Karlsruher Institut für Technologie

# Modulhandbuch
# Elektrotechnik und Informationstechnik Master 2015 (Master of Science, M.Sc.)

SPO 2015

Sommersemester 2022

Stand 10.03.2022

KIT-FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

# Inhaltsverzeichnis

**1. Einführung in das Modulhandbuch ... 10**
1.1. Allgemeines ... 10
1.2. Hinweise zu Modulen und Teilleistungen ... 10
1.3. Anmeldung und Zulassung zu Modulprüfungen ... 11
**2. Vertiefungsrichtungen der Elektrotechnik und Informationstechnik ... 12**
**3. Qualifikationsziele ... 33**
3.1. Fachwissen ... 33
3.2. Forschungs- und Problemlösungskompetenz ... 33
3.3. Beurteilungs- und planerische Kompetenz ... 33
3.4. Selbst- und Sozialkompetenz ... 33
**4. Anmeldung zur Masterarbeit ... 35**
4.1. Vorgehen für die Zulassung/Anmeldung der Abschlussarbeit ... 35
**5. Anerkennung von Studien- und Prüfungsleistungen ... 36**
5.1. Grundsätzliche Regelungen ... 36
5.2. Benotung ... 36
5.3. Vorgehensweise ... 36
**6. Ansprechpartner*innen und Beratung ... 37**
**7. Herausgeber ... 38**
**8. Aufbau des Studiengangs ... 39**
8.1. Masterarbeit ... 39
8.2. Berufspraktikum ... 39
8.3. Vertiefungsrichtung ... 40
8.4. Überfachliche Qualifikationen ... 45
**9. Module ... 46**
9.1. Adaptive Optics - M-ETIT-103802 ... 46
9.2. Aktuelle Themen der Solarenergie - M-ETIT-100507 ... 48
9.3. Angewandte Informationstheorie - M-ETIT-100444 ... 49
9.4. Antennen und Mehrantennensysteme - M-ETIT-100565 ... 50
9.5. Aufbau und Betrieb von Leistungstransformatoren - M-ETIT-100416 ... 51
9.6. Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme - M-ETIT-102200 ... 52
9.7. Batterie- und Brennstoffzellensysteme - M-ETIT-100377 ... 54
9.8. Batterien und Brennstoffzellen - M-ETIT-100532 ... 55
9.9. Berufspraktikum - M-ETIT-100575 ... 56
9.10. Bildgebende Verfahren in der Medizin I - M-ETIT-100384 ... 57
9.11. Bildgebende Verfahren in der Medizin II - M-ETIT-100385 ... 58
9.12. Bildverarbeitung - M-ETIT-102651 ... 59
9.13. Bioelektrische Signale - M-ETIT-100549 ... 60
9.14. Biomedizinische Messtechnik I - M-ETIT-100387 ... 62
9.15. Biomedizinische Messtechnik II - M-ETIT-100388 ... 65
9.16. Business Innovation in Optics and Photonics - M-ETIT-101834 ... 67
9.17. Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage - M-ETIT-105616 ... 68
9.18. Channel Coding: Graph-Based Codes - M-ETIT-105617 ... 69
9.19. Communication Systems and Protocols - M-ETIT-100539 ... 70
9.20. Design analoger Schaltkreise - M-ETIT-100466 ... 71
9.21. Design digitaler Schaltkreise - M-ETIT-100473 ... 72
9.22. Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt - M-ETIT-100541 ... 73
9.23. Die Energiewende im Stromtransportnetz - M-ETIT-105618 ... 75
9.24. Digital Hardware Design Laboratory - M-ETIT-102266 ... 77
9.25. Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises - M-ETIT-103450 ... 78
9.26. Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar - M-ETIT-105415 ... 79
9.27. Dosimetrie ionisierender Strahlung - M-ETIT-101847 ... 80
9.28. Echtzeitregelung elektrischer Antriebe - M-ETIT-105916 ... 81
9.29. Einführung in die Bildfolgenauswertung - M-INFO-100736 ... 82
9.30. Einführung in die Energiewirtschaft - M-WIWI-100498 ... 83
9.31. Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker - M-ETIT-100432 ... 84
9.32. Electric Power Transmission & Grid Control - M-ETIT-105394 ... 85

9.33. Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields - M-ETIT-100386 ..... 86
9.34. Elektrische Energienetze - M-ETIT-100572 ..... 88
9.35. Elektrische Schienenfahrzeuge - M-MACH-102692 ..... 89
9.36. Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser - M-ETIT-100511 ..... 91
9.37. Elektronische Systeme und EMV - M-ETIT-100410 ..... 93
9.38. Energietechnisches Praktikum - M-ETIT-100419 ..... 94
9.39. Energieübertragung und Netzregelung - M-ETIT-100534 ..... 95
9.40. Energiewirtschaft - M-ETIT-100413 ..... 96
9.41. Energy Storage and Network Integration - M-ETIT-101969 ..... 98
9.42. Entwurf elektrischer Maschinen - M-ETIT-100515 ..... 100
9.43. Entwurf von Mikrowellenmodulen - M-ETIT-105701 ..... 101
9.44. Erzeugung elektrischer Energie - M-ETIT-100407 ..... 102
9.45. Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices - M-ETIT-101919 ..... 103
9.46. Fertigungsmesstechnik - M-ETIT-103043 ..... 105
9.47. Field Propagation and Coherence - M-ETIT-100566 ..... 107
9.48. Funkempfänger - M-ETIT-103241 ..... 109
9.49. Grundlagen der Fahrzeugtechnik I - M-MACH-100501 ..... 110
9.50. Grundlagen der Fahrzeugtechnik II - M-MACH-100502 ..... 111
9.51. Grundlagen der Plasmatechnologie - M-ETIT-100483 ..... 112
9.52. Hardware Modeling and Simulation - M-ETIT-100449 ..... 114
9.53. Hardware/Software Co-Design - M-ETIT-100453 ..... 115
9.54. Hardware-Synthese und -Optimierung - M-ETIT-100452 ..... 117
9.55. Hochleistungsmikrowellentechnik - M-ETIT-100521 ..... 119
9.56. Hochleistungsstromrichter - M-ETIT-100398 ..... 120
9.57. Hochspannungsprüftechnik - M-ETIT-100417 ..... 121
9.58. Hochspannungstechnik - M-ETIT-105060 ..... 122
9.59. Informationsfusion - M-ETIT-103264 ..... 123
9.60. Informationstechnik in der industriellen Automation - M-ETIT-100367 ..... 125
9.61. Integrated Systems of Signal Processing - M-ETIT-100530 ..... 127
9.62. Integrierte Intelligente Sensoren - M-ETIT-100457 ..... 129
9.63. Integrierte Systeme und Schaltungen - M-ETIT-100474 ..... 130
9.64. Interfakultatives Team-Projekt - M-ETIT-103076 ..... 131
9.65. Introduction to automotive and industrial Lidar technology - M-ETIT-105461 ..... 132
9.66. Kognitive Systeme - M-INFO-100819 ..... 133
9.67. Kommunikationskonzepte und E/E-Architekturen für digitale, vernetzte Fahrzeuge - M-ETIT-105593 ..... 135
9.68. Labor Regelungstechnik - M-ETIT-105467 ..... 136
9.69. Labor Schaltungsdesign - M-ETIT-100518 ..... 138
9.70. Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering - M-ETIT-105402 ..... 140
9.71. Laser Metrology - M-ETIT-100434 ..... 141
9.72. Laser Physics - M-ETIT-100435 ..... 142
9.73. Leistungselektronik - M-ETIT-100533 ..... 144
9.74. Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie - M-ETIT-102261 ..... 146
9.75. Leistungselektronische Systeme für regenerative Energiequellen - M-ETIT-100406 ..... 148
9.76. Lichttechnik - M-ETIT-100485 ..... 149
9.77. Light and Display Engineering - M-ETIT-100512 ..... 151
9.78. Lighting Design - Theory and Applications - M-ETIT-100577 ..... 153
9.79. Machine Learning and Optimization in Communications - M-ETIT-104988 ..... 155
9.80. Machine Vision - M-MACH-101923 ..... 156
9.81. Maschinelles Lernen 1 - M-WIWI-105003 ..... 159
9.82. Maschinelles Lernen 2 - M-WIWI-105006 ..... 160
9.83. Masterarbeit - M-ETIT-100574 ..... 161
9.84. Mehrdimensionale Signalverarbeitung und Bildauswertung mit Graphikkarten und anderen Mehrkernprozessoren - M-INFO-103154 ..... 163
9.85. Mensch-Maschine-Interaktion - M-INFO-100729 ..... 164
9.86. Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen - M-INFO-100824 ..... 166
9.87. Methoden der Signalverarbeitung - M-ETIT-100540 ..... 167
9.88. Mikroaktorik - M-MACH-100487 ..... 168
9.89. Mikrosystemtechnik - M-ETIT-100454 ..... 169
9.90. Mikrowellenmesstechnik - M-ETIT-100424 ..... 170
9.91. Mikrowellentechnik/Microwave Engineering - M-ETIT-100535 ..... 171

9.92. Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen - M-ETIT-101968 ....173
9.93. MMIC Design Laboratory - M-ETIT-105464 ....174
9.94. Modellbildung elektrochemischer Systeme - M-ETIT-100508 ....175
9.95. Modern Radio Systems Engineering - M-ETIT-100427 ....176
9.96. Mustererkennung - M-INFO-100825 ....177
9.97. Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II - M-ETIT-105274 ....179
9.98. Nano- and Quantum Electronics - M-ETIT-105604 ....181
9.99. Navigationssysteme für den Straßen- und Schienenverkehr - M-ETIT-102671 ....183
9.100. Nichtlineare Regelungssysteme - M-ETIT-100371 ....185
9.101. Nonlinear Optics - M-ETIT-100430 ....186
9.102. Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I - M-ETIT-100392 ....188
9.103. Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik II - M-ETIT-100393 ....189
9.104. Numerical Methods - M-MATH-105831 ....190
9.105. Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen - M-ETIT-102311 ....191
9.106. Optical Design Lab - M-ETIT-100464 ....193
9.107. Optical Engineering - M-ETIT-100456 ....194
9.108. Optical Networks and Systems - M-ETIT-103270 ....196
9.109. Optical Systems in Medicine and Life Science - M-ETIT-103252 ....198
9.110. Optical Transmitters and Receivers - M-ETIT-100436 ....200
9.111. Optical Waveguides and Fibers - M-ETIT-100506 ....201
9.112. Optimale Regelung und Schätzung - M-ETIT-102310 ....203
9.113. Optimization of Dynamic Systems - M-ETIT-100531 ....205
9.114. Optische Technologien im Automobil - M-ETIT-100486 ....206
9.115. Optoelectronic Components - M-ETIT-100509 ....207
9.116. Optoelektronik - M-ETIT-100480 ....209
9.117. Optoelektronische Messtechnik - M-ETIT-100484 ....210
9.118. Photometrie und Radiometrie - M-ETIT-100519 ....211
9.119. Photonics and Communications Lab - M-ETIT-104485 ....212
9.120. Photovoltaik - M-ETIT-100513 ....213
9.121. Photovoltaische Systemtechnik - M-ETIT-100411 ....216
9.122. Physical and Data-Based Modelling - M-ETIT-105468 ....217
9.123. Physics, Technology and Applications of Thin Films - M-ETIT-105608 ....219
9.124. Physiologie und Anatomie I - M-ETIT-100390 ....220
9.125. Physiologie und Anatomie II - M-ETIT-100391 ....221
9.126. Plasmastrahlungsquellen - M-ETIT-100481 ....222
9.127. Plastic Electronics / Polymerelektronik - M-ETIT-100475 ....224
9.128. Platzhaltermodul Vertiefungsrichtung - M-ETIT-103338 ....226
9.129. Prädiktive Fahrerassistenzsysteme - M-ETIT-100360 ....227
9.130. Praktikum Batterien und Brennstoffzellen - M-ETIT-100381 ....228
9.131. Praktikum Biomedizinische Messtechnik - M-ETIT-100389 ....229
9.132. Praktikum Digitale Signalverarbeitung - M-ETIT-100364 ....231
9.133. Praktikum Elektrische Antriebe und Leistungselektronik - M-ETIT-100401 ....232
9.134. Praktikum Entwurf digitaler Systeme - M-ETIT-102264 ....234
9.135. Praktikum Informationssysteme in der elektrischen Energietechnik - M-ETIT-100415 ....236
9.136. Praktikum Lichttechnik - M-ETIT-102356 ....237
9.137. Praktikum Mechatronische Messsysteme - M-ETIT-103448 ....239
9.138. Praktikum Mikrocontroller und digitale Signalprozessoren - M-ETIT-100365 ....241
9.139. Praktikum Mikrowellentechnik - M-ETIT-105300 ....243
9.140. Praktikum Nachrichtentechnik - M-ETIT-100442 ....244
9.141. Praktikum Nanoelektronik - M-ETIT-100468 ....245
9.142. Praktikum Nanotechnologie - M-ETIT-100478 ....247
9.143. Praktikum Optoelektronik - M-ETIT-100477 ....249
9.144. Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA - M-ETIT-100470 ....251
9.145. Praktikum Software Engineering - M-ETIT-100460 ....252
9.146. Praktikum Solarenergie - M-ETIT-102350 ....253
9.147. Praktikum Supraleitende Quantenelektronik - M-ETIT-105605 ....255
9.148. Praktikum System-on-Chip - M-ETIT-100451 ....257
9.149. Praxis elektrischer Antriebe - M-ETIT-100394 ....258
9.150. Praxis leistungselektronischer Systeme - M-ETIT-102569 ....259
9.151. Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen - M-ETIT-104475 .261

9.152. Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning - M-ETIT-105594 ... 263
9.153. Quantum Detectors and Sensors - M-ETIT-105606 ... 265
9.154. Quellencodierung - M-ETIT-105273 ... 266
9.155. Radar Systems Engineering - M-ETIT-100420 ... 267
9.156. Radiation Protection - M-ETIT-100562 ... 268
9.157. Radio Frequency Integrated Circuits and Systems - M-ETIT-105123 ... 269
9.158. Radio-Frequency Electronics - M-ETIT-105124 ... 270
9.159. Regelung leistungselektronischer Systeme - M-ETIT-105915 ... 271
9.160. Regelung linearer Mehrgrößensysteme - M-ETIT-100374 ... 272
9.161. Robotik I - Einführung in die Robotik - M-INFO-100893 ... 273
9.162. Robotik II: Humanoide Robotik - M-INFO-102756 ... 274
9.163. Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik - M-INFO-104897 ... 275
9.164. Robotik in der Medizin - M-INFO-100820 ... 276
9.165. Satellite Communications - M-ETIT-105272 ... 277
9.166. Schaltungstechnik in der Industrieelektronik - M-ETIT-100399 ... 278
9.167. Semiconductor Process Technologies - M-ETIT-105306 ... 279
9.168. Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik - M-ETIT-100441 ... 281
9.169. Seminar Batterien II - M-ETIT-105321 ... 282
9.170. Seminar Brennstoffzellen II - M-ETIT-105322 ... 283
9.171. Seminar Eingebettete Systeme - M-ETIT-100455 ... 284
9.172. Seminar Elektrokatalyse - M-ETIT-105629 ... 285
9.173. Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik - M-ETIT-100396 ... 286
9.174. Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting - M-ETIT-103447 ... 288
9.175. Seminar on Applied Superconductivity - M-ETIT-105615 ... 289
9.176. Seminar Radar and Communication Systems - M-ETIT-100428 ... 290
9.177. Seminar Sensorik - M-ETIT-100380 ... 291
9.178. Seminar über Quantentechnologische Detektoren und Sensoren - M-ETIT-105607 ... 292
9.179. Sensoren - M-ETIT-100378 ... 293
9.180. Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration - M-INFO-104877 ... 294
9.181. Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik - M-ETIT-100443 ... 296
9.182. Single-Photon Detectors - M-ETIT-101971 ... 297
9.183. Software Engineering - M-ETIT-100450 ... 298
9.184. Software Radio - M-ETIT-100439 ... 299
9.185. Solar Energy - M-ETIT-100524 ... 300
9.186. Space-Born Microwave Radiometry - Advanced Methods and Applications - M-ETIT-100545 ... 302
9.187. Spaceborne Radar Remote Sensing - M-ETIT-103042 ... 303
9.188. Stochastische Informationsverarbeitung - M-INFO-100829 ... 305
9.189. Stromrichtersteuerungstechnik - M-ETIT-100400 ... 306
9.190. Student Innovation Lab - M-ETIT-105073 ... 307
9.191. Superconducting Materials - M-ETIT-105521 ... 310
9.192. Superconducting Nanowire Detectors - M-ETIT-105609 ... 312
9.193. Superconductivity for Engineers - M-ETIT-105611 ... 313
9.194. Systems and Software Engineering - M-ETIT-100537 ... 315
9.195. Systems Engineering for Automotive Electronics - M-ETIT-100462 ... 316
9.196. Team Project: Sensors and Electronics - M-ETIT-105465 ... 317
9.197. Technische Akustik - M-ETIT-101835 ... 318
9.198. Technische Optik - M-ETIT-100538 ... 319
9.199. Telematik - M-INFO-100801 ... 321
9.200. Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld - M-ETIT-100546 ... 323
9.201. Thermische Solarenergie - M-MACH-102388 ... 324
9.202. Überfachliche Qualifikationen - M-ETIT-105767 ... 326
9.203. Ultraschall-Bildgebung - M-ETIT-100560 ... 327
9.204. Verifizierte numerische Methoden - M-ETIT-104493 ... 328
9.205. Verteilte ereignisdiskrete Systeme - M-ETIT-100361 ... 329
9.206. Visuelle Wahrnehmung im KFZ - M-ETIT-100497 ... 330
9.207. Workshop Finite Elemente Methode in der Elektromagnetik - M-ETIT-100555 ... 331

**10. Teilleistungen ... 332**

10.1. Adaptive Optics - T-ETIT-107644 ... 332
10.2. Aktuelle Themen der Solarenergie - T-ETIT-100780 ... 333
10.3. Angewandte Informationstheorie - T-ETIT-100748 ... 334

10.4. Antennen und Mehrantennensysteme - T-ETIT-106491 ..... 335
10.5. Aufbau und Betrieb von Leistungstransformatoren - T-ETIT-101925 ..... 336
10.6. Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme - T-ETIT-104518 ..... 337
10.7. Batterie- und Brennstoffzellensysteme - T-ETIT-100704 ..... 338
10.8. Batterien und Brennstoffzellen - T-ETIT-100983 ..... 339
10.9. Berufspraktikum - T-ETIT-100988 ..... 340
10.10. Bildgebende Verfahren in der Medizin I - T-ETIT-101930 ..... 341
10.11. Bildgebende Verfahren in der Medizin II - T-ETIT-101931 ..... 342
10.12. Bildverarbeitung - T-ETIT-105566 ..... 343
10.13. Bioelektrische Signale - T-ETIT-101956 ..... 344
10.14. Biomedizinische Messtechnik I - T-ETIT-106492 ..... 345
10.15. Biomedizinische Messtechnik II - T-ETIT-106973 ..... 346
10.16. Business Innovation in Optics and Photonics - T-ETIT-104572 ..... 347
10.17. Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage - T-ETIT-111244 ..... 348
10.18. Channel Coding: Graph-Based Codes - T-ETIT-111245 ..... 349
10.19. Communication Systems and Protocols - T-ETIT-101938 ..... 350
10.20. Das Berufsbild des Ingenieurs in modernen Unternehmen - T-ETIT-100819 ..... 351
10.21. Design analoger Schaltkreise - T-ETIT-100973 ..... 352
10.22. Design digitaler Schaltkreise - T-ETIT-100974 ..... 353
10.23. Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt - T-ETIT-100761 ..... 354
10.24. Die Energiewende im Stromtransportnetz - T-ETIT-111248 ..... 355
10.25. Digital Hardware Design Laboratory - T-ETIT-104571 ..... 356
10.26. Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises - T-ETIT-106852 ..... 357
10.27. Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar - T-ETIT-110940 ..... 358
10.28. Dosimetrie ionisierender Strahlung - T-ETIT-104505 ..... 359
10.29. Echtzeitregelung elektrischer Antriebe - T-ETIT-111898 ..... 360
10.30. Einführung in die Bildfolgenauswertung - T-INFO-101273 ..... 361
10.31. Einführung in die Energiewirtschaft - T-WIWI-102746 ..... 362
10.32. Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker - T-ETIT-100739 ..... 363
10.33. Einführung in die wissenschaftliche Methode (Seminar) - T-ETIT-111316 ..... 364
10.34. Electric Power Transmission & Grid Control - T-ETIT-110883 ..... 365
10.35. Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields - T-ETIT-100640 ..... 366
10.36. Elektrische Energienetze - T-ETIT-100830 ..... 367
10.37. Elektrische Schienenfahrzeuge - T-MACH-102121 ..... 368
10.38. Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser - T-ETIT-100783 ..... 369
10.39. Elektronische Systeme und EMV - T-ETIT-100723 ..... 370
10.40. Energietechnisches Praktikum - T-ETIT-100728 ..... 371
10.41. Energieübertragung und Netzregelung - T-ETIT-101941 ..... 372
10.42. Energiewirtschaft - T-ETIT-100725 ..... 373
10.43. Energy Storage and Network Integration - T-ETIT-104644 ..... 374
10.44. Entrepreneurship - T-WIWI-102864 ..... 375
10.45. Entwurf elektrischer Maschinen - T-ETIT-100785 ..... 376
10.46. Entwurf von Mikrowellenmodulen - T-ETIT-111375 ..... 377
10.47. Erzeugung elektrischer Energie - T-ETIT-101924 ..... 378
10.48. Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices - T-ETIT-103613 ..... 379
10.49. Fertigungsmesstechnik - T-ETIT-106057 ..... 380
10.50. Field Propagation and Coherence - T-ETIT-100976 ..... 381
10.51. Funkempfänger - T-ETIT-106431 ..... 382
10.52. Grundlagen der Fahrzeugtechnik I - T-MACH-100092 ..... 383
10.53. Grundlagen der Fahrzeugtechnik II - T-MACH-102117 ..... 384
10.54. Grundlagen der Plasmatechnologie - T-ETIT-100770 ..... 385
10.55. Hardware Modeling and Simulation - T-ETIT-100672 ..... 386
10.56. Hardware/Software Co-Design - T-ETIT-100671 ..... 387
10.57. Hardware-Synthese und -Optimierung - T-ETIT-100673 ..... 388
10.58. Hochleistungsmikrowellentechnik - T-ETIT-100791 ..... 389
10.59. Hochleistungsstromrichter - T-ETIT-100715 ..... 390
10.60. Hochspannungsprüftechnik - T-ETIT-101915 ..... 391
10.61. Hochspannungstechnik - T-ETIT-110266 ..... 392
10.62. Industriebetriebswirtschaftslehre - T-WIWI-100796 ..... 393
10.63. Informationsfusion - T-ETIT-106499 ..... 394

