten Jahrzehnten aus den obigen Eckwerten ein hoher Bedarf an Fachkräften aus dem Bereich der Kommunikationstechnik abzuleiten. Es ist davon auszugehen, dass Unternehmen auch weiterhin direkt am Campus auf ihre Anstellungsmöglichkeiten hinweisen werden.

Der Bereich der Forschung an Universitäten und Forschungsinstituten ist auf qualifizierten Nachwuchs angewiesen. Durch die internationale Ausrichtung kann hier auf ein erweitertes Potential zurückgegriffen werden, d. h. neben der Industrie ist auch die Forschung an Universitäten bzw. entsprechenden Einrichtungen wie der Fraunhofer Gesellschaft ein Tätigkeitsbereich zukünftiger Absolventinnen und Absolventen.

Ferner werden beispielsweise auch bei Versicherungsgesellschaften, bei der Bundesnetzagentur und im Patentwesen Expertinnen und -experten benötigt, häufig jedoch mit einer gewissen Praxiserfahrung, welche im Anschluss an das Studium gesammelt werden kann.

Die Absolventenbefragung 2018 ergab, dass 55% der Absolventinnen und Absolventen ihre erste Arbeitsstelle in München und Umgebung und weitere 25% im restlichen Bundesgebiet

aufnahmen. Von diesen waren zum Befragungszeitpunkt immer noch 71% in Deutschland beschäftigt, weitere 14% hatten Verweildauern von 2 oder 3 Jahren nach dem Abschluss. 90% der Absolventen fanden eine Anstellung innerhalb von 6 Monaten nach Studienabschluss, davon über die Hälfte nahtlos ans Studium anschließend. Von Einzelfällen abgesehen hatten die restlichen Absolventen innerhalb von 12 Monaten eine Anstellung gefunden.

9% der Absolventinnen und Absolventen mussten sich nicht formal bewerben, um in eine Anstellung zu kommen, während für 57% weniger als 10 Bewerbungen ausreichten und der Rest mehr Versuche starten musste, bis die passende Stelle gefunden wurde. Nahezu alle Absolventinnen und Absolventen arbeiten in Vollzeit. 92% verfügen über ein unbefristetes Beschäftigungsverhältnis, weitere 4% sind in weiterer Ausbildung (typischerweise Promotion) und 2% sind selbstständig. Dabei geben 74% der Befragten an, dass ihre Tätigkeit sehr deutlich oder deutlich mit dem Studiengang zu tun hat, bei weiteren 18% ist dies zumindest teilweise der Fall. Die wichtigsten Tätigkeitsfelder sind Forschung und Entwicklung (79%), Beratung (15%) und Vertrieb (8%) und damit in Übereinstimmung mit dem vorgesehenen Qualifikationsprofil des Studiengangs und den strategischen Zielen der Fakultät.

5 Wettbewerbsanalyse

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Das MSCE Programm wird in Deutschland unter internationalen Masterstudiengängen als Erfolgsbeispiel wahrgenommen, was z.B. die Einladungen seitens des DAAD zu Präsentationen im Rahmen von Seminaren zu Themen rund um internationale Studiengänge bestätigen.

Auf nationaler Ebene werden von der RWTH Aachen, der Universität Stuttgart sowie der Universität Ulm fachlich verwandte internationale Masterprogramme angeboten. Das im Jahr 2001 erstmals von der RWTH Aachen angebotene Masterprogramm „Communications Engineering“ ist inhaltlich sowie vom Aufbau dem MSCE Programm sehr ähnlich. Im Gegensatz zum MSCE bietet das Programm jedoch keine speziellen Vertiefungsrichtungen an.

Ebenfalls seit 1998 wird von der Universität Ulm das internationale Masterprogramm „Communications Technology“ angeboten. Ähnlich dem MSCE können Studierende auch hier zwischen den beiden Vertiefungsrichtungen „Communications Engineering“ sowie „Microelectronics“ wählen. Anders als beim MSCE ist in diesem Masterprogramm kein verpflichtendes Forschungspraktikum Teil des Curriculums.