10.64. Informationstechnik in der industriellen Automation - T-ETIT-100698 ..... 395
10.65. Innovation Lab - T-ETIT-110291 ..... 396
10.66. Integrierte Intelligente Sensoren - T-ETIT-100961 ..... 397
10.67. Integrierte Systeme und Schaltungen - T-ETIT-100972 ..... 398
10.68. Interfakultatives Team-Projekt - T-ETIT-106110 ..... 399
10.69. Introduction to automotive and industrial Lidar technology - T-ETIT-111011 ..... 400
10.70. Introduction to the Scientific Method (Seminar) - T-ETIT-111317 ..... 401
10.71. Kognitive Systeme - T-INFO-101356 ..... 402
10.72. Kommunikationskonzepte und E/E-Architekturen für digitale, vernetzte Fahrzeuge - T-ETIT-111213 ..... 403
10.73. Labor Regelungstechnik - T-ETIT-111009 ..... 404
10.74. Labor Schaltungsdesign - T-ETIT-100788 ..... 405
10.75. Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering - T-ETIT-110898 ..... 406
10.76. Laser Metrology - T-ETIT-100643 ..... 407
10.77. Laser Physics - T-ETIT-100741 ..... 408
10.78. Leistungselektronik - T-ETIT-100801 ..... 409
10.79. Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie - T-ETIT-104569 ..... 410
10.80. Lichttechnik - T-ETIT-100772 ..... 411
10.81. Light and Display Engineering - T-ETIT-100644 ..... 412
10.82. Lighting Design - Theory and Applications - T-ETIT-100997 ..... 413
10.83. Machine Learning and Optimization in Communications - T-ETIT-110123 ..... 414
10.84. Machine Vision - T-MACH-105223 ..... 415
10.85. Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren - T-WIWI-106340 ..... 416
10.86. Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren - T-WIWI-106341 ..... 417
10.87. Masterarbeit - T-ETIT-100987 ..... 418
10.88. Mehrdimensionale Signalverarbeitung und Bildauswertung mit Graphikkarten und anderen Mehrkernprozessoren - T-INFO-106278 ..... 419
10.89. Mensch-Maschine-Interaktion - T-INFO-101266 ..... 420
10.90. Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen - T-INFO-101361 ..... 421
10.91. Methoden der Signalverarbeitung - T-ETIT-100694 ..... 422
10.92. Mikroaktorik - T-MACH-101910 ..... 423
10.93. Mikrosystemtechnik - T-ETIT-100752 ..... 424
10.94. Mikrowellenmesstechnik - T-ETIT-100733 ..... 425
10.95. Mikrowellentechnik/Microwave Engineering - T-ETIT-100802 ..... 426
10.96. Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen - T-ETIT-108389 ..... 427
10.97. MMIC Design Laboratory - T-ETIT-111006 ..... 428
10.98. Modellbildung elektrochemischer Systeme - T-ETIT-100781 ..... 429
10.99. Modern Radio Systems Engineering - T-ETIT-100735 ..... 430
10.100. Mustererkennung - T-INFO-101362 ..... 431
10.101. Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II - T-ETIT-110697 ..... 432
10.102. Nano- and Quantum Electronics - T-ETIT-111232 ..... 433
10.103. Navigationssysteme für den Straßen- und Schienenverkehr - T-ETIT-105610 ..... 434
10.104. Nichtlineare Regelungssysteme - T-ETIT-100980 ..... 435
10.105. Nonlinear Optics - T-ETIT-101906 ..... 436
10.106. Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I - T-ETIT-100664 ..... 437
10.107. Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik II - T-ETIT-100665 ..... 438
10.108. Numerical Methods - Exam - T-MATH-111700 ..... 439
10.109. Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen - T-ETIT-104595 ..... 440
10.110. Optical Design Lab - T-ETIT-100756 ..... 441
10.111. Optical Engineering - T-ETIT-100676 ..... 442
10.112. Optical Networks and Systems - T-ETIT-106506 ..... 443
10.113. Optical Systems in Medicine and Life Science - T-ETIT-106462 ..... 444
10.114. Optical Transmitters and Receivers - T-ETIT-100639 ..... 445
10.115. Optical Waveguides and Fibers - T-ETIT-101945 ..... 446
10.116. Optimale Regelung und Schätzung - T-ETIT-104594 ..... 447
10.117. Optimization of Dynamic Systems - T-ETIT-100685 ..... 448
10.118. Optische Technologien im Automobil - T-ETIT-100773 ..... 449
10.119. Optoelectronic Components - T-ETIT-101907 ..... 450
10.120. Optoelektronik - T-ETIT-100767 ..... 451
10.121. Optoelektronische Messtechnik - T-ETIT-100771 ..... 452
10.122. Patente und Patentstrategien in innovativen Unternehmen - T-MACH-105442 ..... 453

10.123. Photometrie und Radiometrie - T-ETIT-100789 ... 454
10.124. Photonics and Communications Lab - T-ETIT-109173 ... 455
10.125. Photovoltaik - T-ETIT-101939 ... 456
10.126. Photovoltaische Systemtechnik - T-ETIT-100724 ... 457
10.127. Physical and Data-Based Modelling - T-ETIT-111013 ... 458
10.128. Physics, Technology and Applications of Thin Films - T-ETIT-111237 ... 459
10.129. Physiologie und Anatomie I - T-ETIT-101932 ... 460
10.130. Physiologie und Anatomie II - T-ETIT-101933 ... 461
10.131. Plasmastrahlungsquellen - T-ETIT-100768 ... 462
10.132. Plastic Electronics / Polymerelektronik - T-ETIT-100763 ... 463
10.133. Platzhalter Vertiefungsrichtung 3 LP - benotet - T-ETIT-106696 ... 464
10.134. Prädiktive Fahrerassistenzsysteme - T-ETIT-100692 ... 465
10.135. Praktikum Batterien und Brennstoffzellen - T-ETIT-100708 ... 466
10.136. Praktikum Biomedizinische Messtechnik - T-ETIT-101934 ... 467
10.137. Praktikum Digitale Signalverarbeitung - T-ETIT-101935 ... 468
10.138. Praktikum Elektrische Antriebe und Leistungselektronik - T-ETIT-100718 ... 469
10.139. Praktikum Entwurf digitaler Systeme - T-ETIT-104570 ... 470
10.140. Praktikum Informationssysteme in der Elektrischen Energietechnik - T-ETIT-100727 ... 471
10.141. Praktikum Lichttechnik - T-ETIT-104726 ... 472
10.142. Praktikum Mechatronische Messsysteme - T-ETIT-106854 ... 473
10.143. Praktikum Mikrowellentechnik - T-ETIT-110789 ... 474
10.144. Praktikum Nachrichtentechnik - T-ETIT-100746 ... 475
10.145. Praktikum Nanoelektronik - T-ETIT-100757 ... 476
10.146. Praktikum Nanotechnologie - T-ETIT-100765 ... 477
10.147. Praktikum Optoelektronik - T-ETIT-100764 ... 478
10.148. Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA - T-ETIT-100759 ... 479
10.149. Praktikum Software Engineering - T-ETIT-100681 ... 480
10.150. Praktikum Solarenergie - T-ETIT-104686 ... 481
10.151. Praktikum Supraleitende Quantenelektronik - T-ETIT-111233 ... 482
10.152. Praktikum System-on-Chip - T-ETIT-100798 ... 483
10.153. Praxis elektrischer Antriebe - T-ETIT-100711 ... 484
10.154. Praxis leistungselektronischer Systeme - T-ETIT-105279 ... 485
10.155. Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen - T-ETIT-109148 ... 486
10.156. ProVIL – Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor - T-MACH-106738 ... 487
10.157. Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning - T-ETIT-111214 ... 488
10.158. Quantum Detectors and Sensors - T-ETIT-111234 ... 489
10.159. Quellencodierung - T-ETIT-110673 ... 490
10.160. Radar Systems Engineering - T-ETIT-100729 ... 491
10.161. Radiation Protection - T-ETIT-100825 ... 492
10.162. Radio Frequency Integrated Circuits and Systems - T-ETIT-110358 ... 493
10.163. Radio-Frequency Electronics - T-ETIT-110359 ... 494
10.164. Regelung leistungselektronischer Systeme - T-ETIT-111897 ... 495
10.165. Regelung linearer Mehrgrößensysteme - T-ETIT-100666 ... 496
10.166. Robotik I - Einführung in die Robotik - T-INFO-108014 ... 497
10.167. Robotik II: Humanoide Robotik - T-INFO-105723 ... 498
10.168. Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik - T-INFO-109931 ... 499
10.169. Robotik in der Medizin - T-INFO-101357 ... 500
10.170. Satellite Communications - T-ETIT-110672 ... 501
10.171. Schaltungstechnik in der Industrieelektronik - T-ETIT-100716 ... 502
10.172. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-benotet - T-ETIT-111529 ... 503
10.173. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-benotet - T-ETIT-111689 ... 504
10.174. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-benotet - T-ETIT-111688 ... 505
10.175. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-unbenotet - T-ETIT-111690 ... 506
10.176. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-unbenotet - T-ETIT-111533 ... 507
10.177. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-unbenotet - T-ETIT-111691 ... 508
10.178. Semiconductor Process Technologies - T-ETIT-110793 ... 509
10.179. Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik - T-ETIT-100962 ... 510
10.180. Seminar Batterien II - T-ETIT-110801 ... 511
10.181. Seminar Brennstoffzellen II - T-ETIT-110799 ... 512
10.182. Seminar Eingebettete Systeme - T-ETIT-100753 ... 513

10.183. Seminar Elektrokatalyse - T-ETIT-111256 ..... 514
10.184. Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik - T-ETIT-100713 ..... 515
10.185. Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting - T-ETIT-108344 ..... 516
10.186. Seminar on Applied Superconductivity - T-ETIT-111243 ..... 517
10.187. Seminar Project Management for Engineers - T-ETIT-100814 ..... 518
10.188. Seminar Projekt Management für Ingenieure - T-ETIT-108820 ..... 519
10.189. Seminar Radar and Communication Systems - T-ETIT-100736 ..... 520
10.190. Seminar Sensorik - T-ETIT-100707 ..... 521
10.191. Seminar Strategieableitung für Ingenieure - T-ETIT-111369 ..... 522
10.192. Seminar über Quantentechnologische Detektoren und Sensoren - T-ETIT-111235 ..... 523
10.193. Seminar Wir machen ein Patent - T-ETIT-100754 ..... 524
10.194. Sensoren - T-ETIT-101911 ..... 525
10.195. Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration - T-INFO-109911 ..... 526
10.196. Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik - T-ETIT-100747 ..... 527
10.197. SIL Entrepreneurship Projekt - T-WIWI-110166 ..... 528
10.198. Single-Photon Detectors - T-ETIT-108390 ..... 529
10.199. Software Engineering - T-ETIT-108347 ..... 530
10.200. Solar Energy - T-ETIT-100774 ..... 531
10.201. Space-Born Microwave Radiometry-Advanced Methods and Applications - T-ETIT-100810 ..... 532
10.202. Spaceborne Radar Remote Sensing - T-ETIT-106056 ..... 533
10.203. Stochastische Informationsverarbeitung - T-INFO-101366 ..... 534
10.204. Stromrichtersteuerungstechnik - T-ETIT-100717 ..... 535
10.205. Superconducting Materials - T-ETIT-111096 ..... 536
10.206. Superconducting Nanowire Detectors - T-ETIT-111236 ..... 537
10.207. Superconductivity for Engineers - T-ETIT-111239 ..... 538
10.208. Systems and Software Engineering - T-ETIT-100675 ..... 539
10.209. Systems Engineering for Automotive Electronics - T-ETIT-100677 ..... 540
10.210. Team Project: Sensors and Electronics - T-ETIT-111007 ..... 541
10.211. Technikethik - ARs ReflecTIonis - T-ETIT-111923 ..... 542
10.212. Technische Akustik - T-ETIT-104579 ..... 543
10.213. Technische Optik - T-ETIT-100804 ..... 544
10.214. Telematik - T-INFO-101338 ..... 545
10.215. Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld - T-ETIT-100811 ..... 546
10.216. Thermische Solarenergie - T-MACH-105225 ..... 547
10.217. TutorInnenprogramm - Start in die Lehre - T-ETIT-100797 ..... 548
10.218. Übungsschein Mensch-Maschine-Interaktion - T-INFO-106257 ..... 549
10.219. Ultraschall-Bildgebung - T-ETIT-100822 ..... 550
10.220. Verifizierte Numerische Methoden - T-ETIT-109184 ..... 551
10.221. Verteilte ereignisdiskrete Systeme - T-ETIT-100960 ..... 552
10.222. Visuelle Wahrnehmung im KFZ - T-ETIT-100777 ..... 553
10.223. Workshop Finite Elemente Methode in der Elektromagnetik - T-ETIT-100818 ..... 554

# 1 Einführung in das Modulhandbuch

## 1.1 Allgemeines

Rechtsgrundlage für den Studiengang und die Durchführung von Prüfungen ist die jeweils gültige **Studien- und Prüfungsordnung** (SPO).

Das Studium gliedert sich in Fächer. Jedes Fach wiederum ist in Module aufgeteilt. Jedes Modul besteht aus einer oder mehreren aufeinander bezogenen Teilleistungen, die durch eine Erfolgskontrolle abgeschlossen werden. Der Umfang jedes Moduls ist durch Leistungspunkte (LP) gekennzeichnet, die nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls im Studienablaufplan verbucht werden.

Die SPO definiert die Fächer, die dem Pflicht -und/oder dem Wahlpflichtbereich im Studiengang zugeordnet werden, und ihren Umfang.

Der **Pflichtbereich** umfasst den Teil des Studiengangs, der das studiengangspezifische Fachprofil ausmacht.

Der **Wahlpflichtbereich** dient der Profilschärfung oder -erweiterung und ermöglicht interdisziplinäre Kombinationen oder anwendungsorientierte Ergänzungen.

**Überfachliche Qualifikationen** sind Module mit einem überwiegend nicht-technischen Inhalt; diese müssen mit bewerteten Leistungspunkte-Nachweis erbracht werden. Die Module sind aus dem Lehrangebot des HOC und ZAK, Sprachenzentrum sowie aus Veranstaltungen der KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik oder anderer KIT-Fakultäten zu wählen.

Leistungen können im Modul „Überfachliche Qualifikationen“ durch die Studierenden selbst verbucht werden. Der Einstieg erfolgt für Studierende über den Menüpunkt „Prüfungsanmeldung und -abmeldung“, über welchen auch der Studienablaufplan erreichbar ist. Hier befindet sich ein neuer Reiter „ÜQ/SQ-Leistungen“, welcher die Liste der nicht zugeordneten eigenen Leistungen anzeigt.

Im Folgenden sind diese den Teilleistungen mit dem Titel "Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-..." passend zur Notenskala, benotet oder unbenotet, zuzuordnen. Titel und LP der Leistung werden automatisch übernommen.

Das **Modulhandbuch** beschreibt die zum Studiengang gehörigen Module. Dabei geht es ein auf:

- die Zusammensetzung der Module
- die Größe der Module (in LP)
- die Abhängigkeiten der Module untereinander
- die Qualifikationsziele der Module
- die Art der Erfolgskontrolle
- die Bildung der Note eines Modules

Das Modulhandbuch gibt somit die notwendige Orientierung im Studium. Über die Lehrveranstaltungen im Semester informiert Sie das **Vorlesungsverzeichnis**.

Alle Informationen rund um die rechtlichen Rahmenbedingungen des Studiums finden Sie in der jeweiligen **Studien- und Prüfungsordnung** Ihres Studiengangs.

## 1.2 Hinweise zu Modulen und Teilleistungen

**Level-Angabe bei den Modulen**

Level 1 = 1. + 2. Semester Bachelor
Level 2 = 3. + 4. Semester Bachelor
Level 3 = 5. + 6. Semester Bachelor
Level 4 = Master

**Modul- und Teilleistungsversion**

Die Angabe gibt Auskunft über die aktuell gültige Version des Moduls oder der Teilleistung. Eine neue Version wird z.B. erzeugt, wenn im Modul oder der Teilleistung eine Anpassung der LP durchgeführt wurde. Sie erhalten jeweils automatisch die gültige Version in ihrem Studienablaufplan. Wenn Sie ein Modul bereits begonnen haben, können Sie das Modul in der begonnenen Version abschließen (Bestandsschutz).

**Teilleistungsart**

Beschreibt die Art der Erfolgskontrolle gemäß § 4 SPO ETIT. Erfolgskontrollen gliedern sich in Studien- oder Prüfungsleistungen.

**Prüfungsleistungen** sind benotete

1. schriftliche Prüfungen,
2. mündliche Prüfungen oder
3. Prüfungsleistungen anderer Art

**Studienleistungen** sind unbenotete schriftliche, mündliche oder praktische Leistungen, die von den Studierenden in der Regel lehrveranstaltungsbegleitend erbracht werden.

**Lehrveranstaltungen**

Im Kapitel „Teilleistungen“ werden die zugehörigen Lehrveranstaltungen aus dem aktuellen Semester und aus dem vorhergehenden Semester tabellarisch dargestellt. Für Module die nicht jedes Semester angeboten werden, erhalten Sie somit vollständige Angaben zu den zugehörigen Lehrveranstaltungen.

## 1.3 Anmeldung und Zulassung zu Modulprüfungen

Um an den Modulprüfungen teilnehmen zu können, müssen sich die Studierenden online im **Studierendenportal** zu der jeweiligen Prüfung anmelden.

In Ausnahmefällen kann eine Anmeldung schriftlich im Studierendenservice oder in einer anderen, vom Studierendenservice autorisierten Einrichtung erfolgen. Für die Erfolgskontrollen können durch die Prüfenden Anmeldefristen festgelegt werden.

Sofern Wahlmöglichkeiten bestehen, geben Studierende mit der Anmeldung zur Prüfung eine bindende Erklärung über die Modulwahl ab. Auf Antrag des/der Studierenden an den Prüfungsausschuss kann die Wahl oder die Zuordnung nachträglich geändert werden.

Jedes Modul und jede Erfolgskontrolle darf in demselben Studiengang nur einmal gewertet werden.

Eine Prüfungsleistung ist bestanden, wenn die Note mindestens „ausreichend“ (4,0) ist. Ein Modul ist bestanden, wenn alle erforderlichen Teilleistungen bestanden sind.

# V Vertiefungsrichtungen der Elektrotechnik und Informationstechnik

**Konzept**
Zur Spezialisierung stehen im Masterstudium der Elektrotechnik und Informationstechnik unterschiedliche Vertiefungsrichtungen (VR) zur Wahl, die die Kompetenzen und Anwendungsfelder des gesamten Studiengangs abdecken. Die Inhalte der Vertiefungsrichtungen werden auf den folgenden Seiten detailliert beschrieben. Aufgrund der teilweisen Überlappung der VR muss die Entscheidung für eine VR nicht direkt bei Studienbeginn erfolgen, sondern kann sukzessive bis vor Beginn der Masterarbeit konkretisiert werden.

**Studienaufbau der Vertiefungsrichtung**
Die Masterprüfung besteht aus den Modulprüfungen der Vertiefungsrichtung (69 LP), dem Modul Masterarbeit (30 LP) und dem Berufspraktikum (15 LP), außerdem Überfachlichen Qualifikationen im Umfang von mindestens 6 LP.

**Modulauswahl und Fachstudienberatung**
Die Festlegung der Wahlmodule im Wahlpflichtbereich der Vertiefungsrichtung muss im Individuellen Studienplan festgehalten und von einem Studienberater oder einer Studienberaterin unterzeichnet werden.
Im Bereich der wählbaren Module können max. 1 Praktikum im Umfang von 6 LP **oder** 2 Workshops im Umfang von je 3 LP belegt werden.

**Sprache**
Vertiefungsrichtungen, die mit „Deutsch“ gekennzeichnet sind, enthalten sowohl Module in deutscher als auch in englischer Sprache.
Vertiefungsrichtungen, die mit „Englisch“ gekennzeichnet sind, können zu 100% in englischer Sprache studiert werden.

**Ansprechpartner*innen**
Die Studienberater*innen helfen bei inhaltlichen Fragen zu den Vertiefungsrichtungen und der Zusammensetzung des Individuellen Studienplans weiter. Auch die für die jeweilige Vertiefungsrichtung verantwortlichen Professor*innen stehen als Ansprechpartner*innen zur Verfügung.

**Liste der Vertiefungsrichtungen**
Folgende Vertiefungsrichtungen können gewählt werden:

| Index | Titel | Sprache |
|---|---|---|
| 2 | Signalverarbeitung | Deutsch |
| 3 | Biomedizinische Technik | Deutsch |
| 4 | Elektromobilität | Deutsch |
| 5 | Regelungs- und Steuerungstechnik | Deutsch |
| 6 | Elektrische Antriebe und Leistungselektronik | Deutsch |
| 7 | Adaptronik | Deutsch |
| 8 | Information und Automation | Deutsch |
| 9 | Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik | Deutsch |
| 10 | Optische Technologien | Deutsch |
| 11 | Hochfrequenztechnik | Deutsch |
| 12 | Photonics (ehemals Optische Kommunikationstechnik) | *Englisch* |
| 13 | Systems Engineering | Deutsch |
| 14 | Nachrichtensysteme | Deutsch |
| 15 | Mikro- und Nanoelektronik | Deutsch |
| 16 | Kommunikationstechnik | Deutsch |
| 17 | Information and Communication | *Englisch* |
| 18 | Regenerative Energien | Deutsch |
| 19 | Ausrüstungssysteme der Luft- und Raumfahrt | Deutsch |
| 21 | System-on-Chip | Deutsch |
| 22 | Mikro-, Nano-, Optoelektronik | Deutsch |
| 23 | Elektrische Energiesysteme und Energiewirtschaft | Deutsch |

# V Vertiefungsrichtung 2: Signalverarbeitung

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Fachstudienberatung:** M.Sc. Lanxio Li

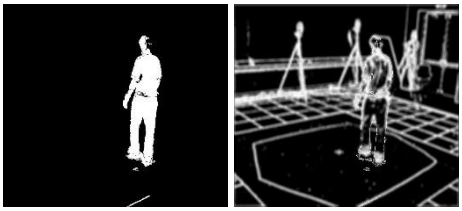
**Sprache**
Deutsch

| Institute |
| --- |
| Institut für Industrielle Informationstechnik (IIIT) |

**Kurz und knapp**
Die Gewinnung und Verarbeitung von Informationen über zugrundeliegende Systeme oder ihre Umgebungen ist in vielen technischen Anwendungen eine essentielle Aufgabe. Vor allem durch die stetig steigende Leistungsfähigkeit moderner Digitalrechner bieten sich hierbei immer mächtigere Methoden aus den Bereichen Messtechnik und Signalverarbeitung an. Die Konzentration gewonnener Information in wenige entscheidende Merkmale ist dabei oftmals ein interessanter Aspekt, ebenso wie die Informationsübertragung auch unter widrigen Umständen.