Ein weiteres englischsprachiges Masterprogramm „INFOTECH“ wird von der Universität Stuttgart angeboten. Neben den beiden Vertiefungsrichtungen „Communication Engineering and Media Technology“ und „Computer Hardware / Software Engineering“ bietet dieses Masterprogramm zusätzlich noch die Vertiefungen „Embedded Systems“ sowie „Micro- and Optoelectronics“ und deckt somit ein etwas breiteres Spektrum ab.

Neben den inländischen Universitäten bieten auch z.B. die EPFL in Lausanne sowie die KTH Stockholm vergleichbare internationale Masterprogramme an. Das Masterprogramm „Communication Systems“ der EPFL bietet die Spezialisierungsrichtungen „Wireless Communication“, „Signals“, „Images and Interfaces“, „Networking and Mobility“, „Internet Computing“ sowie „Information Security“ an. Jede dieser Vertiefungsrichtungen besteht aus Modulen im Umfang von 30 Credits, was im Umfang verglichen mit dem MSCE deutlich weniger ist. Ebenfalls unter dem Namen „Communication Systems“ wird ein internationales Masterprogramm von der KTH in Stockholm angeboten. Dieses Programm unterscheidet sich vor allem im Aufbau deutlich vom MSCE, da hier keine Vertiefungsrichtungen angeboten werden. Ebenso ist das Angebot an Modulen kleiner als im MSCE.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

An der TUM bestehen weitere speziell auf internationale Studierende ausgerichtete Studiengänge, z.B. der Master Power Engineering an unserer Fakultät. Die beteiligten Programmbeauftragten tauschen sich im Rahmen von jährlichen Treffen aus, um gemeinsame Erfahrungen und Probleme zu diskutieren und mögliche Lösungsansätze und Initiativen zu erörtern. Nennenswerte fachliche Überschneidungen zwischen anderen internationalen Studienprogrammen und dem MSCE gibt es nicht.

In der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik gibt es neben dem englischsprachigen Masterstudiengang Communications Engineering den deutschsprachigen Master of Science in Elektrotechnik und Informationstechnik. Das MSCE Programm unterscheidet sich vom deutschsprachigen Master vor allem in der Unterrichtssprache und in den Zulassungsvoraussetzungen. Ziel hierbei ist es, die Inhalte des renommierten deutschen Masterprogramms auch internationalen Studierenden, die keine Deutschkenntnisse nachweisen können, zugänglich zu machen. Der Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik zielt auf eine breitere Qualifikation. Der zum MSCE verwandte Kernbereich ist hier mit „Communications Engineering and Signal Processing“ bereits weiter gefasst. Die Spezialisierung der Studierenden wird auch lediglich auf 20 Credits vorgegeben.

Intradisziplinäre Zusammenarbeit auf studentischer Ebene zwischen dem internationalen Publikum im MSCE und den Studierenden im regulären Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik wird durch einige gemeinsame Module gefördert. Somit ergeben sich gemischte Teilnehmergruppen, die das Entstehen engerer Kontakte zu einheimischen Studierenden begünstigen. Zusätzlich werden den internationalen Studierenden deutsche Sprachkurse angeboten. Diese können in das Studium eingebracht werden.

6 Aufbau des Studiengangs

Das internationale Masterprogramm Communications Engineering ist ein viersemestriger englischsprachiger Studiengang im Umfang von 120 Credits. Der Studienbeginn ist nur zum Wintersemester möglich. Aufgrund der bestandenen Masterprüfung wird der akademische Grad „Master of Science“ (M.Sc.) verliehen (nach § 3 Abs. 2 APSO).

Aufgrund der beiden für die Nachrichtentechnik bedeutenden Ebenen Kommunikationssysteme und Kommunikationselektronik stehen zwei sogenannte Kernbereiche im Zentrum des Studiengangs, jeweils ausgerichtet auf einen der beiden Bereiche. Die Module greifen dabei Kompetenzen auf, die Studierende im Erststudium erworben haben, erweitern diese aber insbesondere um die mathematischen bzw. physikalischen Beschreibungen. Jedoch ergibt sich aufgrund des unterschiedlichen Hintergrunds der Studierenden, dass sie Teile der damit abgeleiteten Lernergebnisse bereits im Erststudium erworben haben.

Ein allgemeiner Studienplan könnte beispielsweise wie in Abbildung 2 dargestellt aussehen.

Semester	Module						Credits
1.	Kern Communica- tions Systems 5 ECTS	Kern Communica- tions Systems 5 ECTS	Kern Commu- nications Electronics 5 ECTS	Kern Communica- tions Electronics 5 ECTS	Seminar 5 ECTS	Fachl. Ergänzung 5 ECTS	30
2.	Advanced Topics in ... 5 ECTS	Fachl. Ergänzung 6 ECTS	Fachl. Ergänzung 5 ECTS	Fachl. Ergänzung 6 ECTS	Außerfachl.Er- gänzung 3 ECTS	Außerfachl. Ergänzung 5 ECTS	30
3.	Praktika 6 ECTS	Praktika 6 ECTS	Fachl. Ergänzung 6 ECTS	Forschungspraxis Projektarbeit 12 ECTS			30
4.	Masters Thesis 30 ECTS						30

Abb. 2: Allgemeiner Studienplan

Daher sind die **Kernmodule** als Wahlmodule konzipiert, wobei jede/r Studierende mindestens je zwei Kernmodule aus beiden Kernbereichen einbringen muss, die die Eingangsqualifikation der/s Studierenden komplementieren und das Qualifikationsprofil im Bereich des Grundlagenwissens, der Zusammenhänge und des Zusammenspiels von System und Elektronik schaffen.

Fachliche Ergänzungsmodule dienen dem Erwerb weiteren Wissens und von Methoden in den Kerndisziplinen oder für die Spezialisierung auf einen individuellen Teilbereich der Kommunikationstechnik. Studierende erhalten so Fähigkeiten zur Innovation, und Nutzung bzw. Bewertung weiterer Technologien, z.B. unterschiedlicher Übertragungstechnologien. Während in den Kernmodulen noch zwischen den eher mathematisch beschriebenen Systemen (z.B. Signalverarbeitung) und der eher physikalisch beschriebenen Elektronik (z.B. Mixed Signal Elektronik) unterschieden wird, erlauben die Ergänzungsmodule den Studierenden eine individuelle Schwerpunktsetzung aus den beiden Bereichen.

Als Ergebnis der Arbeit des Qualitatzirkels soll sich die Modulliste der fachlichen Ergänzung dazu auf die für alle Studierenden gleichermaen zum Qualifikationsprofil beitragenden Module beschränken. Im Gegenzug ist aber in der FPSO die Möglichkeit vorgesehen, ein Modul im Umfang von bis zu 6 Credits nach vorheriger Abstimmung mit dem Prüfungsausschuss aus anderen Studiengängen einzubringen, das der individuellen fachlichen Ergänzung einer Studentin oder eines Studenten dient, ohne durch Aufnahme in die Modulliste die Möglichkeit zur mehrfachen Belegung solcher nur am Rande für das Qualifikationsprofil des Studiengangs relevanter Module zu schaffen.

Durch die Wahl eines **Advanced Topic** schlagen die Studierenden die Brücke zwischen methodischem Wissen und Themen aus der aktuellen Forschung als Beitrag zur Innovationsfähigkeit.

Praktika: Studierende wählen 2 Praktika, mit dem Ziel den Transfer methodischer Kompetenzen um die Fähigkeiten zur selbstständigen Anwendung und Weiterentwicklung zu ermöglichen. Sie können damit praktische Erfahrungen im Rahmen von Hochschulpraktika sammeln, die im Rahmen der Absolventenbefragung 2018 als besonders bedeutend für einen Berufseinstieg hervortraten. Der Qualitatzirkel bewertet diese seit Beginn des Studiengangs existierende Aufteilung als positiv.