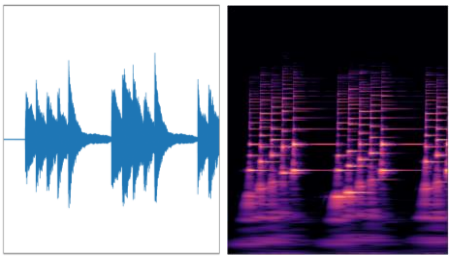
**Anwendungsfelder**
Die methodisch orientierten, technologieunabhängigen Inhalte der Vertiefungsrichtung *Signalverarbeitung* eröffnen eine breite Vielfalt an Tätigkeitsfeldern.
Dazu gehören unter anderem:

- Medizintechnik
- Kommunikationsindustrie
- Verfahrenstechnik
- Automobilindustrie
- Sicherheitstechnik
- Informationstechnik
- Robotik
- Energietechnik



Die Kombination von Grundlagen und Anwendungsschwerpunkten ermöglicht es, den Absolventen vielseitig anwendbare Werkzeuge an die Hand zu geben, um auch komplexe technische Systeme modellieren und entwerfen zu können. So wird das Wissen vermittelt, das von Industrieunternehmen und Technologiekonzernen gefordert wird.

**Inhalte und Hintergründe**
Zur Erfüllung der angestrebten Funktionalität ist in den meisten technischen Systemen zunächst eine Datengewinnung und eine daran anschließende anwendungsabhängige Signalverarbeitung nötig, um Informationen über relevante Systemeigenschaften zu extrahieren. Bei verteilten Systemen gewinnt auch eine sichere Kommunikation zwischen den einzelnen Teilsystemen eine immer größere Bedeutung.



Der Grundlagenbereich setzt sich aus den Fächern *Messtechnik*, *Modellbildung und Identifikation* und *Inforaionsusion* zuammen. Dabei werden in *Messtechnik* die notwendigen stochastischen sowie schätztheoretischen Grundlagen vermittelt. Die Fähigkeiten zur Fusion verschiedener Techniken der Signalverarbeitung werden in *Informationsfusion* vermittelt. Abgerundet wird der Bereich durch das Modul *Modellbildung und Identifikation*, welches die grundlegenden Techniken zur Modellierung von unbekannten Systemen behandelt. Die Vertiefungsrichtung spannt einen breiten Bereich der verschiedenen Modellierungstechniken, Signalverarbeitungsmethoden und deren Anwendungsgebiete auf. Zur praktischen Vertiefung des erlernten Wissens ist außerdem eines der Module *Praktikum Digitale Signalverarbeitung* oder *Praktikum Mechatronische Messsysteme* auszuwählen.

Im Rahmen des Wahlbereichs können individuelle Schwerpunkte auf spezifische Anwendungsfelder gelegt oder weitere Themengebiete erschlossen werden.

# V Vertiefungsrichtung 3: Biomedizinische Technik

**Verantwortung:** Prof. Dr. rer. nat. Olaf Dössel
Prof. Dr. rer. nat. Werner Nahm
**Fachstudienberatung:** Dr.-Ing. Axel Loewe
Prof. Dr. rer. nat. Olaf Dössel

**Sprache**
Deutsch

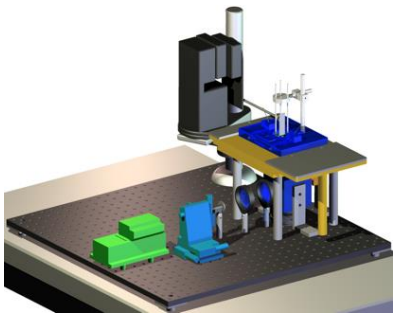
| Institute |
| --- |
| Institut für Biomedizinische Technik (IBT) |

**Kurz und knapp**
Medizintechnik heisst (zugegeben etwas plakativ) Geräte, Systeme und Software entwickeln, die kranken Menschen nützen oder helfen Menschen gesund zu halten. Wir wollen Krankheiten früher erkennen, besser behandeln, genauer überwachen, sicherer vorbeugen oder das Leben eines Kranken bzw. Behinderten erleichtern, indem wir die Methoden der Ingenieurwissenschaften anwenden und weiterentwickeln.

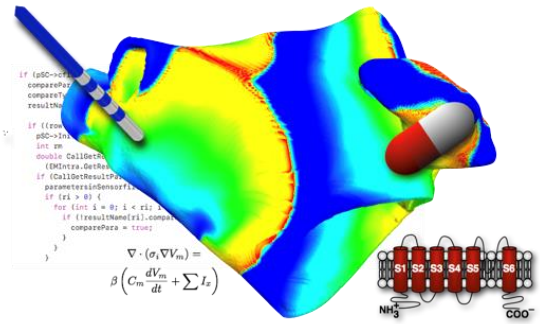
**Anwendungsfelder**

- Anwendung ingenieurwissenschaftlicher Methoden im medizinischen Umfeld in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Ärzten.
- Geräte, Systeme und Software entwickeln, die kranken Menschen nützen oder helfen gesund zu halten
- Krankheiten früher erkennen, besser behandeln, genauer überwachen, sicherer vorbeugen oder die Lebensqualität eines Kranken bzw. Menschen mit Behinderung verbessern.
- Mit über 12.000 Medizintechnik-Unternehmen un 189.000 Mitarbeitern ist Deutschland weltweit drittgrößter Produzent von Medizintechnik: überdurchschnittloch hoher Forschungsanteil; konstantes, relativ krissenfestes Wachstum von ca. 10% jährlich.

**Inhalte und Hintergründe**
In den festen Fächern lernen Sie, wie z. B. ein Elektrokardiographie-System (EKG) oder ein Magnetresonanz-Tomograph (MRT) funktioniert. Mit dem Basiswissen der Physiologie wird die Brücke zur Medizin geschlagen. Das Laborpraktikum sorgt für die nötige "hands-on experience". Im Wahlbereich fokussieren Sie sich auf ein bis zwei methodische Schwerpunkte Ihrer Wahl. Den Wahlbereich sollten Sie nutzen, um sich ein solides Methodenportfolio in dem Bereich zuzulegen, den Sie später in der Medizintechnik anwenden möchten (z.B. Signalverarbeitung, Bildverarbeitung, maschinelles Lernen, Regelungstechnik, Software Engineering, Schaltungsentwicklung, Mikrosysteme, Robotik, Sensorik, Simulation & Modellierung, Optik...). Neben speziellen Kompetenzen können Sie so tiefere Einblicke in die Biomedizinische Technik erlangen.



Besonders interessant an dieser Vertiefungsrichtung ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Medizinern einerseits und Entwicklern aus der Industrie andererseits. Unterschiedliche Sprech- und Denkweisen sind zu überbrücken. Wer das während der Bachelor- oder Masterarbeit bei uns gelernt hat, hat in den meisten Fällen nicht nur einen wissenschaftlichen Erfolg erzielt, sondern auch gleichzeitig eine ganz wichtige Erfahrung für das Berufsleben gesammelt.



# V Vertiefungsrichtung 4: Elektromobilität

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer
Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Prof. Dr. Ulrike Krewer
Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann

**Fachstudienberatung:** Dr.-Ing. Andre Weber, Dr.-Ing. Wolfgang Menesklou
M.Sc. Simon Foitzik
Prof. h.c. Dr.-Ing. Mathias Kluwe
Dr.-Ing. Bernd Hoferer

**Sprache**
Deutsch

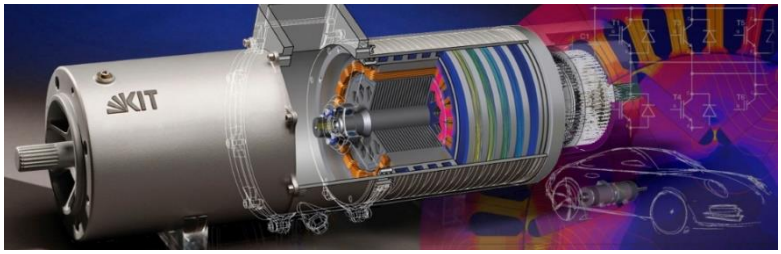
| Institute |
|---|
| Elektrotechnisches Institut (ETI) |
| Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH) |
| Institut für Angewandte Materialien - Elektrochemische Energiewandlung und Speichersysteme (IAM-EES) |
| Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme (IRS) |

**Kurz und knapp**
Der Marktanteil von Elektrofahrzeugen wird zukünftig signifikant steigen. Damit sich Elektrofahrzeuge in weiten Anwendungsbereichen durchsetzen können, sind noch viele Fragestellungen auf dem Gebiet der Fahrzeugkonzepte und Antriebskomponenten zu lösen. Neben den Fahrzeugen stellen auch die Energieversorgung und eine flächendeckende Ladeinfrastruktur wesentliche Herausforderung für das Gelingen einer nachhaltigen Verkehrswende dar.

**Anwendungsfelder**
Neben Pkws werden zunehmend auch die Antriebsstränge von Bussen und Lkws hybridisiert und elektrifiziert. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf diesem Gebiet beschäftigen sich mit den Komponenten des elektrischen Antriebsstrangs:

- Batterien und Brennstoffzellen,
- Batteriemanagement,
- Leistungselektronik für den Antrieb und das Laden der Batterie einschließlich Ladesäulen,
- Regelung der Energieflüsse in Leistungselektronik und Motoren,
- rotierende elektrische Maschinen.

Neben dem vollelektrischen Antriebsstrang spielen auch hybride Antriebs- und Fahrzeugkonzepte eine wesentliche Rolle. Elektrische Antriebe müssen in diesem Umfeld ganz neuartigen Anforderungen genügen.
Ein wesentlicher Bestandteil von elektrifizierten Fahrzeugen sind auch die elektrischen Nebenaggregate, zum Beispiel Klimakompressoren, ABS-Pumpe, Ölpumpe, Servolenkung usw.
Die deutsche Automobilindustrie und ihre Zulieferer werden zukünftig große Anstrengungen unternehmen müssen, um ihre herausragende weltweite Stellung auch im Mobilitätsmarkt der Zukunft zu halten. Hierzu sind neue Kompetenzen und Fähigkeitsprofile in der Hochschulausbildung sowie bei der Forschungskooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft notwendig. Die enge Verzahnung von Forschung und Lehre am KIT ist die treibende Kraft für die Neugestaltung von Lerninhalten, womit den Studierenden eine adäquate Ausbildung für ein Arbeiten in der aktuellen Forschung und Entwicklung gesichert wird.




**Inhalte und Hintergründe**
Das Ziel dieser Vertiefungsrichtung ist die Vorbereitung der Studierenden auf die Anforderungen des hochdynamischen und komplexen Arbeitsfeldes Elektromobilität, auf dem sich eine große Anzahl an Firmen und Forschungseinrichtungen mit vielfältigen Schwerpunkten betätigen. Die Vertiefungsrichtung Elektromobilität bündelt daher die Kompetenzen unterschiedlicher Institute am KIT. Die Grundlagenausbildung im Bachelor-Studiengang und die Vorlesungen und Praktika in der Master-Vertiefungsrichtung Elektromobilität befähigen Sie, sich schnell und erfolgreich in diese interdisziplinäre Thematik einzuarbeiten. Die Pflichtvorlesungen der Vertiefungsrichtung decken die verschiedenen Aspekte der Elektromobilität ab:

- Batterien und Brennstoffzellen als Energiespeicher und -wandler (IAM-EES),
- Komponenten und Systeme der Leistungselektronik sowie Vorlesungen zu Elektromotoren (ETI),
- der Aufbau einer Infrastruktur zur Energieversorgung (IEH),
- die Optimierung/Regelung von Antriebssystemen (IRS) und nicht zuletzt
- die Fahrzeugtechnik (IFFMA).

Bei der Zusammenstellung der wählbaren Vertiefungsrichtungsfächer können Sie selbst entscheiden, wo Sie Ihr Wissen weiter vertiefen oder sich in zusätzliche Themenbereiche einarbeiten wollen. Grundlagenkenntnisse in den Bereichen Management und Betriebswirtschaft runden Ihr Profil ab.

# V Vertiefungsrichtung 5: Regelungs- und Steuerungstechnik

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Fachstudienberatung:** Prof. h.c. Dr.-Ing. Mathias Kluwe

**Sprache**
Deutsch

| **Institute** |
| --- |
| Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme (IRS) |

**Kurz und knapp**
Regelungs- und Steuerungstechnik ist zentraler und unverzichtbarer Bestandteil nahezu aller technischen Prozesse. Ihr Ziel besteht darin, diese Prozesse zu beschreiben, zu analysieren und zu beeinflussen, um ihnen ein gewünschtes funktionales Verhalten aufzuprägen und sie damit z.B. energieeffizienter, kostengünstiger oder sicherer zu gestalten.

**Anwendungsfelder**
Durch ihren Charakter als systemische Querschnittsdisziplin eröffnet das Studium der Regelungs- und Steuerungstechnik den Absolventen ein überaus breites Spektrum an möglichen Anwendungsfeldern, die sogar weit über rein technische Einsatzgebiete hinausgehen. Hierzu gehören exemplarisch:

- Antriebstechnik
- Automatisierungstechnik
- Automobiltechnik
- Energietechnik
- Fertigungstechnik
- Luft- und Raumfahrttechnik
- Mechatronik
- Medizintechnik
- Robotik
- Verfahrenstechnik

Durch diese Vielzahl wird deutlich, dass es dabei nicht auf die speziell betrachtete Anwendung ankommt: die Regelungs- und Steuerungstechnik liefert vielmehr universelle Methoden zur Modellierung, Analyse und Synthese von Systemen jedwelcher Art. In der späteren Berufswelt sind die Absolventen damit nicht nur für die konkrete technische Lösung einer spezifischen Automatisierungsaufgabe zuständig, sondern sind aufgrund ihrer systemischen Ausbildung vielfach verantwortlich für das Gesamtprojekt.

**Inhalte und Hintergründe**
Die Vertiefungsrichtung „Regelungs- und Steuerungstechnik“ vermittelt den Studierenden im Pflichtbereich der Vertiefungsrichtung methodische Kernkompetenzen der Automatisierungstechnik, die deren Grundlagenwissen zur Systemdynamik und Regelungstechnik aus dem Bachelorstudium systematisch erweitern.

Dies umfasst etwa vertiefende Lehrveranstaltungen zur Modellbildung und Identifikation, zur Optimierung dynamischer Systeme oder zur Regelung von Mehrgrößensystemen. Darauf aufbauend werden den Studierenden dann nichtlineare und robuste Regelungssysteme sowie optimale Schätzverfahren vermittelt. Diese fachspezifischen methodischen Inhalte werden flankiert durch praktische Lehrformate zur konkreten Anwendung der erworbenen Kenntnisse unter Umsetzung an realen Laboranlagen. Als wichtige Ergänzung in Richtung einer kompletten Automatisierungslösung dienen weitere Lehrveranstaltungen zu Messtechnik, Signalverarbeitung, Numerik und Systementwurf.

Der Pflichtbereich lässt sich dann in enger Absprache mit dem Fachstudienberater im Wahlbereich der Vertiefungsrichtung zielgerichtet gemäß den individuellen Interessen der Studierenden erweitern. Dies stellt zum einen den konkreten Bezug zu den oben genannten möglichen Anwendungsfeldern her, zum anderen lassen sich hier weitere methodische oder anwendungsorientierte Inhalte auch aus angrenzenden Gebieten wie Informatik oder Maschinenbau ergänzen, um eine im Sinne der Interdisziplinarität sinnvolle inhaltliche Studienbreite und –tiefe zu erreichen.

# V Vertiefungsrichtung 6: Elektrische Antriebe und Leistungselektronik

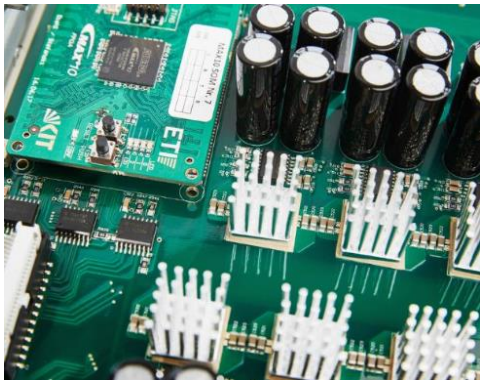
**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer
**Fachstudienberatung:** M.Sc. Simon Foitzik

**Sprache**
Deutsch

| Institute |
|---|
| Elektrotechnisches Institut (ETI) |

**Kurz und knapp**
Die Leistungselektronik und elektrische Antriebstechnik sind wesentliche Schlüsseltechnologien für die zukünftige Energieversorgung und Elektromobilität. Über Leistungselektronik werden alle regenerativen Energiequellen oder Batteriespeicher in das elektrische Netz integriert. Zusammen mit den elektrischen Maschinen bildet die Leistungselektronik die Grundlage für effiziente Antriebssysteme in mobilen und industriellen Anwendungen.

**Anwendungsfelder**




Die Elektrische Antriebstechnik und Leistungselektronik werden in zahlreichen Anwendungsfeldern eingesetzt:
- Regenerative Energien (Photovoltaik, Wind),
- Elektromobilität (Antriebe, Ladesäulen),
- Energieverteilung (HGÜ),
- Energiespeicherung (Batterien),
- Energieumwandlung (Power-to-X, Elektrolyse, Brennstoff-zellen),
- Industrieantriebe.

In allen Anwendungen rückt auch die Digitalisierung zunehmend in den Fokus. Themen wie Condition Monitoring und Preventive Maintenance zur Erhöhung der Verfügbarkeit und die Einbindung der Anlagen in Cloud-basierte Dienstleistungen gewinnen an Bedeutung.
Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung 6 sind für den Einsatz in Forschung und Entwicklung, aber auch in der Projektleitung, im Produktmanagement, technischen Vertrieb, Projektierung, Fertigung oder Inbetriebsetzung qualifiziert. Die Nachfrage nach Antriebstechnikern und Leistungselektronik-Experten ist gerade im Zuge der „Elektrifizierung“ vieler klassischer Anwendungsfelder, z.B. in der Automobilindustrie sehr hoch. Mögliche Arbeitgeber finden sich in der Elektrotechnischen Industrie, bei den Automobilherstellern und –zulieferern, in Energieversorgungsunternehmen sowie in Ingenieurbüros und Forschungseinrichtungen. Der besondere Reiz dieses Studienschwerpunkts besteht in der Verbindung klassischer Bereiche der Elektrotechnik mit der Informationstechnik. Den Absolventen wird das Wissen vermittelt, um an innovativen und umweltfreundlichen Lösungen für die Zukunftsbereiche Mobilität, Energie und Produktion mitwirken zu können.

**Inhalte und Hintergründe**

Der sichere, wirtschaftliche und umweltschonende Umgang mit Energie ist eine der wesentlichen Herausforderungen der kommenden Jahre. Eine besondere Rolle spielt hierbei die elektrische Energie, da sie für fast alle wichtigen Anwendungen die optimal übertragbare, speicherbare und steuerbare Energieform darstellt. Mobilitätslösungen, Ladeinfrastrukturen, Regenerative Energien, Energiespeicher, Datencenter, überall sind elektrische Antriebe und Leistungselektronik entscheidende Schlüsseltechnologien zur Umformung elektrischer Energie. Durch den Einsatz von leistungsfähigen Signalverarbeitungs-systemen entstehen intelligente Produkte und Systemlösungen für Elektrofahrzeuge und Züge, elektrische Flugzeuge und Schiffe, Wind- und Solarkraftwerke, Batteriespeicher, Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungen, aber auch für Roboter und viele weitere Industrieanwendungen. Die für Planung, Entwicklung und Anwendung dieser Technologien notwendigen Kenntnisse werden in der Vertiefungsrichtung Elektrische Antriebe und Leistungselektronik vermittelt. Um auch komplexe Systeme effizient und zuverlässig auslegen zu können, spielen umfangreiche Systemkompetenzen eine wichtige Rolle.
Die Kombination aus der Grundlagenausbildung im Bachelor-Studiengang mit den Vorlesungen und Praktika in der Vertiefungsrichtung Elektrische Antriebe und Leistungselektronik ermöglichen Ihnen, sich schnell und erfolgreich in diese interdisziplinäre Thematik einzuarbeiten. Bei der Zusammenstellung der Module im Wahlbereich können Sie selbst entscheiden, wo Sie Ihr Wissen weiter vertiefen oder sich in zusätzliche Themenbereiche einarbeiten wollen. Grundlagenkenntnisse in den Bereichen Management und Betriebswirtschaft runden Ihr Profil ab.

# V Vertiefungsrichtung 8: Information und Automation

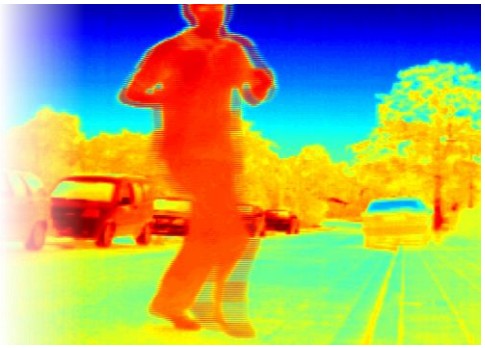
**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Fachstudienberatung:** Prof. h.c. Dr.-Ing. Mathias Kluwe
Dr.-Ing. Armin Teltschik
M.Sc. Lanxio Li

**Sprache**
Deutsch

| **Institute** |
|---|
| Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme (IRS) |
| Institut für Industrielle Informationstechnik (IIIT) |

**Kurz und knapp**
Zur Beherrschung komplexer technischer Prozesse werden neben Verfahren zur Automatisierung immer stärker informationsbasierte Komponenten, etwa zur Prozessüberwachung oder zur Adaption an die Betriebsumgebung erforderlich. Hierzu bedarf es entsprechend leistungsfähiger Ansätze der Informationstechnik, durch die neue Anwendungs- und Forschungsbereiche moderner Automatisierungseinrichtungen erschlossen werden.

**Anwendungsfelder**
Durch die gezielte Symbiose informations- und automatisierungstechnischer Inhalte eröffnet sich den Studierenden der Vertiefungsrichtung „Information und Automation“ ein äußerst breites Feld späterer möglicher Anwendungen. Typische Beispiele für solche Einsatzgebiete sind:



- Antriebstechnik
- Automatisierungstechnik
- Automobiltechnik
- Energietechnik
- Fertigungstechnik
- Luft- und Raumfahrttechnik
- Mechatronik
- Medizintechnik
- Robotik

Die integrierte Vermittlung sowohl von Verfahren mit regelungs- und steuerungstechnischem Hintergrund als auch von Methoden aus dem Bereich Messtechnik und Signalverarbeitung stellt sicher, dass die Absolventen der Vertiefungsrichtung für die vielfältigen Aufgaben zur informationsbasierten Automatisierung intelligenter Systemen umfassend vorbereitet sind.