Während des **wissenschaftlichen Seminars** erarbeiten Studierende sich den wissenschaftlichen Stand der Technik und bereiten ihn für ein fachliches Publikum auf. Sie gehen dafür effizient mit Informationen um und kommunizieren ihre Erkenntnisse schriftlich, als Vortrag und/oder in Diskussionen im wissenschaftlichen Umfeld.

Ein verpflichtendes Industriepraktikum ist nicht vorgesehen, jedoch eine **Forschungspraxis** an einem Lehrstuhl im Umfang von 12 Credits.

Die Schemata in Abbildung 3 zeigt einen möglichen Studienplan. Dafür werden der grundsätzliche Aufbau und die Inhalte der vier Semester erklärt.

Semester	Module						Credits
1.	Information Theory (Kern CS)	Channel Coding (Kern CS)	System-on-Chip-Technologies (Kern CE)	Electronic Design Automation (Kern CE)	Seminar on Topics in Integrated Systems	Timing of Digital Circuits	30
	Klausur	Klausur	Klausur	Klausur	Vortrag	Klausur	
	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	
2.	Advanced Topics in CS	Antennas and Wave Propagation	Channel Codes for Iterative Decoding	Optical Communication Systems	Auerf. Ergänzung, z.B. A1.1 DaF	Auerf. Erg., z.B. Technology Management	30
	Klausur	Klausur	Klausur	Klausur	Klausur	Klausur	
	5 ECTS	6 ECTS	5 ECTS	6 ECTS	3 ECTS	5 ECTS	

3.	Communications Lab Laborleistung 6 ECTS	RF Integrated Circuit Lab Laborleistung 6 ECTS	In-Circuits MIMO Systems Klausur 6 ECTS		Forschungspraxis Projektarbeit 12 ECTS	30
4.	Master's Thesis Projektarbeit 30 ECTS					30

Abb. 3: Möglicher Studienplan

1. Semester

Im ersten Semester werden durch die Wahl von **Kernmodulen**, die alle im Wintersemester angeboten werden, grundlegende Kenntnisse vertieft bzw. je nach Qualifikationsprofil der jeweiligen Studierenden ergänzt. Nach Interesse kann auch bereits ein **Seminar** absolviert werden, in dem die Fähigkeit zur wissenschaftlichen Aufbereitung des Stands der Technik für ein Fachpublikum im Mittelpunkt steht, Präsentationstechniken vertieft und die Fähigkeit zum Verfassen wissenschaftlicher Berichte erworben werden und/oder erste Wahlmodule der **fachlichen Ergänzung**, in welchen weiterführende Kompetenzen, beispielsweise im Bereich Systemintegration und Übertragungstechnik erworben werden.

2. und 3. Semester

Das zweite und dritte Semester umfasst neben weiteren Wahlmodulen der **fachlichen Ergänzung** ein Advanced Topic, im dem internationale Gastdozenten je ein Thema der Kommunikationssysteme und Elektronik aus der aktuellen Forschung im Detail beleuchten, so dass Studierende die Fähigkeit zur Verknüpfung methodischer Fähigkeiten, z.B. aus den Kernmodulen, und innovativem Denken erlangen. Durch die **Praktika** wird der Bogen zwischen methodischen und anwendungsorientierten Fähigkeiten der Studierenden geschlagen. Außerdem ist hier das **Seminar** zu absolvieren, falls es noch nicht im ersten Semester abgeschlossen wurde.

Die **Forschungspraxis** sollte innerhalb des zweiten oder dritten Semesters abgeleistet werden. Dabei handelt es sich um eine Studienleistung in Form einer Projektarbeit, die mit „bestanden“ oder „nicht bestanden“ bewertet wird. Das Thema der Forschungspraxis wird von einem fachkundigen Prüfenden im Sinne der APSO ausgegeben und betreut (Themensteller). Im Rahmen der Forschungspraxis sollen Studierende an aktuellen Forschungsarbeiten an den betreuenden Lehr- und Forschungseinheiten mitwirken. Dies kann auch in Form von Teamprojekten erfolgen.

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ein ingenieursähnliches Projekt zu planen und zu konzipieren (Konzepte anzuwenden), Meilensteine aufzustellen sowie Fortschritt und Ergebnisse zu dokumentieren und zu präsentieren. Die/Der Studierende erhält Einblicke in die Tätigkeit einer Ingenieurin oder eines Ingenieurs. Dabei besitzt die Forschungspraxis den Charakter einer Projektarbeit, in der nicht nur manuelle Tätigkeiten gefordert werden, sondern auch planerische und konzeptionelle Komponenten enthalten sind, die dem umfassenden Aufgabenspektrum im Berufsleben entsprechen und demnach eine ingenieursähnliche Tätigkeit darstellen.

Zusätzlich sind Module der **außerfachlichen Ergänzung** im Umfang von acht Credits zu absolvieren. Frei wählbare Module der Technischen Universität München können hierbei als Studienleistung eingebracht werden. Diese Module dienen der Allgemeinbildung. Gerade für die

internationalen Studierenden bietet sich hier die Belegung eines der Sprachkurse „Deutsch als Fremdsprache“ an, die die Fakultät aus Studienzuschüssen finanziert. Die Absolventenbefragung 2018 bestätigt den hohen Nutzen von Sprachkenntnissen für den Berufseinstieg. Der Fokus kann aber beispielsweise auch auf wirtschaftswissenschaftliche Kompetenzen gelegt werden. Hier könnte z. B. ein Modul gewählt werden, welches sich mit dem Innovationsmanagement auseinandersetzt. Mit dem Studiengangsmanagement besteht die Möglichkeit zur individuellen Vereinbarung einer Schwerpunktsetzung.

4. Semester

Im vierten Semester ist die **Master's Thesis** anzufertigen. Diese eigenständige wissenschaftliche Arbeit zur individuellen Profilbildung zum Nachweis der Forschungsbefähigung wird in Absprache mit einer fachkundigen Prüferin bzw. einem fachkundigen Prüfer gem. FPSO (Themenstellerin bzw. Themensteller) angefertigt. Der Themensteller betreut und bewertet die Master's Thesis. Die Ausarbeitung soll in englischer Sprache erfolgen. Am Ende der Bearbeitungszeit ist ein Abschlussvortrag abzuhalten, in dem die Ergebnisse vorgestellt und zur Diskussion gestellt werden.

Aufgrund des Charakters des Studiengangs ist die Bandbreite der zu erwerbenden Kompetenzen hoch, wodurch bei den Kernmodulen geringere Auswahlmöglichkeiten bestehen. Dabei wurde auf die Einhaltung der KMK-Vorgaben geachtet und ist es möglich, die Zahl der Modulprüfungen auf sechs pro Semester zu begrenzen. Einige Module – insbesondere in der fachlichen Ergänzung – decken jedoch kleinere speziellere Bereiche ab. Aufgrund des mit den jeweiligen Lernergebnissen notwendigen Arbeitsaufwands ist es sinnvoll, diesen weniger Gewicht zukommen zu lassen, um so den Arbeitsaufwand der Studierenden korrekt widerzuspiegeln.

Auslandsaufenthalte sind möglich, jedoch nicht explizit vorgesehen, da die große Mehrheit der Studierenden (bis auf Einzelfälle) aus dem Ausland kommt, womit das Studium in Deutschland bereits einen Auslandsaufenthalt darstellt. Als Mobilitätsfenster eignet sich das 2. Fachsemester, um die mit den Wahlmodulen der fachlichen Ergänzung anstehende individuelle Spezialisierung durch Elemente von Partnerhochschulen zu komplementieren. Im Studiengang ist zur Erleichterung der Anerkennung ein Containermodul implementiert, in dem an einer Partnerhochschule erworbene fachlich relevante Credits ohne Anerkennung für ein äquivalentes Modul an der TUM dennoch eingebracht werden können.

Lehrveranstaltungen finden in der Regel am Stammgelände in München statt. Im Rahmen des Studienaufbaus wurde beachtet, dass es möglichst wenige Überschneidungen zwischen Kernmodulen und anderen Wahlmodulen gibt, d.h. Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der fachlichen Ergänzung nicht zeitgleich zu Kernmodulen stattfinden. Die beispielhaften Stundenpläne sind in der Anlage dargestellt.