**Inhalte und Hintergründe**
Der Pflichtbereich der Vertiefungsrichtung „Information und Automation“ hat das Ziel, die im Bachelorstudium erworbenen Grundlagenkenntnisse der Studierenden anhand von weiterführenden informations- und automatisierungstechnischen Lehrinhalten zu erweitern und zu vertiefen.

Das Angebot umfasst zentrale Lehrveranstaltungen sowohl zu Messtechnik und Signalverarbeitung als auch zu Systemoptimierung und Mehrgrößenregelung. Hinzu kommen als wichtige Ergänzung in Richtung einer unfassenden Automatisierung weitere Lehrinhalte zu Sensorik, Informationsfusion, Numerik, Systems Engineering, ereignisdiskreten Prozessen sowie Navigationssystemen. Zum Aufbau einer entsprechenden Anwendungskompetenz werden die in erster Linie methodischen Inhalte durch eine Auswahl an möglichen praktischen Lehrveranstaltungen komplettiert.

Der Pflichtbereich lässt sich dann in enger Absprache mit einem der Fachstudienberater im Wahlbereich der Vertiefungsrichtung noch je nach den individuellen Interessenlagen der Studierenden ergänzen. Dadurch gelingt es einerseits, eines oder mehrere der oben genannten Anwendungsfelder in Hinblick auf das gewünschte spätere Berufsumfeld zu adressieren. Darüber hinaus ist hier ebenfalls die Integration weiterführender Lehrinhalte auch aus angrenzenden Disziplinen wie der Informatik und/oder dem Maschinenbau möglich.

# V Vertiefungsrichtung 9: Elektroenergiesys. u. Hochspannungstechnik

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Fachstudienberatung:** Dr.-Ing. Bernd Hoferer

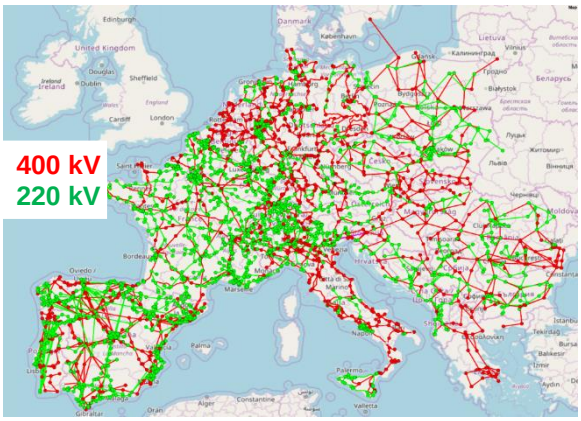
**Sprache**
Deutsch

| **Institute** |
| --- |
| Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik |

**Kurz und knapp**
Zur Erreichung der Klimaziele und damit letztlich zur Verringerung des $CO_2$-Ausstosses ist eine nahezu 100%ige Nutzung regenerativer Energien in Verbindung mit einem hohen Maß an Energieeffizienz notwendig. Die Neugestaltung des gesamten Energiesystems betrifft nicht nur die elektrische Energieerzeugung sondern auch das Energienetz. Im Mittelpunkt stehen dabei intelligente Verfahren zur Betriebsführung der Netze, der Einsatz neuer Technologien im elektrischen Netz (z.B. DC-Netze), die Flexibilisierung der Netze durch Speicher und steuerbare Verbraucher sowie die Kopplung der Energienetze Strom, Gas und Wärme im Sinne einer ganzheitlichen Optimierung.

**Anwendungsfelder**
Durch die breite Aufstellung im Bereich der elektrischen Energietechnik in Verbindung mit der Leistungselektronik und Regelungstechnik eröffnen sich folgende Anwendungsfelder:

- Elektrische Energienetze bei Netzbetreibern und Industrie
- Sektorengekoppelte Energienetze (Strom/Gas/Wärme)
- Systeme und Betriebsmittel für elektrische Netze (z. B. Netzbetriebsmittel, Stromrichter, HGÜ, Speicher)
- Regenerative Energiesysteme
- Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität
- Energiesysteme in Fahrzeugen und Flugzeugen




Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung 9 finden attraktive Arbeitsplätze bei Energieversorgungsunternehmen, der herstellenden, meist international agierenden mittelständischen Industrie und Großindustrie sowie bei Engineering-Dienstleistungsunternehmen in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Projektierung und Projektleitung, Produktherstellung und –management oder dem technischen Vertrieb. Es ist von einer hohen und nachhaltigen Nachfrage nach Ingenieuren mit der Vertiefungsrichtung 9 auszugehen, da die Energiewende heute und auch in der Zukunft spannende und herausforderne Aufgaben bereithalten wird. Der besondere Reiz dieser Aufgaben liegt einerseits in der Möglichkeit, an den klimapolitischen Themen direkt mitarbeiten zu können, andererseits aber auch in der Verbindung der elektrischen Energietechnik mit vielen anderen Bereichen der Elektrotechnik und Informationstechnik und angrenzenden Disziplinen wie z. B. Verfahrenstechnik und Maschinenbau, wenn man an das Thema sektorengekoppelte Energienetze (Power-to-X) denkt.

**Inhalte und Hintergründe**
Die Grundlagen vermitteln Kenntnisse in der numerischen Simulation und den für die Vertiefungsrichtung wichtigen Themen Messtechnik und Optimierung.

Im Pflichtbereich finden sich die wesentlichen Inhalte der elektrischen Energietechnik: die elektrischen Energienetze und ihre Berechnung sowie die Technologien zur Energieübertragung und Netzregelung. Ohne die Hochspannungstechnik ist eine Übertragung hoher elektrischen Leistungen nicht möglich, dazu gehört auch die Prüfung von Netzkomponenten mit Hochspannung. Ergänzt wird dies durch die Leistungselektronik und insbesondere die für Energieanwendungen wichtigen Hochleistungsstromrichter.

Idealerweise würde man dieses Angebot im Wahlbereich mit Lehrveranstaltungen aus der Regelungstechnik, der Signalverarbeitung und der Energiewirtschaft abrunden.

Der Fokus dieser Vertiefungsrichtung reicht dabei vom systemischen Verständnis des gesamten Energiesystems bis zu Detailkenntnissen wichtiger Netzbetriebsmittel. In der Vertiefungsrichtung werden darüber hinaus Kenntnisse über Simulationswerkzeuge und -verfahren sowie Simulationsmodelle vermittel.

# V Vertiefungsrichtung 10: Optische Technologien

**Verantwortung:** Prof. Dr. Uli Lemmer
Prof. Dr. Cornelius Neumann
Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Fachstudienberatung:** M.Sc. Jan Feßler

**Sprache**
Deutsch

| **Institute** |
|---|
| Lichttechnisches Institut (LTI) |
| Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) |

**Kurz und knapp**
Optische Technologien spielen eine zentrale Rolle in nahezu allen Bereichen des täglichen Lebens: Energieeffiziente Lichttechnik, Photovoltaik, laserbasierte Materialbearbeitung in der industriellen Fertigung, optische Sensorik und optische Nachrichtentechnik sowie die Displaytechnik sind nur einige Beispiele für optische Technologien, die eine zentrale Bedeutung für die moderne Industriegesellschaft haben.

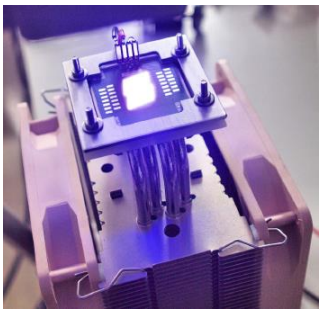
**Anwendungsfelder**
Die Optischen Technologien sind eine Schlüsseltechnologie für viele Anwendungsfelder.

Beispiele sind:
- Automobile und Allgemeine Lichttechnik
- Displaytechnik
- Optische Messtechnik und Automatisierungstechnik
- Industrielle Lasertechnik
- Mikrosystemtechnik
- Photovoltaik
- Biomedizinische Technik

Foto: KIT

Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung 10 arbeiten z. B. in der Automobilindustrie, im Bereich der optoelektronischen Bauelemente, in der Mikrosystemtechnik, aber auch in der Chemischen Industrie und in Unternehmensberatungen.

**Inhalte und Hintergründe**
Offensichtlich handelt es sich bei den optischen Technologien um ein sehr breites und diverses Feld von Anwendungen, in denen es um die Erzeugung, die Übertragung, die Messung und generell die Nutzbarmachung von Licht geht. Die Märkte sind gigantisch und übertreffen bereits schon jetzt die der Halbleiterelektronik: Zurzeit werden weltweit insgesamt 500 Milliarden Dollar im Bereich der Optischen Technologien umgesetzt, für das Jahr 2024 sind Steigerungen auf über 750 Milliarden Euro prognostiziert.



Die Vertiefungsrichtung 10 vermittelt eine breite Ausbildung in diesem Bereich und bereitet die Studierenden auf die vielfältigen beruflichen Möglichkeiten rund um die optischen Technologien vor. Hierbei ergeben sich umfangreiche Wahlmöglichkeiten von der mathematisch anspruchsvollen Modellierung und Auslegung über die Realisierung und Systemintegration von komplexen optischen Systemen bis zur Leistungselektronik bei Hochleistungslampensystemen.

# V Vertiefungsrichtung 11: Hochfrequenztechnik

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmed Cagri Ulusoy
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Fachstudienberatung:** Dr.-Ing Mario Pauli

**Sprache**
Deutsch

| **Institute** |
|---|
| Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik (IHE) |
| Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik (IHM) |

**Kurz und knapp**
Hochfrequenztechnik (HF) ist die Grundlage aller Funk- und Radarsysteme. Dazu gehören beispielhaft der Mobil- und Satellitenfunk, das Abstandswarnradar und das „Internet-of-Things (IoT)“. Zur Hochfrequenztechnik gehört auch die Nutzung der elektromagnetischen Wellen in der Beschleunigertechnologie, Industrie und Kernfusion.

**Anwendungsfelder**
Die Hochfrequenztechnik ist eine Schlüsseltechnologie mit folgenden Anwendungsfeldern:

- Automobilindustrie
- Kommunikationstechnik
- Luft- und Raumfahrt
- Automatisierungstechnik
- Medizintechnik
- Messtechnik
- Industrielle Materialprozesstechnik
- Beschleunigertechnologien
- Plasmaheizung für die Kernfusion

*1: Foto Markus Breig , KIT*

Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung 11 qualifizieren sich für die Forschung und Entwicklung, aber auch für den technischen Vertrieb und die Projektleitung.

**Inhalte und Hintergründe**
Im Automobilbereich ist momentan vor allem die rasante Entwicklung radarbasierter Fahrerassistenzsysteme ein Technologietreiber. Mittlerweile sind Assistenzsysteme auf dem Markt erfolgreich etabliert, sodass in den nächsten Jahren ein immenses Wachstum in diesem Bereich zu erwarten ist. Hierbei werden Frequenzen verwendet, bei denen die Wellenlänge des Radars im Millimeterwellenbereich (ca. 30 – 300 GHz) liegt.

*2: Foto KIT*

Zukünftige Millimeterwellensysteme für Radaranwendungen und Kommunikation werden komplette System-on-Chip Lösungen sein, die neben der Hochfrequenzarchitektur auch die Antenne auf dem Chip realisiert haben werden. Namhafte Unternehmen wie Bosch, Continental, Valeo, Hella und weitere Automobilzulieferer haben ein ausgeprägtes Interesse an diesem Thema. Auch in der Automatisierungstechnik, der Robotik und im Maschinenbau hält die Radarsensorik verstärkt Einzug. Mit der Verlagerung in den Millimeterbereich steht eine große Bandbreite zur Verfügung, die eine hochgenaue Abstandsbestimmung bis in den µm-Bereich auch unter ungünstigen Bedingungen wie Nebel, Rauch oder Staub ermöglicht.

Abbildende Radarinstrumente (synthetische Aperturradare) auf Satelliten bieten eine hohe Auflösung für eine Vielzahl von Anwendungen aus der Geowissenschaft, der Klimaforschung, Umwelt- und Erdsystemüberwachung, 2-D und 3-D Kartierung, 4-D-Kartierung (Raum und Zeit), bis hin zur planetarischen Exploration.

*3: Foto KIT*

Mikrowellenplasmen werden genutzt zur Umwandlung von $CO_2$ in höherwertige Kraftstoffe bzw. Chemikalien. Mikrowellen beschleunigen geladene Teilchen (Elektronen, Protonen) in allen Beschleunigern vom Medizinbeschleuniger bis zum CERN. In der Kernfusion wird das Fusionsplasma mittels Mikrowellen auf über 100 Millionen Kelvin erhitzt.

Hochfrequenztechnische Fragestellungen spielen auch in der Medizintechnik eine immer stärkere Rolle, sei es bei der echtzeitfähigen Videoübertragung von Operationen, Verbesserungen in der Magnetresonanztomographie oder bei bildgebenden Verfahren im Terahertz-Frequenzbereich.

# V Field of specialization 12: Photonics (ehem. Optische Kommunikationstechik)

**Responsible:** Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
**Program consultant:** Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Freude

**Language**
English

| Institutes |
| --- |
| Institute of Photonics and Quantum Electronics (IPQ) |

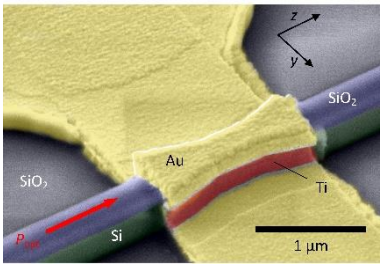
**In a nutshell**
Photonics is a key technology of high-speed communications, advanced sensing, and ultra-fast signal processing. In this field of specialization, our curriculum and research activities span from device technology and nanofabrication to the fundamentals of wave propagation and optical sensing, and further to high-speed communications, ultra-fast signal processing and biophotonics.

**Fields of application**
Photonic devices and systems are at the heart of modern information technology. The enormous information capacity provided by fiber-optic communication networks has led to arguably the most significant technological evolution of the past decades – the global internet. Every E-Mail, every streaming video, every online order, and every voice and video call, be it mobile or landline, is transmitted via optical fibers made of ultra low-loss glass using light emitted by infrared lasers.

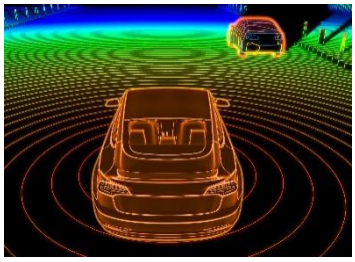
Moreover, photonic technologies are the foundation of a wide range of applications in sensing and metrology. Optical sensors have revolutionized industrial applications and biophotonics has become an invaluable tool for life sciences and medical diagnostics. As examples, 3D laser scanners based on lidar are essential for autonomous cars; optical coherence tomography allows ophtalmologists to obtain detailed images of the human retina.

The combination of photonic and latest radio-frequency- and digital-electronic signal processing techniques opens a wide range of new opportunities across different industries. Specifically, ultra-fast photonic-electronic signal processing will not only drive 6$^{th}$ generation mobile communications but also creates new possibilities in scientific applications. From a technology perspective, advanced nanofabrication makes it possible to combine hundreds of optical components on a single microchip thereby enabling systems of unprecedented compactness and performance.

@ Anterovium /Shutterstock.com




@ KIT-IPQ



@ temp-64GTX/Shutterstock.com

*Photonics covers a wide range of topics such as high-speed energy-efficient communications (left), advanced device technologies (center), and high-perforamance sensors for scientific, industrial, and consumer applications (right).*

**Content and Background**
In this field of specialization, you will enter a highly dynamic field of engineering. You will strengthen your theoretical foundations and learn how leverage photonic technologies in use-cases of high technical relevance. Examples are the propagation of electromagnetic fields in waveguides or the principle and design of semiconductor devices such as lasers and photodiodes which are key building blocks of any photonic system. You will gain insight into the wide field of nonlinear optics, which is key to ultra-fast optical signal processing and to the understanding of the capacity limitations of optical communications networks.

Furthermore, you will be taught about optical communication systems and networks in which photonic technologies are combined with advanced communications engineering and digital-signal processing. The field of photonics is characterized by a tight connection of theory and experiments with practical applications in vividly evolving markets.

# V Vertiefungsrichtung 13: Systems Engineering

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Jürgen Becker
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Stork
**Fachstudienberatung:** M.Sc. Daniel Baumann
M.Sc. Johannes Pfau

**Sprache**
Deutsch

| Institute |
| --- |
| Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) |

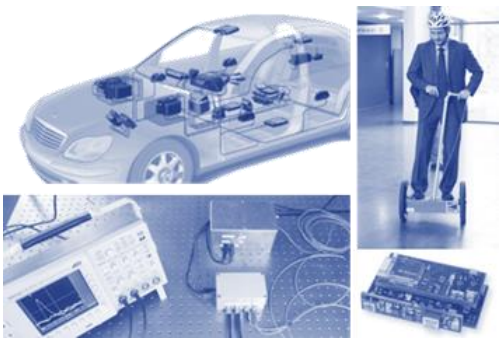
**Kurz und knapp**
In nahezu allen Bereichen des täglichen Lebens und der industriellen Anwendung finden wir sogenannte eingebettete Systeme (Embedded Systems), die über Sensoren die Umwelt aufnehmen, Funktionen berechnen und dann über Aktuatoren Einfluss nehmen. Ob im Auto, in der Bahn, im Flugzeug, in Anwedungen der Industrie 4.0 oder aber auch im Haushalt, überall übernimmt Elektronik Steuerungs- und Regelungsaufgaben. Im Rahmen der Vertiefungsrichtung 13 - Systems Engineering - werden konsequenterweise genau die Fähigkeiten vermittelt, um diese elektronischen, eingebetteten Systeme zu entwerfen oder zu „engineeren“.

**Anwendungsfelder**
Die Realisierung eingebetteter Systeme basiert einerseits auf anwendungsspezifischen integrierten oder programmierbaren Schaltungen (ASICs, FPGAs etc.) und andererseits in zunehmendem Maße auf Software, die auf Standard-Mikroprozessoren abläuft. Der Trend zu immer mehr Elektronik im Alltag setzt sich ungemindert fort, daher vergrößert sich das Gebiet der Anwendungsfelder stetig weiter. Systems Engineering kommt dabei vorrangig in den folgenden Anwendungsfeldern und Forschungsthemen zum Einsatz:

- Multicore Systeme in sicherheitskritischen Domänen
- Innovative Lösungen zur schnellen und effizienten Codegenerierung
- Sichere SW-Architekturen und EE-Topologien
- Invasives Rechnen
- Maschinelles Lernen
- Cyber Physical Systems
- Optische Umfelderkennung im Automobil
- Sensorik in Medizin und Technik

Im Forschungsbereich Systems Engineering liegt der Fokus dabei auf Methoden und Werkzeugen für den rechnergestützten Entwurf elektronischer Systeme. Daher werden Absolventinnen und Absolventen in der Vertiefungsrichtung 13 die Fähigkeiten für den Entwurf von strukturierten softwarebasierten Systemen vermittelt. Sie beherrschen grundlegende und fortgeschrittene algorithmische Verfahren und besitzen des Weiteren die Fähigkeiten auch kommerziell genutzte Entwicklungswerkzeuge anzuwenden. Durch die Vermittlung dieses Wissens und der stetigen Zunahme an Anwendungsgebieten haben Absolventinnen und Absolventen der Vertiefungsrichtung 13 beste Berufsaussichten und sind für den Einsatz in Forschung, Entwicklung aller Branchen bestens vorbereitet.

**Inhalte und Hintergründe**



Ziel der Vertiefungsrichtung 13 ist die Vermittlung eines breitgefächerten Fachwissens, wie es zum Entwurf und zur ganzheitlichen Integration eingebetteter Systeme notwendig ist. Dazu werden in den Veranstaltungen zunächst Prozesse und Methoden von “agil” bis “V” für den Entwurf eingebetteter Systeme und System-Verbünde eingeführt und schließlich weiter über alle Abstraktionsebenen präzisiert. Im Anschluss wird die Anwendbarkeit für den Bereich des strukturierten Software-Entwurfs mit graphischen Notationen, systematischen Änderungen und geeigneten Hardware/Software Architekturen mit entsprechenden Testverfahren gezeigt. Dabei spielen Methoden des Rapid Control Prototypings, der Modellbildung und Simulation, der HW- und SW-Synthese und des automatisierten Testens (z.B. XiL) eine vorrangige Rolle.

Des Weiteren wird Wissen rund um das Thema der Smart Sensors vermittelt. Durch eine Auswahl an Praktika in Richtung des Systems Engineering oder des Entwurfs von Hardware/Software Systemen werden auch praktische Anwendungen des Maschinellen Lernens vermittelt. Auf diese Weise können ganzheitliche Systemkonzepte entworfen, untersucht und optimiert werden.

# V Vertiefungsrichtung 14: Nachrichtensysteme

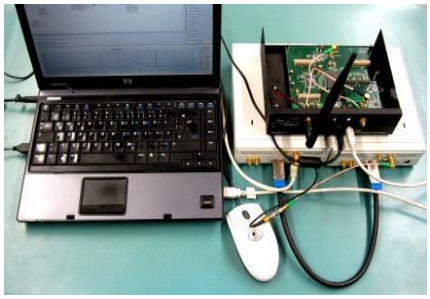
**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
**Fachstudienberatung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel

**Sprache**
Deutsch

| Institute |
| --- |
| Institut für Nachrichtentechnik (Communications Engineering Lab, CEL) |

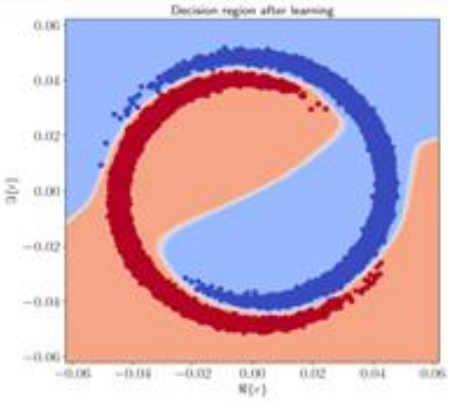
**Kurz und knapp**
Nachrichtensysteme befassen sich mit Methoden und Techniken aus den Bereichen Algorithmik, Signalverarbeitung, Optimierung, maschinellem Lernen u.v.a.m. zum Entwurf nachrichtentechnischer Systeme.

**Anwendungsfelder**



Die Übertragung von Nachrichten spielt in vielen Bereichen unseres täglichen Lebens eine zentrale Rolle. Neben den Systemen, deren Kommunikationsaspekt offensichtlich ist, wie etwa zellularer Mobilfunk und die drahtlose Internet-anbindung, basieren nahezu alle heutigen Technologien auf Methoden der Nachrichtenübertragung. Lokalisierungsdienste kommunizieren mit Satelliten oder mit lokaler Infrastruktur, Systeme der Automatisierungstechnik tauschen Kontrolldaten aus und Kfz-Systeme benötigen den Datenaustausch zwischen Steuergeräten. In der Vertiefungsrichtung Nachrichtensysteme werden die Studierenden darauf vorbereitet, in diesem Arbeitsgebiet herausfordernde Tätigkeiten zu übernehmen.
Absolvent*innen dieser Vertiefungsrichtung werden nicht nur qualifiziert für den Einsatz in Forschung und Entwicklung, sondern finden ebenso Einsatzmöglichkeiten in der Beratung, Projektleitung und –management. Ein Karriereweg in das mittlere oder obere Management ist ohne Einschränkungen möglich.

**Inhalte und Hintergründe**
Die im Bachelor-Grundstudium angebotene Vorlesung Nachrichtentechnik I bietet eine Einführung in die Themengebiete der Nachrichtenübertragung. In den weiteren Vorlesungen des CEL werden sowohl diese Kenntnisse vertieft als auch neue Themen ergänzt. Hierbei werden gleichermaßen weitere theoretische Grundlagen erarbeitet und praktische Aspekte diskutiert.




In den studentischen Arbeiten werden Aufgaben der Nachrichtenübertragung und der Signalverarbeitung durch Simulationen und durch Realisierung auf programmierbaren Funkgeräten untersucht. Hierzu werden vollständige Sender- und Empfängerstrukturen in Software (MatLab, Python oder GNU Radio) erstellt oder direkt auf Hardware realisiert. Zu diesem Zweck stehen unter anderem zahlreiche USRPs der Firma Ettus Research (heute: National Instruments) zur Verfügung. Neben dem Nachweis der Funktionalität erlaubt dies den Studierenden Einblicke in die Probleme, die mit derartigen Realisierungsprojekten einhergehen.

Die Problemstellungen der Abschlussarbeiten entstammen den aktuellen Forschungsgebieten des CEL, die im Zeichen der Kanalcodierung und Modulation für robuste und zuverlässige drahtgebundene und drahtlose Kommunikation, der Anwendung maschinellen Lernens in der Nachrichtentechnik, der Mobilkommunikation sowie der sie beherrschenden Signalverarbeitung stehen.

Aktuell werden Fragestellungen aus den Bereichen der effizienten und robusten Hochgeschwindigkeits-kommunikation, des Software Defined Radio und der energieeffizienten Weitverkehrsnetze für das Internet of Things (IoT) und die Industrie 4.0 untersucht.

Die Einbindung der Studierenden in die Forschungsarbeiten des Instituts sorgt dafür, dass die Absolventen auf dem aktuellen Stand der Technik sind und zu diesem aktiv durch eigenständiges und kreatives Arbeiten beitragen können. Hierbei bestärken sich eine erfolgreiche Forschung und eine Verbesserung der Lehre gegenseitig.

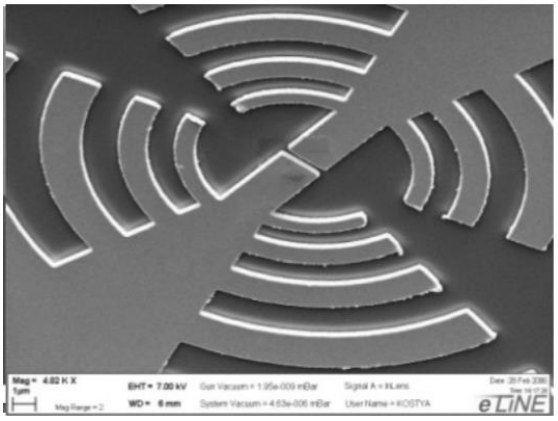
# V Vertiefungsrichtung 15: Mikro- und Nanoelektronik

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
**Fachstudienberatung:** Dr.-Ing. Stefan Wünsch

**Sprache**
Deutsch

| **Institute** |
|---|
| Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik (IHE) |
| Institut für Mikro- und Nanoelektronische Systeme (IMS) |

**Kurz und knapp**
Blickt man auf die wenigen Jahrzehnte der „Integrierten Schaltungstechnik“ zurück, erkennt man, dass die Anzahl der Bauelemente eines IC's ständig zunimmt, ohne wesentliche Vergrößerung der benötigten Chipfläche. Dabei spielt die Mikro- und Nanoelektronik als eine der Schlüsseltechnologien für die moderne Kommunikationsgesellschaft eine immer bedeutendere Rolle.

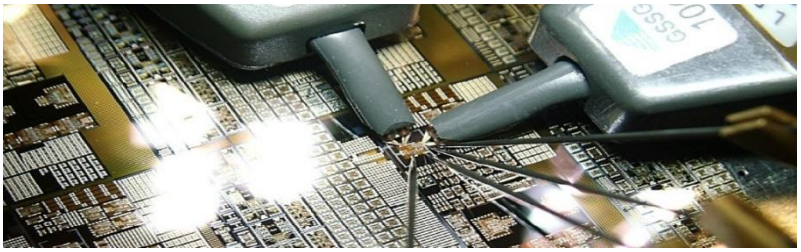



**Anwendungsfelder**
Die Anwendungsfelder der Mikro- und Nanoelektronik ist vielfaltig:

- Informations- und Kommunikationstechnik
- Halbleiterindustrie
- Automobilindustrie
- Luft- und Raumfahrt
- Automatisierungstechnik
- Medizintechnik
- Messtechnik
- Industrielle Materialprozesstechnik

Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung 15 qualifizieren sich für die Forschung und Entwicklung, aber auch für den technischen Vertrieb und die Projektleitung.

**Inhalte und Hintergründe**



Heutzutage ist die CMOS-Technik die Standardtechnologie sowohl für die Herstellung höchstintegrierter Schaltkreise wie Mikroprozessoren und Speicherbausteine als auch für analoge Anwendungen mit geringster Verlustleistung für den Einsatz in batteriebetriebenen Systemen. Aber auch Kombinationen von CMOS-Elementen mit bipolarer Technik oder mit SiGe-HeteroBipolartransistoren erlangt eine immer größere Bedeutung. Im Rahmen der Vorlesungen und Praktika der Vertiefungsrichtung 15 werden die wesentlichen Elemente zum Verständnis von integrierten Bauelementen, analogen und digitalen Grundschaltungen, dem Design von integrierten Analog- und Digitalschaltungen und „Mixed Signal“ Bausteinen vermittelt. Das Ziel unserer Ausbildung ist ein Ingenieur, der über wesentliche Kenntnisse der modernsten Technologien für den Einsatz von komplexen integrierten Systemen in verschiedenen Bereichen der Informationstechnik und damit über ein solides Wissen im Entwurf, der Simulation und im Testen von analogen und digitalen Schaltkreisen und integrierter Systemlösungen auf einem Chip verfügt. Für Absolventen unseres Studienmodells ergeben sich auf Grund der fundierten Kenntnisse von Analog-, Digital und Hochfrequenztechnik ausgezeichnete Berufschancen. In den Vorlesungen werden Kenntnisse über bisherige und zukünftige Technologien für höchstintegrierte Schaltungen, sowie die bei einer weiteren Miniaturisierung der Bauelemente zu lösenden Herausforderungen vermittelt. In den Übungen und Workshops zu den Vorlesungen lernen die Studierenden anhand von Beispielen die Werkzeuge für die Simulation und das Design von integrierten Systemen wie z.B. Cadence und Keysight ADS kennen.

# V Vertiefungsrichtung 16: Kommunikationstechnik

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Fachstudienberatung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
Dr.-Ing. Mario Pauli

**Sprache**
Deutsch

| Institute |
|---|
| Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik (IHE) |
| Institut für Nachrichtentechnik (CEL) |
| Institut für Photonik und Quantenelektronik (IPQ) |

**Kurz und knapp**
Die Kommunikationstechnik bildet die Grundlage für die Berechnung, die Entwicklung und den Betrieb von Kommunikations- und Sensornetzen.

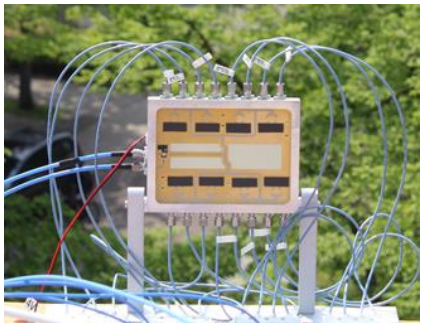
**Anwendungsfelder**
Die Kommunikationstechnik spielt eine Schlüsselrolle in zahlreichen Anwendungsfeldern:

- Mobile und leitungsgebundene Kommunikation
- Automobilindustrie
- Luft- und Raumfahrt
- Medizintechnik
- Sensorik
- Industrieelektronik
- Spezialgebiete der Kommunikationstechnik

Absolventen der Vertiefungsrichtung 16 werden nicht nur qualifiziert für den Einsatz in Forschung und Entwicklung, sondern finden ebenso Einsatzmöglichkeiten im technischen Vertrieb sowie in Projektleitung und -management. Ein späterer Karriereweg in das mittlere oder obere Management ist ohne Einschränkungen möglich.

**Inhalte und Hintergründe**
Die Erfindung der drahtgebundenen Telegrafie war die Grundlage der Nachrichtenübertragung über weite Entfernungen. Nachdem Heinrich Hertz 1887 in Karlsruhe die Existenz elektromagnetischer Wellen nachweisen konnte, kam es in der Folge zu einem enormen Schub in der Weiterentwicklung der drahtgebundenen und dann auch der drahtlosen Telegrafie. Während die drahtgebundene Telegrafie sofort weite Verbreitung fand, spielte die drahtlose Mobilkommunikation im täglichen Leben des Einzelnen bis in die neunziger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts kaum eine Rolle. Erst mit der Einführung der digitalen zellularen Mobilfunksysteme entwickelte sich ein Massenmarkt, dessen Wachstumsaussichten nach wie vor bedeutend sind.

Eine wichtige Grundlage für den Betrieb von Mobilkommunikationssystemen ist das Vorhandensein von Festnetzen, die den Verkehr über weite Strecken tragen. Diese transportieren den Verkehr auf Glasfaser-basierten Netzwerken, welche heute die Weitverkehrsnetze bis hinunter zu den Zugangsnetzen dominieren und mit ihren hohen Bandbreiten dem einzelnen Teilnehmer Anwendungen mit Datenraten bis in den Bereich zweistelliger Gigabit/s ermöglichen. Der Funk greift dabei lokal auf die Bandbreiten-Ressourcen der Glasfasernetze zu und ermöglicht dem Anwender den mobilen Zugang.



*4: Foto Jörg Eisenbeis, KIT*

Kommunikationsnetze kombinieren daher in der Regel Funk- und Festnetzkomponenten. Dies erfordert ein interdisziplinäres Wissen über die physikalischen Eigenschaften der Mobilfunkkanäle genauso wie z. B. über Antennen, Glasfasern, Sender- und Empfängerprinzipien, Modulationsverfahren, Zugriffsmechanismen, Algorithmen der Codierung und Verschlüsselung sowie Transport- und Steuerungsprotokolle. Somit sind die Ausbildungsbereiche, aufbauend auf den mathematisch-physikalischen Grundlagen, in der Hochfrequenztechnik und Elektronik, der Nachrichtentechnik und der optischen Kommunikation zu finden.

# V Field of specialization 17: Information and Communication

**Responsible:** Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Prof. Dr.-Ing. Ahmed Cagri Ulusoy
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Program consultant:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
Dr.-Ing. Mario Pauli

**Language**
English

| Institute |
|---|
| Communication Engineering Lab (CEL) |
| Institute of Radio Frequency Engineering and Electronics (IHE) |
| Institute of Photonics and Quantum Electronics (IPQ) |

**In a nutshell**
Information and communication technology establishes the basics for the analysis, development and application of communication and sensor networks.

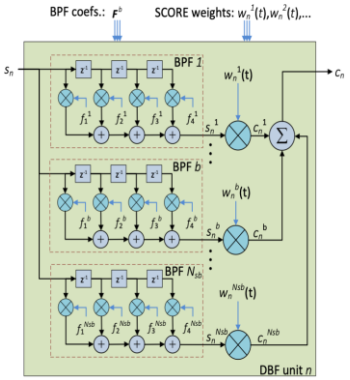
**Fields of application**
Information and communication engineering play a key role in numerous technologies:
- Mobile and wired communication
- Automotive industry
- Aerospace sector
- Medical technologies
- Sensor / radar technologies and processing
- Industrial electronics and automation technolgy

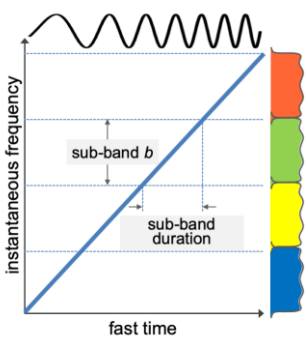
Graduates of this field of specialization will not only be qualified for jobs in research and development but also in technical sales and project management areas. An advanced career path in the mid- to high-level management is also possible without restrictions.

**Content and background**
The invention of wired telegraphy was the basis of long-distance communications. After Heinrich Hertz was able to prove the existence of electromagnetic waves in Karlsruhe in 1887, there was a huge boost in the further development of wireline and then wireless telegraphy. While wireline telegraphy immediately became widespread, wireless mobile communication hardly played a role in the everyday life of individuals until the 1990s. With the introduction of digital cellular mobile radio systems, a mass market developed, the growth prospects of which are still significant.

An important basis for the operation of mobile communication systems is the existence of fixed networks that carry the traffic over long distances. The data is usually transported via fiber-optic-based networks, which today dominate the wide area networks down to the access networks and, with their high bandwidths, enable the individual subscriber to use applications with data rates in the triple-digit Gigabit/s range. The wireless radio network accesses the fiber optic networks locally and enables mobile access to the user.

Communication networks therefore usually combine radio and landline components. This requires an interdisciplinary knowledge of the physical properties of mobile radio channels as well as knowledge about antennas, glass fibers, transmitter and receiver principles, modulation methods, access mechanisms, algorithms of coding and encryption as well as transport and control protocols. Thus, the training areas, based on the mathematical-physical basics, can be found in high-frequency technology and electronics, communications engineering and optical communication.




Radar technologies and techniques have witnessed a quantum leap in the last years. This manifests itself by a transition from analog to digital techniques and technologies following an earlier trend in communication systems. This enforces an information-based approach for the data acquisition and processing. The increased information content of future imaging radar systems that can be achieved by multi-channel operation, improved range and azimuth resolution, time series as well as observation angle diversity (interferometry and tomography).

# V Vertiefungsrichtung 18: Regenerative Energien

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Prof. Dr. Ulrike Krewer
Prof. Dr.-Ing. Uli Lemmer

**Fachstudienberatung:** Dr.-Ing. Bernd Hoferer
Dr.-Ing. Andre Weber
Dr.-Ing. Wolfgang Menesklou
M.Sc. Jan Feßler
M.Sc. Simon Foitzik

**Sprache**
Deutsch

| Institute |
|---|
| Elektrotechnisches Institut (ETI) |
| Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH) |
| Institut für Angewandte Materialien - Elektrochemische Energiewandlung und Speichersysteme (IAM-EES) |
| Lichttechnisches Institut (LTI) |

**Kurz und knapp**
Die effiziente und umweltschonende Erzeugung, Übertragung und Speicherung elektrischer Energie sind Grundvoraussetzungen für die nachhaltige Energieversorgung der Zukunft. Die großflächige Erzeugung elektrischer Energie aus regenerativen Energiequellen ist ein Schlüssel für das Erreichen dieses Ziels. Ebenso wichtig sind die effiziente Speicherung der volatil erzeugten Energie sowie die zuverlässige Übertragung zwischen den Erzeugungs- und Lastzentren.

**Anwendungsfelder**
Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Nutzung von Wind- und Solarenergie aber auch der Wasserstofftechnologie haben sich inzwischen zu einem weltweiten Markt mit jährlichen Wachstumsraten von 10 – 15 % entwickelt. Neben der Erzeugung der elektrischen Energie sind auch deren effeziente Speicherung und Übertragung von entscheidender Bedeutung für eine erfolgrieche Energiewende auf Basis regenerativer Energien. Hier entstehen durch neuartige Batterietechnologien, verbesserte Leistungshalbleiter und leistungsfähige Energieübertragungs- und Informationssysteme neue Möglichkeiten zur Regelung der Leistungsflüsse innerhalb der Energienetze. Auch im mobilen Bereich kommen diese Technologien zunehmend zum Einsatz. Die Entwicklung emissionsarmer Elektro- und Hybridfahrzeuge erfordert hocheffiziente, leistungsfähige elektrische Energiewandler und Speicher.

**Inhalte und Hintergründe**
Die interdisziplinäre Arbeit an diesen zukunftsweisenden Technologien erfolgt in einem internationalen Umfeld und erfordert die Bereitschaft alte Wege zu verlassen, um neue Lösungen für die zukünftige Energiebereitstellung und -nutzung zu finden. Die Aufgabenstellungen decken ein weites Tätigkeitsfeld ab. Es reicht von der Grundlagenforschung im Bereich der Solarzellen, Batterien und Brennstoffzellen, über die Konzeption großer Anlagen auf Basis dieser neuen Technologien bis hin zur Entwicklung neuer Lösungen zur Flexibilisierung elektrischer Energienetze durch moderne Leistungselektronik und intelligente Betriebsführungskonzepte. Ingenieure, die sich auf dem Gebiet der regenerativen Energien erfolgreich betätigen wollen, benötigen eine breite Grundlagenausbildung, wie sie bereits im Bachelorstudiengang vermittelt wird. Im Grundlagen- und Pflichtbereich der Vertiefungsrichtung Regenerative Energien wird darauf aufbauend das nötige Expertenwissen vermittelt. Die Vorlesungen behandeln alle wichtigen Themengebiete von der eigentlichen Erzeugung und Speicherung elektrischer Energie und den dafür notwendigen Technologien (Solarenergie, Batterien und Brennstoffzellensysteme) über die Ankopplung der Energieerzeugungsanlagen an elektrische Netze durch Stromrichter (Leistungselektronik, Hochleistungsstromrichter) bis zur Energieübertragung in Netzen (Erzeugung elektrischer Energie, Energieübertragung und Netzregelung). Abgerundet wird der Pflichtteil des Modells durch ein Praktikum, das die in den Vorlesungen und Übungen erlangten Kenntnisse mit Erfahrungen aus der Praxis verknüpft. Grundlagenkenntnisse in den Bereichen Management und Betriebswirtschaft runden Ihr Profil ab und sichern Ihnen im heutigen industriellen Umfeld einen optimalen Einstieg.

# V Vertiefungsrichtung 19: Ausrüstungssysteme der Luft- und Raumfahrt

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Fachstudienberatung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
Dr.-Ing. Mario Pauli

**Sprache**
Deutsch

| Institute |
|---|
| Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik (IHE) |
| Institut für Nachrichtentechnik (CEL) |
| Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme (IRS) |

**Kurz und knapp**
Ausrüstungssysteme der Luft- und Raumfahrt bilden die Grundlage für die Forschung, die Entwicklung sowie den Bau und Betrieb von Flugzeugen, Raumfahrtsystemen und Satelliten.

**Anwendungsfelder**
Ideen und Technologien der Luft- und Raumfahrt erweisen sich als Motor für die weltweite Kommunikationsfähigkeit, Mobilität, Sicherheit und Wirtschaftskraft. Sie sind Schlüsseltechnologien für eine Vielzahl von Bereichen:

- Fernerkundung
- Navigation
- Unbemannte Luftfahrzeuge und Drohnen
- Satellitenkommunikation
- Erdbeobachtung

Absolventen dieser Vertiefungsrichtung besitzen die Fähigkeit zur Analyse eines komplexen Systems zur qualitativen Erfassung der gegenseitigen Abhängigkeiten seiner Subsysteme und darauf aufbauend zur Synthese zu einem optimierten Gesamtsystem. Sie besitzen damit wesentliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Karriere sowohl in Forschung und Entwicklung als auch als fachübergreifende und meist international ausgerichteter Team- und Projektleiter.

**Inhalte und Hintergründe**
Luft- und Raumfahrtprojekte entstehen im Team und mit internationalen Partnern. Jahrzehnte vor dem politischen und wirtschaftlichen Zusammenschluss der europäischen Länder haben Ingenieure, Wissenschaftler und Manager dieser Branche mit Projekten wie Airbus, Ariane, Eurofighter, Eurocopter und der internationalen Raumstation ISS europäische Kooperation praktiziert und darüber hinaus weltweite Partnerschaften aufgebaut. Luft- und Raumfahrt sind wichtige Schlüsseltechnologien in wachsenden Märkten mit einem extrem hohen Wertschöpfungspotenzial. Deutschland hat in den Bereichen der Luft- und Raumfahrt bedeutende industrielle, technologische und wissenschaftliche Kompetenz.

Dahinter stehen hochqualifizierte, motivierte und engagierte Menschen. Die überlebenswichtigen Zukunftstechnologien werden global durch Ingenieure von heute erdacht und erarbeitet. Der Einsatz von Luft- und Raumfahrttechnik benötigt Studierende, die von dieser Technik fasziniert und bereit sind, sich mit ihren Denkansätzen und Produkten zu beschäftigen. Dieses Potenzial durch konsequente Förderung des Nachwuchses zu erhalten und zu vergrößern, ist ein besonderes Anliegen dieser Vertiefungsrichtung. Es ist ein direkter Weg, die universelle und zugleich spannende Zukunftstechnologie der Ausrüstungssysteme der Luft- und Raumfahrt im Team der Institute für Nachrichtentechnik sowie Hochfrequenztechnik und Elektronik zu erleben.

*5: TANDEM-L Satelliten, Bild DLR*

Im Rahmen dieser Vertiefungsrichtung werden daher Methoden der Analyse und Synthese komplexer Gesamtsysteme aus den Gebieten der Nachrichtentechnik, der Hochfrequenztechnik und weiteren Disziplinen zusammengefasst. Die hier untersuchten Beispiele komplexer Systeme mit ihren vielfältigen Funktionsprinzipien vermitteln der angehenden Ingenieurin und dem angehenden Ingenieur die Fähigkeit, in interdisziplinären Teams über die Grenzen einzelner Fachdisziplinen hinaus kreativ wirksam zu werden.