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Die Verwaltung des Studiengangs ist bei der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik angesiedelt. Damit verbunden ist die Stelle der Programm-Direktion

und des Programm-Managements. Verantwortlich für den Studiengang sind der Studiendekan der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (<http://www.ei.tum.de/struktur-und-profil/personen/fakultaetsleitung/>) sowie der Masterprüfungsausschuss der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (<http://www.ei.tum.de/studienbetrieb/master/pruefungen/>).

Die Noten- und Prüfungsverwaltung wird vom Studiendekanat der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik übernommen (<http://www.ei.tum.de/studium/studiendekanat/>). Als Prüfungsausschuss fungiert der Masterprüfungsausschuss der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, inkl. Schriftführerin bzw. Schriftführer.

Um die EDV-Modellierbarkeit des Studiengangs zu vereinfachen, werden die Studien- und Prüfungsmodalitäten möglichst nahe an den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik angelehnt. Dies betrifft v. a. die Benennung von Studien- und Prüfungsleistungen, z. B. die Forschungspraxis.

Für das Eignungsverfahren wurde eine eigene Kommission eingerichtet. Diese besteht aus Hochschullehrerinnen und Hochschullehrern der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und einer studentischen Vertretung.

Für Anpassungen des Studiengangs, Moduländerungen ist die Studienkommission der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik zuständig. Dazu tagt regelmäßig der Qualitätszirkel.

Das Studierenden Service Zentrum übernimmt studiengangübergreifend zentrale Aufgaben wie Abwicklung der Bewerbungen, Immatrikulation und Ausfertigung amtlicher Dokumente wie Abschlusszeugnisse sowie allgemeine Studienberatung.

Alle studienrelevanten Informationen wurden der zentralen Studienberatung der Technischen Universität München durch das Programm-Management mitgeteilt. Damit wird auch die Beratung von Studieninteressierten für den Bachelorstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik möglich, die sich zu Beginn des Studiums über anschließende Masterstudiengänge informieren möchten. Die Fachstudienberatung findet an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik durch das Programm-Management statt.

Informationen zum Studiengang werden auf der Studiengangsseite der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (<http://www.msce.ei.tum.de/>) zur Verfügung gestellt.

Der Masterstudiengang Communications Engineering verfügt über eine eigene Internetpräsenz (www.msce.ei.tum.de), auf der Informationen zum Studiengang verfügbar sind. Zudem existiert eine Shared Mailbox msce@ei.tum.de als zentrale E-Mail-Adresse für Anfragen von Bewerberinnen und Bewerbern zum Studiengang.

Folgende Lehrstühle sind im fachlichen Bereich mit Modulen am Studiengang Communications Engineering beteiligt:

- Lehrstuhl für Nachrichtentechnik
- Lehrstuhl für Kommunikationsnetze,
- Lehrstuhl für Theoretische Informationstechnik
- Lehrstuhl für Mensch-Maschine Kommunikation
- Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme
- Lehrstuhl für Kommunikation und Navigation
- Lehrstuhl für Entwurfsautomatisierung
- Lehrstuhl für Integrierte Systeme

- Lehrstuhl für Technische Elektronik
- Lehrstuhl für Nanoelektronik
- Professur für Methoden der Signalverarbeitung.

8 Ressourcen

8.1 Personelle Ressourcen

Die beteiligten Lehrenden an den Kernmodulen und der fachlichen Ergänzung sind im Anhang als separates Dokument (siehe Anlage, exemplarisch für den Musterstudienplan) aufgelistet.

8.2 Sachausstattung und Räume

Die im Studienplan vorgesehenen Praktika werden an den vorhandenen Praktikumsplätzen durchgeführt. Im Zuge der Durchführung des Studiengangs können schrittweise Erweiterungen der Praktikumsversuche realisiert werden.