# V Vertiefungsrichtung 21: System-on-Chip

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Jürgen Becker
Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Kempf
Prof. Dr. Ivan Perić
Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy

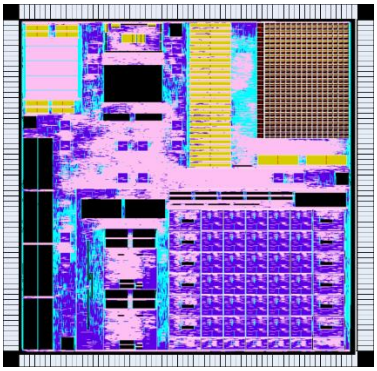
**Fachstudienberatung:** M.Sc. Johannes Pfau
M. Sc. Daniel Baumann
Dr.-Ing. Stefan Wünsch

**Sprache**
Deutsch

| Institute |
|---|
| Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik (IHE) |
| Institut für Institut für Mikro- und Nanoelektronische Systeme (IMS) |
| Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE) |
| Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) |

**Kurz und knapp**
Die technologischen Fortschritte der letzten Jahrzehnte im Bereich der Halbleitertechnologie und Mikrosystemtechnik ermöglichen die Integration komplexer elektronischer, mechanischer und optischer Hardware sowie von Software auf einem einzigen Chip. Ein solches System-on-Chip (SoC) besteht in der Regel aus Mikroprozessoren, mikrosystemtechnischen Komponenten sowie aus rekonfigurierbaren und analogen Schaltungen inkl. der notwendigen Verbindungselemente.

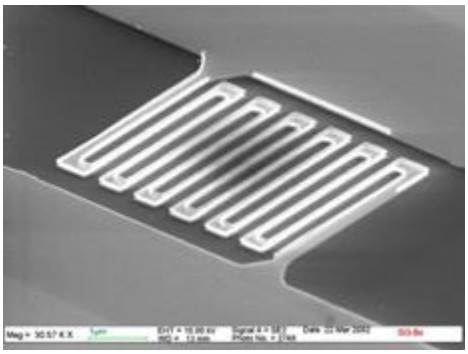
**Anwendungsfelder**
Durch fortschreitende Integration und Miniaturisierung halten System-on-Chips in immer mehr Anwendungsgebieten und Branchen Einzug. Durch die zunehmende Verbreitung von Smartphones und Smart-TVs in den letzten Jahren ist beispielweise die Unterhaltungselektronikbranche zu einem wichtigen Markt für hochintegrierte Chips geworden: In Smartphones werden einerseits energieeffiziente und leistungsfähige Mikroprozessoren mit Signalverarbeitung und KI-Beschleunigern benötigt. Andererseits werden aber auch für den Mobilfunkteil des Smartphones und die integrierten Sensoren hochintegrierte Chips verwendet. Im Bereich Smart City und der Automatisierungstechnik sind energieeffiziente SoCs gefragt, die intelligente Sensorik und Kommunikation auf einem Chip vereinigen und dank Energy Harvesting ohne externe Energieversorgung auskommen können. Und auch in weiteren Feldern des IoT, wie beispielsweise im Smart-Home-Bereich, sind kleine und vollintegrierte Sensoren mit Kommunikationstechnologie notwendig.



Hauptanwendungsfelder von System-on-Chips sind:
- Die Automobilindustrie,
- Netzwerk- und Mobilfunktechnik,
- Unterhaltungselektronik,
- Medizintechnik,
- Bildverarbeitung,
- Automatisierungstechnik und
- Messtechnik.

Absolventinnen und Absolventen der Vertiefungsrichtung 21 „System-on-Chip“ beherrschen neben der Fähigkeit zur konsequenten Anwendung von Methoden und Werkzeugen für den Entwurf komplexer Mikrosysteme auf einem Chip und Software-Fertigkeiten auch die systemorientierte, fachübergreifende Betrachtungsweise, um modernste Produkte der Informationstechnik effizient, markt-, zeit- und kostengerecht entwickeln zu können. Sie sind damit optimal für den Einsatz in Forschung und Entwicklung, der Produktleitung und den verschiedenen Bereichen der Mikroelektronik-Industrie allgemein vorbereitet.

**Inhalte und Hintergründe**
Die Vertiefungsrichtung „System-on-Chip“ behandelt Theorie und Praxis des ganzheitlichen Systementwurfs anwendungsorientierter integrierter Schaltungen. Behandelt werden Fertigungstechniken für mikroelektronische und mikrosystemtechnische Chips, die Funktion und der Aufbau von integrierten Analog- und Digitalschaltungen, Hardwarebeschreibungssprachen und Algorithmen zum Entwurf und zur Synthese von Digitalschaltungen sowie die Simulation von Digital- und Analogschaltungen. Als Grundlage für diese Themen werden Kenntnisse in Messtechnik, Mikrowellentechnik, Sensorik und dem Systementwurf vermittelt, die in den Bereichen Mikrosystemtechnik, Nanoelektronik, integrierte HF-Schaltungen, Hardware-Software-Codesign und System Engineering in Wahlfächern vertieft werden können.



# V Vertiefungsrichtung 22: Mikro-, Nano-, Optoelektronik

**Sprache**
Deutsch

**Verantwortung:** Prof. Dr. Uli Lemmer
Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Kempf
**Fachstudienberatung:** Dr.-Ing. Wolfgang Menesklou
Dr.-Ing. Stefan Wünsch
M.Sc. Jan Feßler

| Institute |
|---|
| Lichttechnisches Institut (LTI) |
| Institut für Mikro- und Nanoelektronische Systeme (IMS) |
| Institut für Angewandte Materialien – Werkstoffe der Elektrotechnik (IAM-ET) |

**Kurz und knapp**
Die Mikro-, Nano- und Optoelektronik (MNO) nehmen eine Schlüsselposition in der modernen Industriegesellschaft ein. Die Leistungsfähigkeit von Computern, die Fortschritte in der Automatisierungstechnik, die Realisierung integrierter Sensorsysteme und Mixed-Signal Bausteinen oder autarker Energieversorgungseinheiten wie Mikrobrennstoffzellen und Batterien wären ohne die Mikro-, Nano- und Optotechnologie undenkbar. Werkstoffwissenschaften und Technologieentwicklung bilden die Grundlage für die Produkte der Elektrotechnik und Informationstechnik. Der wirtschaftliche Erfolg hängt entscheidend von den Möglichkeiten der technologischen Umsetzung in innovative Bauelemente und ihrer Einbettung in elektrotechnische und elektronische Gesamtsysteme ab. Insbesondere die Mikro-, Nano- und Optoelektronik stehen am Anfang einer faszinierenden und rasanten Entwicklung, die den technischen Fortschritt im 21. Jahrhundert maßgeblich mitbestimmen wird.

**Anwendungsfelder**
Mikro-, Nano- und Optoelektronik sind Schlüsseltechnologien für zahlreiche Anwendungsfelder. Beispiele sind:
- Automatisierungstechnik
- Integrierte Sensorsysteme
- Mixed-Signal Bausteinen
- Autarke Energieversorgungseinheiten
- Mikrosystemtechnik
- Photovoltaik
- Biomedizinische Technik

Foto: KIT

Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung 22 arbeiten z. B. in der Halbleitertechnologie, in der Automobilindustrie, im Bereich der optoelektronischen Bauelemente, in der Mikrosystemtechnik, aber auch in der Chemischen Industrie.

**Inhalte und Hintergründe**
Ziel ist es, neben einem fundierten Spezialwissen einen Einblick in die aktuelle Forschung und Entwicklung der einzelnen Bereiche zu geben, um im Spannungsfeld zwischen modernsten Hoch-Technologien und Ingenieurkunst kreativ arbeiten zu können. Deshalb sollen in der Vertiefungsrichtung 22 die festen Modellfächer Kenntnisse über bisherige und zukünftige Technologien für Batterien, Brennstoffzellen, höchstintegrierte Schaltungen, neue optische Bauelemente und Systeme, sowie die bei einer weiteren Miniaturisierung der Bauelemente und Systeme zu lösenden Herausforderungen vermitteln. Hierbei werden vor allem etablierte Fertigungsmethoden, physikalische Zusammenhänge, sowie Ansätze zur Realisierung bestimmter Funktionalitäten gegeben. Die Märkte sind gigantisch: Zurzeit werden weltweit insgesamt 500 Milliarden Dollar im Bereich der Optischen Technologien umgesetzt, für das Jahr 2024 sind Steigerungen auf über 750 Milliarden Euro prognostiziert. Weitere Umsatzstarke Branchen mit Einstiegsmöglichkeiten sind die Halbleiterelektronik und der Bereich der Batterien und Brennstoffzellen im Energiesektor.

Foto: KIT

# V Vertiefungsrichtung 23: Elektr. Energiesysteme und Energiewirtschaft

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Fachstudienberatung:** Dr.-Ing. Bernd Hoferer

**Sprache**
Deutsch

| **Institute** |
| --- |
| Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik |

**Kurz und knapp**
Für ein nachhaltiges und klimaneutrales Energiesystem der Zukunft spielt neben der Technik auch die Wirtschaftlichkeit eine zentrale Rolle. Die Neugestaltung des gesamten Energiesystems erfordert nicht nur ein detailliertes technisch-systemisches Verständnis über Netze und Netzkomponenten, sondern auch gute Kenntnisse über Energiemärkte bis hin zu regulatorischen Aspekten.

**Anwendungsfelder**
Durch die breite Aufstellung im Bereich der elektrischen Energietechnik in Verbindung mit der Energiewirtschaft und den regulatorischen Rahmenbedingungen eröffnen sich folgende Anwendungsfelder:

- Elektrische Energienetze bei Netzbetreibern und Industrie
- Sektorengekoppelte Energienetze (Strom/Gas/Wärme)
- Kopplung Energie – Mobilität (Elektromobilität, Wasserstoff)
- Energieberatungsunternehmen

Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung 23 finden attraktive Arbeitsplätze bei Energieversorgungsunternehmen, der herstellenden, meist international agierenden mittelständischen Industrie und Großindustrie sowie bei Engineering-Dienstleistungsunternehmen in allen Bereichen in denen die Verbindung zwischen Technik/Technologie und Wirtschaft gefragt ist. Dies sind neben der Entwicklung neuer Verfahren zur Netzbetriebsführung z. B. in sektorgekoppelten Netzen vor allem das Projekt- und Produktmanagement aber auch die Platzierung neuer Produkte an den Energiemärkten. Insgesamt ist die Nachfrage nach Ingenieuren, die fundierte technische Kenntnisse mit Kenntnissen aus der Energiewirtschaft in einer Person verbinden, sehr hoch und nachhaltig, weil am Weltmarkt neben der Technik auch immer wirtschaftliche Fragen zu beantworten sind. Der des Aufgabenfeldes dieser Ingenieure liegt in der Mitgestaltung eines nachhaltigen und gleichzeitig wirtschaftlichen Energiesystems, das den Anfroderungen der Umwelt genauso gerecht wird, wie den Anforderungen der Menschen. Aus fachlicher Sicht ist die Herausforderung zwei unterschiedliche Disziplinen – Technik und Wirtschaft – zum gegenseitigen Nutzen zu verbinden.

**Inhalte und Hintergründe**
Die Grundlagen vermitteln Kenntnisse in der numerischen Simulation und den für die Vertiefungsrichtung wichtigen Themen Messtechnik und Optimierung.

Im Pflichtbereich finden sich die wesentlichen Inhalte der elektrischen Energietechnik: die elektrischen Energienetze und ihre Berechnung sowie die Technologien zur Energieübertragung und Netzregelung. Die Energiewirtschaft wird durch den Lehrstuhl für Energiewirtschaft am KIT (Prof. Wolf Fichtner) abgedeckt und umfasst eine Einführung in die Energiewirtschaft und die Energiesystemanalyse. Ergänzt wird das durch eine Betrachtung der Erneuerbaren Energien hinsichtlich Technologie, Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit.

Idealerweise würde man dieses Angebot im Wahlbereich mit Lehrveranstaltungen aus der Hochspannungstechnik, der Leistungselektronik, der Regelungstechnik und der Signalverarbeitung abrunden.

Der Fokus dieser Vertiefungsrichtung liegt auf einem systemisch geprägten technisch-wirtschaftlichen Verständnis des gesamten Energiesystems. In der Vertiefungsrichtung werden darüber hinaus Kenntnisse über Simulations-werkzeuge und -verfahren sowie Simulationsmodelle vermittelt.

# 3 Qualifikationsziele

Die Qualifikationsziele des Studienganges teilen sich auf die folgenden vier wesentlichen Kompetenzfelder auf:

1. Fachwissen: Die Studierenden lernen die Grundlagen des Faches, sowie aktueller Forschungsthemen, -prozesse und -ergebnisse kennen.
2. Forschungs- und Problemlösungskompetenz: Die Studierenden erlernen die Fähigkeiten und Techniken zur Lösung von Fach- und Forschungsproblemen.
3. Beurteilungs- und planerische Kompetenz: Die Studierenden wirken im Fach- und Forschungsdiskurs mit und wenden erzeugtes Wissen, sowie erlernte Techniken an.
4. Selbst- und Sozialkompetenz: Die Studierenden arbeiten an (eigenen) Forschungsprojekten, sind eingebunden in ein wissenschaftliches Team, sind zur selbstständigen & dauerhaften fachlichen und wissenschaftlichen Weiterentwicklung fähig und schätzen die sozialen und gesellschaftlichen Wirkungen ihrer Tätigkeit ein.

Bei den Punkten 1 und 2 liegt der Fokus auf der Dozentenaktivität, bei den Punkten 3 und 4 entsprechend auf Studierendenaktivität.

Für den Masterstudiengang werden diese Kompetenzanforderungen durch die folgenden Ziele konkretisiert:

## 3.1 Fachwissen

Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudienganges Elektrotechnik und Informationstechnik

- verfügen über ein vertieftes mathematisches und physikalisches Wissen und über ein fortgeschrittenes elektrotechnisches und informationstechnisches Fachwissen.
- Sie sind in der Lage, anspruchsvolle technische und wissenschaftliche Aufgaben und Probleme der Elektrotechnik und Informationstechnik zu erkennen, zu bewerten und Lösungsansätze zu formulieren, beherrschen viele wissenschaftliche Methoden ihrer Disziplin und haben gelernt, diese entsprechend dem Stand ihres Wissens zur Analyse erkannter Probleme oder fachlicher Fragestellungen einzusetzen.
- Sie beherrschen anspruchsvolle wissenschaftliche Methoden ihrer Disziplin und haben gelernt, diese entsprechend dem Stand ihres Wissens zur Analyse erkannter Probleme oder fachlicher Fragestellungen einzusetzen.
- Die Absolventen besitzen vertieftes Wissen in einer Kombination der Kernkompetenzen der Elektrotechnik und Informationstechnik (z.B. Automatisierungs-, Regelungs- und Steuerungstechnik, Elektroenergiesysteme, Hochspannungstechnik, Elektrische Antriebe, Leistungselektronik, Digitaltechnik, Informationstechnik, Digitale Signalverarbeitung, Nachrichtentechnik, Hochfrequenztechnik, Messtechnik, Bildgebende Verfahren, Lichttechnik, Optoelektronik, Schaltungstechnik, Mikroelektronik, Optische Nachrichtensysteme).

## 3.2 Forschungs- und Problemlösungskompetenz

Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudienganges Elektrotechnik und Informationstechnik

- sind befähigt in einem der Hauptanwendungsfelder der Elektrotechnik und Informationstechnik als Ingenieur und Wissenschaftler zu arbeiten (z.B. Elektromobilität, Medizintechnik, Mikroelektronische Systeme, Kommunikationstechnik, Systeme der Luft- und Raumfahrt, Photonik und optische Technologien, Regenerative Energien und Smart Grid, Intelligentes Auto),
- sind vertraut mit den Verfahren zur Analyse und zum Entwurf von Bauelementen, Schaltungen, Systemen und Anlagen der Elektrotechnik,
- sind vertraut mit fortgeschrittenen Methoden der Informationsdarstellung und -verarbeitung, der Programmierung, der algorithmischen Formulierung von Abläufen sowie der Anwendung von Programmwerkzeugen,
- besitzen ein vertieftes Verständnis der Methoden der Elektrotechnik und Informationstechnik, - sind befähigt zur Weiterqualifikation durch eine Promotion.

## 3.3 Beurteilungs- und planerische Kompetenz

Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudienganges Elektrotechnik und Informationstechnik

- können elektro- und informationstechnische Entwürfe, sowie verschiedene Lösungsvarianten beurteilen,
- erkennen Grenzen der Gültigkeit von Theorien und Lösungen bei verschiedensten Anwendungsfällen und Neuentwicklungen,
- hinterfragen Ergebnisse und übertragen Lösungen auf andere Anwendungsgebiete.

## 3.4 Selbst- und Sozialkompetenz

Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudienganges Elektrotechnik und Informationstechnik

- sind vertraut mit der selbstständigen Projektarbeit sowie der Arbeit im interdisziplinären Team,
- können die Ergebnisse anderer erfassen und sind in der Lage, die eigenen und im Team erzielten Ergebnisse schriftlich und mündlich zu kommunizieren,

- sind befähigt, sich selbstständig in neue komplexe Fachgebiete der Technikwissenschaften und ihre Methoden einzuarbeiten,
- können forschungsnahe Probleme wissenschaftlich bearbeiten und komplexe Baugruppen oder Systeme entwickeln, besitzen ein tiefergehendes Verständnis für Anwendungen der Elektrotechnik und Informationstechnik in verschiedenen Arbeitsbereichen,
- kennen dabei auftretende Grenzen und Gefahren und wenden ihr Wissen unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer und ökologischer Erfordernisse verantwortungsbewusst und zum Wohle der Gesellschaft an. Sie tragen in der Gesellschaft aktiv zum Meinungsbildungsprozess in Bezug auf wissenschaftliche und technische Fragestellungen bei, sind in der Lage, mit Spezialisten interdisziplinär zu kommunizieren und zusammenzuarbeiten.

# 4 Anmeldung zur Masterarbeit

## 4.1 Vorgehen für die Zulassung/Anmeldung der Abschlussarbeit

Absprache mit einem/r Prüfer/in der KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik bzgl. Thema.

Für die Erstellung einer externen Masterarbeit muss der/die Prüfer/in eine Betreuungszusage unterschreiben, diese erhalten die Studierenden beim Masterprüfungsausschuss nach Vorlage des genehmigten Individuellen Studienplans und Erfüllung der Voraussetzungen

Nachdem der/die Prüfer/in die Abschlussarbeit im CAMPUS System angelegt hat, erhält der/die Studierende eine automatische E-Mail mit der Aufforderung, sich in CAMPUS zur Abschlussarbeit anzumelden. Daraufhin meldet sich der/die Studierende in CAMPUS zur Abschlussarbeit an.

Der/die Prüfer/in trägt das Vergabedatum ein und schaltet die "Prüfung Masterarbeit" für den/die Studierende/n sichtbar („Veröffentlichung“).

Der Prüfungsausschuss prüft, ob die Voraussetzungen (siehe oben) vorliegen. Spätestens bei diesem Schritt muss der genehmigte Individuelle Studienplan vorliegen. Eine spätere Änderung des Individuellen Studienplans ist nicht mehr möglich. Wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind, erhält der/die Studierende eine E-Mail, dass die Abschlussarbeit genehmigt ist. Eine vorherige Bearbeitung ist nicht zulässig.

Der/die Studierende erstellt die Masterarbeit und hält die Präsentation innerhalb der Bearbeitungszeit. Der Zeitpunkt der Abgabe wird aktenkundig gemacht.

Der/die Prüfer/in bewertet die Arbeit und trägt die Note im CAMPUS System ein und gibt sie frei. Der Prüfungsausschuss schaltet die Note für den Studierenden sichtbar („Veröffentlichung“). Der/die Studierende erhält eine E-Mail, dass Note der Abschlussarbeit im System eingetragen ist.

# 5 Anerkennung von Studien- und Prüfungsleistungen

## 5.1 Grundsätzliche Regelungen

Die grundsätzlichen Regelungen zur Anerkennung von Studien- und Prüfungsleistungen finden sich in den Studien- und Prüfungsordnungen:

- Bachelor SPO 2015 vom 31.05.2015, §19
- Bachelor SPO 2018 vom 28.09.2018, §19
- Master SPO 2015 vom 31.05.2015, §18
- Master SPO 2018 vom 28.09.2018, §18

Danach können die im Studienplan jeweils geforderten Leistungen auch durch Anerkennung externer Leistungen erbracht werden.

Externe Leistungen können dabei wie folgt erworben sein:

1. innerhalb des Hochschulsystems (weltweit)

2. außerhalb des Hochschulsystems (an Institutionen mit genormtem Qualitätssicherungssystemen; die Anerkennung kann versagt werden, wenn mehr als 50 Prozent des Hochschulstudiums ersetzt werden sollen)

Die Anerkennung erfolgt auf Antrag der Studierenden, unter der Voraussetzung, dass hinsichtlich der erworbenen Kompetenzen kein wesentlicher Unterschied zu den Leistungen oder Abschlüssen besteht, die ersetzt werden sollen. Der Antrag muss innerhalb des ersten Semesters nach Immatrikulation am KIT gestellt werden.

Zuständig für Anerkennung und Anrechnung ist der Prüfungsausschuss, der unter Einbeziehung der fachlichen Prüfung durch den **zuständigen Fachvertreter** über die Anerkennung entscheidet. Anerkannte Leistungen, die nicht am KIT erbracht wurden, werden im Notenauszug als „anerkannt“ ausgewiesen.

## 5.2 Benotung

Wenn es sich um ein vergleichbares Notensystem handelt, wird die Note der anzuerkennenden Leistung übernommen. Bei nicht vergleichbaren Notensystemen wird die Note umgerechnet.
Prüfungsleistungen, die anstelle einer benoteten Prüfungsleistung anerkannt werden sollen, müssen ebenfalls benotet sein.

## 5.3 Vorgehensweise

1. **Gehen Sie zunächst zu einer Fachprüferin oder einem Fachprüfer*** und legen Sie dort das **Antragsformular** zusammen mit den erforderlichen Unterlagen vor.**
   **Wichtig**: Anerkennungen müssen innerhalb des ersten Semesters nach Immatrikulation beim Prüfungsausschuss beantragt werden.
2. Besteht Gleichwertigkeit im Hinblick auf die erworbenen Kompetenzen (Qualifikationsziele), wird dies mit **Stempel und Unterschrift durch die Fachprüferin oder den Fachprüfer** bestätigt.
3. **Geben Sie dann den fertig ausgefüllten und unterschriebenen Antrag zusammen mit dem entsprechenden Notenauszug im Büro des Prüfungsausschusses ab**.

**Hinweis zu Auslandsprüfungsleistungen**
Bei Anerkennung von Prüfungsleistungen aus einem Auslandssemester ist es empfehlenswert, vor dem Auslandsaufenthalt die geplanten Auslandsprüfungsleistungen im Hinblick auf die spätere Anerkennung mit einem Fachstudienberater zu besprechen.