Aufgrund der aktuellen Zahl von Studierenden ist die Raumsituation für die Durchführung von Lehrveranstaltungen und Prüfungen weitgehend unkritisch. Vorzugsweise werden die an den beteiligten Lehr- und Forschungseinheiten vorhandenen Seminar- und Vorlesungsräume am Campus München genutzt.

9 Anhang der Studiengangsdokumentation

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday		
8:00					Seminar on Topics in Integrated Circuits Herkersdorf N2133		
8:15							
8:30							
8:45							
9:00							
9:15					Seminar on Topics in Integrated Circuits Herkersdorf, N2133		
9:30							
9:45	Information Theory (L) Kramer N1080		Electronic Design Automation (L) Schlichtmann 3999				
10:00							
10:15							
10:30							
10:45							
11:00							
11:15							
11:30	Information Theory (T) Kramer N1080	Channel Coding (L) Wachter Zeh N2408	Electronic Design Automation (L) Schlichtmann, 3999				
11:45							
12:00							
12:15							
12:30							
12:45							
13:00							
13:15	System-on-Chip- Technologies (L) Herkersdorf N2128	Channel Coding (L) Wachter-Zeh N2408		Timing of Digital Circuits (L) Gräb 2999			
13:30							
13:45		Channel Coding (T) Wachter-Zeh N2408					
14:00							
14:15							
14:30							
14:45							
15:00	System-on-Chip- Technologies (T) Herkersdorf, N2128	Electronic Design Automation (T) Schlichtmann 3999	Timing of Digital Circuits (P) Gräb 2977	Timing of Digital Circuits (T) Gräb, 2999			
15:15							
15:30							
15:45							
16:00							
16:15							
16:30							
16:45							
17:00							
17:15							
17:30							
17:45							
18:00							
18:15							
18:30							

Abb. 4a: Stundenplan zu Abbildung 3 (1. Semester)

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday		
8:00	Deutsch als Fremdsprache A 1.1						
8:15							
8:30							
8:45							
9:00							
9:15							
9:30							
9:45		Optical Communication Systems (T) Hanik N2408	Advanced Topics in CS (L) N.N. N1135				
10:00							
10:15							
10:30							
10:45							
11:00							
11:15							
11:30	Antennas and Wave Propagation (T) Eibert N0507	Antennas and Wave Propagation (L) Eibert N0507	Advanced Topics in CS (T) N.N., N1135				
11:45							
12:00							
12:15							
12:30							
12:45							
13:00							
13:15							
13:30		Antennas and Wave Propagation (L) Eibert, N0507	Channel Codes for Iterative Decoding (L) Kramer N2408	Optical Communication Systems (L) Hanik N2408			
13:45							
14:00							
14:15							
14:30							
14:45							
15:00							
15:15			Channel Codes for Iterative Decoding (L) Kramer, N2408				
15:30							
15:45							
16:00			Channel Codes for Iterative Decoding (T) Kramer, N2408				
16:15							
16:30							
16:45				Technology and Innovation Management Alexy 0980 Audimax			
17:00							
17:15							
17:30							
17:45							
18:00							
18:15							
18:30							

Abb. 4b: Stundenplan zu Abbildung 3 (2. Semester)

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
8:00	MIMO Systems (T)				
8:15	Utschick				
8:30	N1135				
8:45					
9:00		Forschungspraxis	Forschungspraxis		Forschungspraxis
9:15					
9:30					
9:45	RF Integrated			RF Integrated	
10:00	Design Lab (P)			Design Lab (P)	
10:15	Kreupl			Kreupl	
10:30	N5311			N5311	
10:45					
11:00					
11:15					
11:30					
11:45					
12:00					
12:15					
12:30					
12:45					
13:00					
13:15	Communications Lab (P)				
13:30	Kramer				
13:45	N2409				
14:00					
14:15					
14:30					
14:45					
15:00					
15:15				MIMO Systems (L)	
15:30				Utschick	
15:45				N1135	
16:00					
16:15					
16:30					
16:45					
17:00					
17:15					
17:30					
17:45					
18:00					
18:15					
18:30					

Abb. 4c: Stundenplan zu Abbildung 3 (3. Semester)