*Wenn Sie eine Leistung anstelle eines KIT-Moduls anerkennen lassen möchten, wenden Sie sich für die Fachprüfung an die/den Modulverantwortliche/n des KIT-Moduls. Für Anerkennungen im Wahlbereich/Interdisziplinären Fach/Profilierungsfach wenden Sie sich an eine/n der Fachstudienberater*innen der Fakultät ETIT.

**Für die Anerkennung erforderlich sind Unterlagen, auf denen die der Anerkennung zugrundeliegenden Prüfungsleistungen dokumentiert sind. (Zeugnisse, Transcript of Records, Auszüge aus dem Modulhandbuch, Skripte o.ä.). Bei Unterlagen, die nicht in deutscher oder englischer Sprache vorliegen, kann eine amtlich beglaubigte Übersetzung verlangt werden.

---

**Falls Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich gerne an den Studiengangservice Bachelor und Master:**

Studiengangservice Bachelor:

bachelor-info@etit.kit.edu, Tel.: 0721/608-42636 oder -42746, Geb. 30.36, 1. OG, Raum 117

Studiengangservice Master

master-info@etit.kit.edu, Tel.: 0721/608-42469, Geb. 30.36, 1. OG, Raum 115

# 6 Ansprechpartner*innen und Beratung

**Fachliche Beratung:**
Fachstudienberater*innen der Fakultät

**Allgemeine Beratung:**
Referentinnen des Studiengangservice Master (MPA), Gebäude 30.36, 1. OG, Raum 115,
E-Mail: master-info@etit.kit.edu (Beratung z.B. zu Studienablaufplanung, Prüfungsordnung, Einzelfallproblemen, Anträgen etc. sowie zu Abläufen an der KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik)

# 7 Herausgeber

KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
76131 Karlsruhe
www.etit.kit.edu
Studiendekan:
Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Modulkoordination (modulkoordination@etit.kit.edu):
Tanja Henkenhaf
Dr. Andreas Barth

# 8 Aufbau des Studiengangs

| Pflichtbestandteile | |
|---|---|
| Masterarbeit | 30 LP |
| Berufspraktikum | 15 LP |
| Vertiefungsrichtung | 69 LP |
| Überfachliche Qualifikationen | 6 LP |

## 8.1 Masterarbeit

**Leistungspunkte**
30

| Pflichtbestandteile | | |
|---|---|---|
| M-ETIT-100574 | Masterarbeit | 30 LP |

## 8.2 Berufspraktikum

**Leistungspunkte**
15

| Berufspraktikum (Wahl: 1 Bestandteil) | | |
|---|---|---|
| M-ETIT-100575 | Berufspraktikum | 15 LP |

## 8.3 Vertiefungsrichtung

**Leistungspunkte**
69

**Bitte beachten Sie bei Ihrer Wahl: Im Bereich der wählbaren Module können max. 1 Praktikum im Umfang von 6 LP oder 2 Workshops im Umfang von je 3 LP belegt werden.**

| Wahlpflichtbereich (Wahl: mindestens 1 Bestandteil sowie zwischen 69 und 99 LP) | | |
|---|---|---|
| M-ETIT-103802 | Adaptive Optics | 3 LP |
| M-ETIT-100507 | Aktuelle Themen der Solarenergie | 3 LP |
| M-ETIT-100444 | Angewandte Informationstheorie | 6 LP |
| M-ETIT-100565 | Antennen und Mehrantennensysteme | 5 LP |
| M-ETIT-100416 | Aufbau und Betrieb von Leistungstransformatoren | 3 LP |
| M-ETIT-102200 | Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme | 3 LP |
| M-ETIT-100377 | Batterie- und Brennstoffzellensysteme | 3 LP |
| M-ETIT-100532 | Batterien und Brennstoffzellen | 5 LP |
| M-ETIT-100384 | Bildgebende Verfahren in der Medizin I | 3 LP |
| M-ETIT-100385 | Bildgebende Verfahren in der Medizin II | 3 LP |
| M-ETIT-102651 | Bildverarbeitung | 3 LP |
| M-ETIT-100549 | Bioelektrische Signale | 3 LP |
| M-ETIT-100387 | Biomedizinische Messtechnik I | 3 LP |
| M-ETIT-100388 | Biomedizinische Messtechnik II | 3 LP |
| M-ETIT-101834 | Business Innovation in Optics and Photonics | 4 LP |
| M-ETIT-105616 | Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage | 3 LP |
| M-ETIT-105617 | Channel Coding: Graph-Based Codes | 6 LP |
| M-ETIT-100539 | Communication Systems and Protocols | 5 LP |
| M-ETIT-100541 | Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt | 3 LP |
| M-ETIT-100466 | Design analoger Schaltkreise | 4 LP |
| M-ETIT-100473 | Design digitaler Schaltkreise | 4 LP |
| M-ETIT-105618 | Die Energiewende im Stromtransportnetz | 3 LP |
| M-ETIT-102266 | Digital Hardware Design Laboratory | 6 LP |
| M-ETIT-103450 | Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises | 6 LP |
| M-ETIT-105415 | Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar | 4 LP |
| M-ETIT-101847 | Dosimetrie ionisierender Strahlung | 3 LP |
| M-ETIT-105916 | Echtzeitregelung elektrischer Antriebe neu<br>*Die Erstverwendung ist ab 01.10.2022 möglich.* | 6 LP |
| M-INFO-100736 | Einführung in die Bildfolgenauswertung | 3 LP |
| M-WIWI-100498 | Einführung in die Energiewirtschaft | 5 LP |
| M-ETIT-100432 | Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker | 4 LP |
| M-ETIT-105394 | Electric Power Transmission & Grid Control | 4 LP |
| M-ETIT-100386 | Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields | 4 LP |
| M-ETIT-100572 | Elektrische Energienetze | 6 LP |
| M-MACH-102692 | Elektrische Schienenfahrzeuge | 4 LP |
| M-ETIT-100511 | Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser | 3 LP |
| M-ETIT-100410 | Elektronische Systeme und EMV | 3 LP |
| M-ETIT-100419 | Energietechnisches Praktikum | 6 LP |
| M-ETIT-100534 | Energieübertragung und Netzregelung | 5 LP |
| M-ETIT-100413 | Energiewirtschaft | 3 LP |
| M-ETIT-101969 | Energy Storage and Network Integration | 4 LP |
| M-ETIT-100515 | Entwurf elektrischer Maschinen | 5 LP |
| M-ETIT-105701 | Entwurf von Mikrowellenmodulen | 3 LP |
| M-ETIT-100407 | Erzeugung elektrischer Energie | 3 LP |
| M-ETIT-101919 | Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices | 3 LP |
| M-ETIT-103043 | Fertigungsmesstechnik | 3 LP |
| M-ETIT-100566 | Field Propagation and Coherence | 4 LP |
| M-ETIT-103241 | Funkempfänger | 3 LP |
| M-MACH-100501 | Grundlagen der Fahrzeugtechnik I | 8 LP |
| M-MACH-100502 | Grundlagen der Fahrzeugtechnik II | 4 LP |

| | | |
|---|---|---|
| M-ETIT-100483 | Grundlagen der Plasmatechnologie | 3 LP |
| M-ETIT-100449 | Hardware Modeling and Simulation | 4 LP |
| M-ETIT-100453 | Hardware/Software Co-Design | 4 LP |
| M-ETIT-100452 | Hardware-Synthese und -Optimierung | 6 LP |
| M-ETIT-100521 | Hochleistungsmikrowellentechnik | 3 LP |
| M-ETIT-100398 | Hochleistungsstromrichter | 3 LP |
| M-ETIT-100417 | Hochspannungsprüftechnik | 4 LP |
| M-ETIT-105060 | Hochspannungstechnik | 6 LP |
| M-ETIT-103264 | Informationsfusion | 4 LP |
| M-ETIT-100367 | Informationstechnik in der industriellen Automation | 3 LP |
| M-ETIT-100530 | Integrated Systems of Signal Processing | 3 LP |
| M-ETIT-100457 | Integrierte Intelligente Sensoren | 3 LP |
| M-ETIT-100474 | Integrierte Systeme und Schaltungen | 4 LP |
| M-ETIT-103076 | Interfakultatives Team-Projekt | 6 LP |
| M-ETIT-105461 | Introduction to automotive and industrial Lidar technology | 3 LP |
| M-INFO-100819 | Kognitive Systeme | 6 LP |
| M-ETIT-105593 | Kommunikationskonzepte und E/E-Architekturen für digitale, vernetzte Fahrzeuge | 3 LP |
| M-ETIT-105402 | Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering | 6 LP |
| M-ETIT-105467 | Labor Regelungstechnik | 6 LP |
| M-ETIT-100518 | Labor Schaltungsdesign | 6 LP |
| M-ETIT-100434 | Laser Metrology | 3 LP |
| M-ETIT-100435 | Laser Physics | 4 LP |
| M-ETIT-100533 | Leistungselektronik | 5 LP |
| M-ETIT-102261 | Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie | 3 LP |
| M-ETIT-100406 | Leistungselektronische Systeme für regenerative Energiequellen | 3 LP |
| M-ETIT-100485 | Lichttechnik | 4 LP |
| M-ETIT-100512 | Light and Display Engineering | 4 LP |
| M-ETIT-100577 | Lighting Design - Theory and Applications | 3 LP |
| M-ETIT-104988 | Machine Learning and Optimization in Communications | 4 LP |
| M-WIWI-105003 | Maschinelles Lernen 1 | 5 LP |
| M-WIWI-105006 | Maschinelles Lernen 2 | 5 LP |
| M-MACH-101923 | Machine Vision | 8 LP |
| M-INFO-103154 | Mehrdimensionale Signalverarbeitung und Bildauswertung mit Graphikkarten und anderen Mehrkernprozessoren | 3 LP |
| M-INFO-100729 | Mensch-Maschine-Interaktion | 6 LP |
| M-INFO-100824 | Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen | 3 LP |
| M-ETIT-100540 | Methoden der Signalverarbeitung | 6 LP |
| M-MACH-100487 | Mikroaktorik | 4 LP |
| M-ETIT-100454 | Mikrosystemtechnik | 3 LP |
| M-ETIT-100424 | Mikrowellenmesstechnik | 4 LP |
| M-ETIT-100535 | Mikrowellentechnik/Microwave Engineering | 5 LP |
| M-ETIT-101968 | Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen | 4 LP |
| M-ETIT-105464 | MMIC Design Laboratory | 6 LP |
| M-ETIT-100508 | Modellbildung elektrochemischer Systeme | 3 LP |
| M-ETIT-100427 | Modern Radio Systems Engineering | 4 LP |
| M-INFO-100825 | Mustererkennung | 6 LP |
| M-ETIT-105274 | Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II | 4 LP |
| M-ETIT-105604 | Nano- and Quantum Electronics | 6 LP |
| M-ETIT-102671 | Navigationssysteme für den Straßen- und Schienenverkehr | 3 LP |
| M-ETIT-100371 | Nichtlineare Regelungssysteme | 3 LP |
| M-ETIT-100430 | Nonlinear Optics | 6 LP |

| | | |
|---|---|---|
| M-ETIT-100392 | Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I | 1 LP |
| M-ETIT-100393 | Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik II | 1 LP |
| M-MATH-105831 | Numerical Methods | 5 LP |
| M-ETIT-102311 | Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen | 4 LP |
| M-ETIT-100464 | Optical Design Lab | 6 LP |
| M-ETIT-100456 | Optical Engineering | 4 LP |
| M-ETIT-103270 | Optical Networks and Systems | 4 LP |
| M-ETIT-103252 | Optical Systems in Medicine and Life Science | 3 LP |
| M-ETIT-100436 | Optical Transmitters and Receivers | 6 LP |
| M-ETIT-100506 | Optical Waveguides and Fibers | 4 LP |
| M-ETIT-102310 | Optimale Regelung und Schätzung | 3 LP |
| M-ETIT-100531 | Optimization of Dynamic Systems | 5 LP |
| M-ETIT-100486 | Optische Technologien im Automobil | 3 LP |
| M-ETIT-100509 | Optoelectronic Components | 4 LP |
| M-ETIT-100480 | Optoelektronik | 4 LP |
| M-ETIT-100484 | Optoelektronische Messtechnik | 3 LP |
| M-ETIT-100519 | Photometrie und Radiometrie | 3 LP |
| M-ETIT-104485 | Photonics and Communications Lab | 6 LP |
| M-ETIT-100513 | Photovoltaik | 6 LP |
| M-ETIT-100411 | Photovoltaische Systemtechnik | 3 LP |
| M-ETIT-105468 | Physical and Data-Based Modelling | 6 LP |
| M-ETIT-105608 | Physics, Technology and Applications of Thin Films | 4 LP |
| M-ETIT-100390 | Physiologie und Anatomie I | 3 LP |
| M-ETIT-100391 | Physiologie und Anatomie II | 3 LP |
| M-ETIT-100481 | Plasmastrahlungsquellen | 4 LP |
| M-ETIT-100475 | Plastic Electronics / Polymerelektronik | 3 LP |
| M-ETIT-103338 | Platzhaltermodul Vertiefungsrichtung | 3 LP |
| M-ETIT-100360 | Prädiktive Fahrerassistenzsysteme | 3 LP |
| M-ETIT-102264 | Praktikum Entwurf digitaler Systeme | 6 LP |
| M-ETIT-100381 | Praktikum Batterien und Brennstoffzellen | 6 LP |
| M-ETIT-100389 | Praktikum Biomedizinische Messtechnik | 6 LP |
| M-ETIT-100364 | Praktikum Digitale Signalverarbeitung | 6 LP |
| M-ETIT-100401 | Praktikum Elektrische Antriebe und Leistungselektronik | 6 LP |
| M-ETIT-100415 | Praktikum Informationssysteme in der elektrischen Energietechnik | 6 LP |
| M-ETIT-100365 | Praktikum Mikrocontroller und digitale Signalprozessoren | 6 LP |
| M-ETIT-105300 | Praktikum Mikrowellentechnik | 6 LP |
| M-ETIT-100468 | Praktikum Nanoelektronik | 6 LP |
| M-ETIT-100470 | Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA | 6 LP |
| M-ETIT-102350 | Praktikum Solarenergie | 6 LP |
| M-ETIT-102356 | Praktikum Lichttechnik | 6 LP |
| M-ETIT-103448 | Praktikum Mechatronische Messsysteme | 6 LP |
| M-ETIT-100442 | Praktikum Nachrichtentechnik | 6 LP |
| M-ETIT-100478 | Praktikum Nanotechnologie | 6 LP |
| M-ETIT-100477 | Praktikum Optoelektronik | 6 LP |
| M-ETIT-100460 | Praktikum Software Engineering | 6 LP |
| M-ETIT-105605 | Praktikum Supraleitende Quantenelektronik | 6 LP |
| M-ETIT-100451 | Praktikum System-on-Chip | 6 LP |
| M-ETIT-100394 | Praxis elektrischer Antriebe | 4 LP |
| M-ETIT-102569 | Praxis leistungselektronischer Systeme | 3 LP |
| M-ETIT-104475 | Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen | 4 LP |

| | | |
|---|---|---|
| M-ETIT-105594 | Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning | 3 LP |
| M-ETIT-105606 | Quantum Detectors and Sensors | 6 LP |
| M-ETIT-105273 | Quellencodierung | 3 LP |
| M-ETIT-100420 | Radar Systems Engineering | 6 LP |
| M-ETIT-100562 | Radiation Protection | 3 LP |
| M-ETIT-105124 | Radio-Frequency Electronics | 5 LP |
| M-ETIT-105123 | Radio Frequency Integrated Circuits and Systems | 6 LP |
| M-ETIT-105915 | Regelung leistungselektronischer Systeme neu | 6 LP |
| M-ETIT-100374 | Regelung linearer Mehrgrößensysteme | 6 LP |
| M-INFO-100820 | Robotik in der Medizin | 3 LP |
| M-INFO-100893 | Robotik I - Einführung in die Robotik | 6 LP |
| M-INFO-102756 | Robotik II: Humanoide Robotik | 3 LP |
| M-INFO-104897 | Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik | 3 LP |
| M-ETIT-105272 | Satellite Communications | 3 LP |
| M-ETIT-100399 | Schaltungstechnik in der Industrieelektronik | 3 LP |
| M-ETIT-105306 | Semiconductor Process Technologies | 3 LP |
| M-ETIT-100441 | Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik | 4 LP |
| M-ETIT-105321 | Seminar Batterien II | 3 LP |
| M-ETIT-105322 | Seminar Brennstoffzellen II | 3 LP |
| M-ETIT-100455 | Seminar Eingebettete Systeme | 3 LP |
| M-ETIT-105629 | Seminar Elektrokatalyse | 3 LP |
| M-ETIT-100396 | Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik | 4 LP |
| M-ETIT-103447 | Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting | 3 LP |
| M-ETIT-105615 | Seminar on Applied Superconductivity | 3 LP |
| M-ETIT-100428 | Seminar Radar and Communication Systems | 4 LP |
| M-ETIT-100380 | Seminar Sensorik | 3 LP |
| M-ETIT-105607 | Seminar über Quantentechnologische Detektoren und Sensoren | 3 LP |
| M-ETIT-100378 | Sensoren | 3 LP |
| M-INFO-104877 | Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration | 3 LP |
| M-ETIT-100443 | Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik | 4 LP |
| M-ETIT-101971 | Single-Photon Detectors | 4 LP |
| M-ETIT-100524 | Solar Energy | 6 LP |
| M-ETIT-100450 | Software Engineering | 3 LP |
| M-ETIT-100439 | Software Radio | 3 LP |
| M-ETIT-100545 | Space-Born Microwave Radiometry - Advanced Methods and Applications | 3 LP |
| M-ETIT-103042 | Spaceborne Radar Remote Sensing | 6 LP |
| M-INFO-100829 | Stochastische Informationsverarbeitung | 6 LP |
| M-ETIT-100400 | Stromrichtersteuerungstechnik | 3 LP |
| M-ETIT-105073 | Student Innovation Lab | 15 LP |
| M-ETIT-105521 | Superconducting Materials | 6 LP |
| M-ETIT-105609 | Superconducting Nanowire Detectors | 3 LP |
| M-ETIT-105611 | Superconductivity for Engineers | 5 LP |
| M-ETIT-100537 | Systems and Software Engineering | 5 LP |
| M-ETIT-100462 | Systems Engineering for Automotive Electronics | 4 LP |
| M-ETIT-105465 | Team Project: Sensors and Electronics | 3 LP |
| M-ETIT-101835 | Technische Akustik | 3 LP |
| M-ETIT-100538 | Technische Optik | 5 LP |
| M-INFO-100801 | Telematik | 6 LP |
| M-ETIT-100546 | Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld | 4 LP |
| M-MACH-102388 | Thermische Solarenergie | 4 LP |

| | | |
|---|---|---|
| M-ETIT-100560 | Ultraschall-Bildgebung | 3 LP |
| M-ETIT-104493 | Verifizierte numerische Methoden | 4 LP |
| M-ETIT-100361 | Verteilte ereignisdiskrete Systeme | 4 LP |
| M-ETIT-100497 | Visuelle Wahrnehmung im KFZ | 3 LP |
| M-ETIT-100555 | Workshop Finite Elemente Methode in der Elektromagnetik | 3 LP |

## 8.4 Überfachliche Qualifikationen

**Leistungspunkte**
6

| **Pflichtbestandteile** | | |
|---|---|---|
| M-ETIT-105767 | Überfachliche Qualifikationen | 6 LP |

# 9 Module

## M 9.1 Modul: Adaptive Optics [M-ETIT-103802]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Lemmer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 3 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-107644 | Adaptive Optics | 3 LP | Lemmer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: Oral examination

Duration of Examination: approx. 30 Minutes

Modality of Exam: The oral exam will be scheduled during the semester break.

**Voraussetzungen**
None.

**Qualifikationsziele**
The students will:

- get familiar with Fourier description of imaging through aberrated optical systems and random media,
- understand the description of aberrations through Zernike modes,
- learn how to analytically compute the effects of turbulence on various optical observables such as image/beam motion, temporal power spectra, Zernike modes, scintillation, etc.,
- understand the effect of noise on various quantities and metrics pertinent to the design of adaptive optical systems,
- understand the advantages and disadvantages of various schemes for wavefront sensing and correction,
- learn how to simulate and design simple adaptive optics systems.

**Inhalt**
Adaptive optics is a technology of correcting the effect of atmospheric turbulence on images of space objects and on laser beams propagating through random and highly aberrated media such as turbulence, tissue, and the inside of the human eye, to name just a few applications. The course will familiarize the students with theoretical basics of light propagation through random media, principles of wavefront sensing and reconstruction, as well as wavefront correction with deformable mirrors. The students will also receive solid introduction to statistical optics, the Kolmogorov theory of turbulence, practical aspects of turbulence simulation and modelling of adaptive optics.

1. Theory of turbulence (covariances, structure functions, power spectra, inertial range, dimensional argument of Kolmogorov)
2. Fourier optics (point-spread function, modulation transfer function)
3. Statistical optics (characteristic function, probability density function)
4. Sources and description of aberrations (Zernike polynomials, orthogonality, Marechal criterion)
5. Adaptive optics systems (open- and closed-loop systems, error budgets, tip-tilt correction)
6. Wavefront sensing (Shack-Hartmann wavefront sensor, wavefront reconstruction, wavefront-sensorless AO)
7. Wavefront correction (tip-tilt mirrors, deformable mirrors, piezoelectric effect, microelectromechanical systems, electrostatic actuation)
8. Simulation of adaptive optical systems (analytic vs. end-to-end modelling)
9. Propagation of laser beams through atmospheric turbulence (Gaussian beams, Rytov theory, scintillation index, beam wander)
10. Modelling of free-space optical communication systems (aperture averaging, mean signal-to-noise ratio, false-alarm rate and fade probability, bit error-rate)

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
total 90 h, hereof 30 h contact hours and 60 h homework and self-studies

**Empfehlungen**
Basic knowledge of statistics.

**Literatur**
Robert K. Tyson, Principles of Adaptive Optics, CRC Press

Michael C. Roggemann, Byron M. Welsh, Imaging through Turbulence, CRC Press

# M 9.2 Modul: Aktuelle Themen der Solarenergie [M-ETIT-100507]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Powalla
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100780 | Aktuelle Themen der Solarenergie | 3 LP | Powalla |

**Voraussetzungen**
keine

# M 9.3 Modul: Angewandte Informationstheorie [M-ETIT-100444]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100748 | Angewandte Informationstheorie | 6 LP | Jäkel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Studierende beherrschen die Methoden und Begriffe der Informationstheorie und können diese zur Analyse nachrichtentechnischer Fragestellungen anwenden.

Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, den Informationsgehalt von Quellen und den Informationsfluss in Systemen zu untersuchen und deren Bedeutung für die Realisierung nachrichtentechnischer Systeme zu bewerten.

**Inhalt**
Die von Shannon begründete Informationstheorie stellt einen zentralen Ansatzpunkt für nahezu alle Fragen der Codierung und der Verschlüsselung dar. Um spätere Betrachtungen auf eine solide Grundlage zu stellen, werden zu Beginn der Vorlesung die Begriffe der Informationstheorie erarbeitet. Anschließend werden diese auf verschiedene Teilgebiete der Nachrichtentechnik und der Signalverarbeitung angewendet und zu deren Analyse eingesetzt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 3 h = 45 h
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 15 * 6 h = 90 h
3. Präsenzzeit Übung: 15 * 1 h = 15 h
4. Vor-/Nachbereitung Übung: 15 * 2 h = 30 h
5. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet

Insgesamt: 180 h = 6 LP

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung „Wahrscheinlichkeitstheorie“ wird empfohlen.

# M 9.4 Modul: Antennen und Mehrantennensysteme [M-ETIT-100565]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 3 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106491 | Antennen und Mehrantennensysteme | 5 LP | Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
Das Modul "Antennen und Antennensysteme" darf nicht begonnen oder abgeschlossen sein.

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen ein vertieftes Wissen zu Antennen und Antennensystemen. Hierzu gehören Funktionsweise, Berechnungsmethoden aber auch Aspekte der praktischen Umsetzung. Sie sind in der Lage, die Funktionsweise beliebiger Antennen zu verstehen sowie Antennen mit vorgegebenen Eigenschaften zu entwickeln und dimensionieren.

**Inhalt**
Die Vorlesung vermittelt die feldtheoretischen Grundlagen sowie die Funktionsweise aller wesentlichen Antennenstrukturen. Die Funktionsweise von Antennenarrays wird zusätzlich über Matlab-Übungen visualisiert. Des Weiteren werden Antennenmessverfahren vermittelt, sowie ein Einblick in moderne Antennen- und Mehrantennensysteme. Daneben wird ein praxisorientierter Workshop zum rechnergestützten Entwurf und zur Simulation von Antennen durchgeführt, in dem die Studierenden das Softwaretool CST einsetzen lernen und damit selbständig Antennendesignaufgaben durchführen. Einzelne Antennen werden anschließend aufgebaut und vermessen sodass die Studierenden den gesamten Prozess kennen lernen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzstudienzeit Vorlesung/Übung: 30 h

Präsenzstudienzeit Rechnerübung CST/MATLAB: 30h

Selbststudienzeit inkl. Prüfungsvorbereitung: 90 h

Insgesamt 150 h = 5 LP

# M 9.5 Modul: Aufbau und Betrieb von Leistungstransformatoren [M-ETIT-100416]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Michael Schäfer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101925 | Aufbau und Betrieb von Leistungstransformatoren | 3 LP | Leibfried, Schäfer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen die Grundlagen der elektromagnetischen Auslegung von Leistungstransformatoren wie sie in der Energieübertragung eingesetzt werden. Der Aufbau und die verwendeten Komponenten und die verwendeten Technologien und Materialien sind bekannt. das Betriebsverhalten von Leistungstransformatoren kann berechnet werden. Die für den Betrieb und die Instandhaltung von Transformatoren wichtigen Aspekte sind bekannt. Die Studierenden kennen die wichtigsten Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen und sind in der Lage die erworbenen Kenntnisse auch auf andere Hochspannungsbetriebs-mittel anzuwenden.

**Inhalt**
Fachvorlesung zu Leistungstransformatoren. Schwerpunkte der Vorlesung sind die physikalischen Grundlagen und deren Anwendung beim Entwurf von Leistungstransformatoren. Darauf aufbauend werden die verschiedenen Bauformen und Anwendungsfälle mit ihren Besonderheiten behandelt. Abschließend wird auf Forschungstrends und die Weiterentwicklung von Transformatoren eingegangen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzstudienzeit: 30 h

Selbststudienzeit: 45 h

Insgesamt 75 h = 3 LP

# M 9.6 Modul: Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme [M-ETIT-102200]

**Verantwortung:** Dr. Thomas Blank
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104518 | Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme | 3 LP | Blank |

**Erfolgskontrolle(n)**
Mündliche Prüfung

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen und verstehen Methoden zur Herstellung leistungselektronischer Systeme. Sie sind in der Lage, die Systeme gemäß der thermischen und elektrischen Systemanforderungen zu entwerfen und kennen die Verfahren zur automatisierten Herstellung der Systeme. Die Studierenden verstehen die Abhängigkeiten zwischen Komponenten und Materialien für den Aufbau von leistungselektronischen Systemen.

Sie können Module hinsichtlich thermischer und parasitärer elektrische Eigenschaften analysieren sowie die Anforderungen die erforderliche Qualität unter realen und simulierten Einsatzbedingung beschreiben und analysieren.

**Inhalt**
In der Vorlesung werden Verfahren und Methoden zur Herstellung von leistungselektronischen Modulen für Stromrichter der Antriebs- und Energietechnik eingehend beschrieben. Ausgehend von dem klassischen Modulaufbau werden AVT-relevante Komponenteneigenschaften ermittelt und Ihre Wechselwirkung mit der Systemfunktionalität und Fertigungstechnologien beschrieben. Herstellverfahren sowie Test- und Qualifikationsmethoden für zuverlässige sowie eine Einführung in die FE-Simulation runden das Programm ab. Die Vorlesung gibt einen Überblick über Herstellverfahren sowie dem Optimierungspotenzial leistungselektronischer Systeme durch innovative Methoden der AVT.

- Einleitung: Aufbauarten von Leistungshalbleitermodulen
- Produktentstehungsprozesse
- AVT spezifische Funktionalisierungselemente leistungselektronischer Komponenten wie Substrate, Leiterplatten für die Leistungselektronik, Bare Dies, Bonddrähte, ...
- Materialien zur Herstellung leistungselektronischer Module
- Intermetallische Phasen und Oberflächenfunktionalisierung
- Fertigungsprozesse (Löten, Sintern, US-Schweißen, ...)
- Qualitätssicherung / Methoden zur Ermittlung der Zuverlässigkeit (nach LV324)
- Isolationseigenschaften von Substraten
- Analytische Charakterisierungsmethoden
- Einführung in die thermische und elektrische FE-Simulation
- Exkursion Fertigungseinrichtung für Leistungshalbleiter

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Notenbildung ergibt sich aus der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (LP, Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand des Studierenden. Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

1. Präsenzzeiten in der Vorlesung,
2. Vor-/Nachbereitung der Vorlesung,
3. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in der Prüfung.

**Empfehlungen**
Elektrische Maschinen und Stromrichter, Leistungselektronik

# M 9.7 Modul: Batterie- und Brennstoffzellensysteme [M-ETIT-100377]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andre Weber
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100704 | Batterie- und Brennstoffzellensysteme | 3 LP | Weber |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Nach Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die an praktischen Beispielen vermittelten Grundlagen, die zur Entwicklung eines Batterie- oder Brennstoffzellensystems erforderlich sind.

**Inhalt**
In der Vorlesung Batterie- und Brennstoffzellensysteme werden die in der Vorlesung Batterien und Brennstoffzellen behandelten Themen vertieft, aktuelle Entwicklungen vorgestellt und speziell die systemrelevanten Aspekte der Technologien behandelt. Im ersten Teil der Vorlesung werden Brennstoffzellensysteme und deren Komponenten diskutiert. Es wird auf die Integration der verschiedenen Nieder- und Hochtemperaturbrennstoffzellentypen in Systeme eingegangen, die unterschiedlichen Anforderungen an die Brennstoffaufbereitung vorgestellt und die bisher umgesetzten Systemkonzepte verglichen. Im zweiten Teil der Vorlesung werden Batteriesysteme für Hybrid- und Elektrofahrzeuge vorgestellt und auf die in diesen verwendeten Batterien und Zellen eingegangen. Den Schwerpunkt bilden Lithium-Ionen Batteriesysteme, dabei werden Ladestrategien und Schaltungen für den Ladungsausgleich, Sicherheitskonzepte auf Zell- und Batterieebene sowie BMS-Systeme diskutiert. Im letzten Teil der Vorlesung werden alternative elektrochemische Energiespeicher wie Redox-Flow Batterien und Elektrolyseure vorgestellt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenszeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
3. Prüfungsvorbereitung und Präsens in selbiger: 30 h

Insgesamt: 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Die Inhalte der Vorlesung „Batterien und Brennstoffzelle“ werden als bekannt vorausgesetzt. Studierenden, die diese Vorlesung (noch) nicht gehört haben, wird empfohlen das Skript zu dieser Vorlesung vorab durchzuarbeiten.

# M 9.8 Modul: Batterien und Brennstoffzellen [M-ETIT-100532]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ulrike Krewer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100983 | Batterien und Brennstoffzellen | 5 LP | Krewer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden erlangen ein Verständnis für den Aufbau und die Wirkungsweise von Batterien und Brennstoffzellen. Sie erlenen vertiefte Kenntnisse über Werkstoffe, Baukonzepte, Messverfahren, die Messdatenanalyse und Modellierung, die ihnen einen praxisnahen Einblick in aktuelle Anwendungsgebiete und Forschungsthemen von elektrochemischen Energiespeichern und -wandlern (Brennstoffzellen) ermöglichen. Sie sind in der Lage, mit Spezialisten verwandter Disziplinen auf dem Gebiet der Batterien und Brennstoffzellen zu kommunizieren und können in der Gesellschaft aktiv zum Meinungsbildungsprozess in Bezug auf energietechnische Fragestellungen beitragen.

**Inhalt**
Behandelt werden Brennstoffzellen und Batterien, die in innovativen Anwendungen der Energie- und Umwelttechnik eingesetzt werden. Die Veranstaltung gliedert sich in drei Abschnitte. Zunächst werden Grundlagen der Thermodynamik, Elektrochemie und die verlustbehafteten Stofftransportvorgänge bei der Energiewandlung besprochen. Im zweiten Abschnitt werden Aufbau und Funktionsprinzip von Brennstoffzellen behandelt sowie die wichtigsten Ansätze zur elektrischen Charakterisierung und Modellierung vorgestellt. Anwendungen in mobilen und stationären Systemen der Verkehrs- und Energietechnik werden diskutiert. Im dritten Abschnitt werden die elektrochemischen Energiespeicher behandelt, der Schwerpunkt liegt hier auf den Hochleistungsbatterien für die Elektrotraktion. Hier werden Entwicklungen zur Steigerung von Energiedichte und Leistungsdichte vorgestellt, sowie die elektrische Charakterisierung und Modellierung von Batterien.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 6 h = 90 h
3. Präsenzzeit Übung: 5 * 2 h = 10 h
4. Vor- und Nachbereitungszeit Übung: 5 * 4 h = 20 h
5. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: in Vor- und Nachbereitungszeit verrechnet.

Insgesamt: 150 h = 5 LP

# M 9.9 Modul: Berufspraktikum [M-ETIT-100575]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Berufspraktikum

| Leistungspunkte | Notenskala | Level | Version |
|---|---|---|---|
| 15 | best./nicht best. | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100988 | Berufspraktikum | 15 LP | Hiller |

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Dem Studierenden wird eine Anschauung von berufspraktischer Tätigkeit auf dem Gebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik vermittelt.

# M 9.10 Modul: Bildgebende Verfahren in der Medizin I [M-ETIT-100384]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101930 | Bildgebende Verfahren in der Medizin I | 3 LP | Dössel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden haben ein umfassendes Verständnis für alle Methoden der medizinischen Bildgebung mit ionisierender Strahlung. Sie kennen die physikalischen Grundlagen, die technischen Lösungen und die wesentlichen Aspekte bei der Anwendung der Bildgebung in der Medizin.

**Inhalt**
- Röntgen-Physik und Technik der Röntgen-Abbildung
- Digitale Radiographie, Röntgen-Bildverstärker, Flache Röntgen-detektoren
- Theorie der bildgebenden Systeme, Modulations- Übertragungs-funktion
- und Quanten-Detektions-Effizienz
- Computer Tomographie CT
- Ionisierende Strahlung, Dosimetrie und Strahlenschutz
- SPECT und PET

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzzeit in Vorlesungen (2 h je 15 Termine) = 30 h

Selbststudium (3 h je 15 Termine) = 45 h

Vor-/Nachbereitung = 20 h

Gesamtaufwand ca. 95 Stunden = 3 LP

# M 9.11 Modul: Bildgebende Verfahren in der Medizin II [M-ETIT-100385]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101931 | Bildgebende Verfahren in der Medizin II | 3 LP | Dössel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden haben ein umfassendes Verständnis für alle Methoden der medizinischen Bildgebung ohne ionisierende Strahlung. Sie kennen die physikalischen Grundlagen, die technischen Lösungen und die wesentlichen Aspekte bei der Anwendung der Bildgebung in der Medizin.

**Inhalt**
- Ultraschall-Bildgebung
- Thermographie
- Optische Tomographie
- Impedanztomographie
- Abbildung bioelektrischer Quellen
- Endoskopie
- Magnet-Resonanz-Tomographie
- Bildgebung mit mehreren Modalitäten
- Molekulare Bildgebung

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzzeit in Vorlesungen (2 h je 15 Termine) = 30 h

Selbststudium (3 h je 15 Termine) = 45 h

Vor-/Nachbereitung = 20 h

Gesamtaufwand ca. 95 Stunden = 3 LP

**Empfehlungen**
Die Inhalte des Moduls M-ETIT-100384 werden benötigt.

# M 9.12 Modul: Bildverarbeitung [M-ETIT-102651]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-105566 | Bildverarbeitung | 3 LP | Heizmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen nach Absolvieren des Moduls erweitertes Wissen im Bereich der Bildverarbeitung. Sie sind mit den Grundlagen, Methoden und mit der Praxis der Bildgewinnung und Bildauswertung vertraut.

**Inhalt**
Das Modul behandelt grundlegende und weiterführende Gebiete der Bildverarbeitung. Schwerpunkte des Moduls sind die folgenden Themen: Optische Abbildung; Farbe; Sensoren zur Bildgewinnung; Bildaufnahmeverfahren; Bildsignale; Vorverarbeitung und Bildverbesserung; Segmentierung; Texturanalyse; Detektion.

Hinweis: Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Die Vorbereitung (0,5 h), der Besuch (1,5 h) und die Nachbereitung (1 h) der wöchentlichen Vorlesung sowie die Vorbereitung (40 h) und Teilnahme (2 h) an der Klausur ergibt insgesamt einen Arbeitsaufwand von ca. 80 h.

**Empfehlungen**
Die Kenntnis der Inhalte der Module „Signale und Systeme“ und „Messtechnik“ wird dringend empfohlen. Die Kenntnis der Inhalte des Moduls „Methoden der Signalverarbeitung“ ist von Vorteil.

# M 9.13 Modul: Bioelektrische Signale [M-ETIT-100549]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Axel Loewe
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101956 | Bioelektrische Signale | 3 LP | Loewe |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden verstehen die Physiologie der Bioelektrizität und können ihre grundlegenden Phänomene beschreiben und mathematisch modellieren. Die Studierenden können die mathematischen Modell in Programmcode umsetzen und nutzen. Sie können den Weg zu personalisierten Modellen des menschlichen Körpers beschreiben und algorithmisch umsetzen. Die Studierenden wissen, wie bioelektrische Signale entstehen, wie man sie messen und für die Diagnose in der Medizin auswerten kann.

**Inhalt**
Die Lehrveranstaltung beschäftigt sich mit der Entstehung von elektrischen Signalen im Körper und den Möglichkeiten, wie diese gemessen und interpretiert werden können. Diese Inhalte werden sowohl auf Grundlage der physiologischen Prozesse, als auch anhand von mathematischen Modellen erläutert und umgesetzt. Die mathematischen Modelle werden in Matlab-Übungsaufgaben implementiert und angewendet. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:

- Zellmembranen und Ionenkanäle
- Elektrophysiologie der Zelle & Hodgkin-Huxley-Modell
- Ausbreitung von Aktionspotentialen
- Numerische Feldberechnung im menschlichen Körper
- Messung bioelektrischer Signale
- Elektrokardiographie und Elektrographie, Elektromyographie und Neurographie
- Elektroenzephalogramm, Elektrokortigogramm und Evozierte Potentiale, Magnetoenzephalogramm und Magnetokardiogramm

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung. Voraussetzung zur Teilnahme an der schriftlichen Prüfung ist die Abgabe der Workshopaufgaben. Bei sehr guter mündlicher Diskussion der Workshopaufgaben können für jeden der beiden Workshopteile jeweils 5 Punkte für die Klausur erworben werden (von 100). Die Bonuspunkte finden nur bei bestandener Prüfung Berücksichtigung. Bonuspunkte verfallen nicht und bleiben für eventuell zu einem späteren Zeitpunkt absolvierte Prüfungsleistungen erhalten. Die abschließende Bewertung der Bonusleistung erfolgt durch den Prüfenden und wird nachweisbar dokumentiert.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzzeit Vorlesung: 8 * 1,5h = 12h
Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 8 * 1h = 8h
Workshopaufgaben: 20h + 15h = 35h
Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: 35h
Insgesamt: 90h

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen der Signalverarbeitung und Physiologie sind hilfreich.

Grundlagen zu linearen elektrischen Netzen, Fouriertransformation sowie Differentialgleichungen und linearen Gleichungssystemen und numerischen Lösungsverfahren

# M 9.14 Modul: Biomedizinische Messtechnik I [M-ETIT-100387]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106492 | Biomedizinische Messtechnik I | 3 LP | Nahm |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Es können auch Bonuspunkte vergeben werden. Informationen hierzu finden Sie unter "Modulnote".

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Absolventinnen und Absolventen sind fähig diagnostische Fragestellungen in eine messtechnische Aufgabenstellung zu übersetzt.

Die Absolventinnen und Absolventen können die Grundlagen der analogen Schaltungstechnik, sowie der digitalen Signalerfassung und Signalverarbeitung zur Lösung der messtechnischen Aufgabenstellung anwenden.

Die Absolventinnen und Absolventen können die Quellen von Biosignalen identifiziert und die zugrundeliegenden physiologischen Mechanismen erklärt.

Die Absolventinnen und Absolventen können die Messkette von der Erfassung der physikalischen Messgröße bis zur Darstellung der medizinisch relevanten Information beschrieben und erklärt.

**Inhalt**
Die Vorlesung beschäftigt neben der Entstehung von Biosignalen auch mit Systemen zur Messung von Vitalparametern (Herzfrequenz, Blutdruck, Pulsoxymetrie, Körpertemperatur, EKG):

Im Detail werden dabei folgende Themen näher betrachtet:

- Definition von Biosignal deren Entstehung, Messtechnik, Messsignal und Biosignal
- Physikalisches Messen in der Medizin
    - Definition von physikalischen Basisgrößen, Messprinzip, Messmethode und Messverfahren im Sinne der Messtechnik
    - Definition von Diagnostik und Vorgehen
    - Definition von Monitoring
    - Anforderungen an das Anästhesiemonitoring
- Definition von Vitalfunktionen und deren Bedeutung in der Medizin
    - Sauerstoffversorgung des Gehirns (Blutversorgung, Autoregulation, Interoperative Diagnose)

- Betrachtung von physiologischen Vorgängen und deren physikalische Basisgrößen, sowie Sensoren zum Erfassen und Wandeln der physiologischen Größen.

    - Dabei werden speziell folgenden Sensoren betrachtet:
        - Elektroden,
        - Chemische Sensoren,
        - Drucksensoren
        - optische Sensoren
- Körpertemperatur
    - Temperaturregelung im Körper, Messprinzipien und Messmethoden
- Elektrokardiographie:
    - Signalentstehung, Ableitung, Signalform, Messsystem, Elektrode/ Haut Messprinzip/Differenzmessung, Messkette und Störgrößen
    - Herzratenvariabilität
- Oszillometrie
    - Komponenten des Blutdrucks
    - Druckpuls/Strompuls (Pulswelle)
    - Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Fehlerquellen

- Kontinuierliche invasive und nichtinvasive Blutdruckmessung

    - Volumenkompensationsmethode: Prinzip der entspannten Arterie Funktionsweise, Messsystem Vorteile, Nachteile, Limitierungen
    - Pulstransitzeit-Methode: Zusammenhang Blutdruck-Pulswellengeschwindigkeit Messmethode, Messsystem
- Pulsoxymetrie
    - Hämoglobin / Sauerstoff-Dissoziationskurve, Photometrie / Spektralphotometrie/ Oxymetrie, Auswertung des Volumenpulses, Grenzen der Pulsoxymetrie, Störquellen
- Analoge Messtechnik
    - idealer / realer Operationsverstärker
    - Basisschaltungen von Operationsverstärker
    - Messverstärker
    - Aufbau, Eigenschaften, Dimensionierung von Messsystemen
- Digitale Signalverarbeitung
    - analoge / digitale Signale
    - A / D -Wandler
    - Digitale Filterung
    - Digitale Filtertypen: FIR / IIR Auslegung von Filtern

Elektrische Sicherheit in medizinischen genutzten Bereich nach DIN 60601-1

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.
Es können auch Bonuspunkte vergeben werden:
Die Erreichung von Bonuspunkten funktioniert folgendermaßen:
- die Lösung von Bonusaufgaben erfolgt freiwillig.
- die Studierenden tragen sich im ILIAS in Gruppen zu max. 3 Teilnehmern für eine Bonusaufgabe ein.
- die Lösung der Bonusaufgabe muss zum vorgegebenen Abgabezeitpunkt im ILIAS eingestellt werden.
- die Lösungen werden von den Vorlesungsassistenten gelesen und ggf. korrigiert und freigegeben
- die Gruppen präsentieren ihre Lösungen in der Vorlesung (20 min)
- die Bonuspunkte werden von Dozenten anhand der schriftlichen Lösung und des Vortrags für jeden Studierenden individuell vergeben.
- Jeder Teilnehmer kann maximal 6 Bonuspunkte erwerben.
- Bonuspunkte können nur einmal erworben werden.

Die Anrechnung der Bonuspunkte erfolg folgendermaßen:

- Die Erfolgskontrolle erfolgt in einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von 60 min (max. 60 Punkte)
- Die Klausur besteht aus 6 Aufgaben zu je 5 Punkten und 5 Aufgaben zu 6 Punkten = 11 Aufgaben
- Für die bestandene Bonusaufgabe können max 6 Punkte auf das Klausurergebnis gutgeschrieben werden.
Die Gesamtpunktzahl bleibt dabei auf 60 Punkte beschränkt

**Anmerkungen**
Die Veranstaltung basiert auf einer interaktiven Kombination von Vorlesungsteilen und Seminarteilen. Im Seminarteil sind die Teilnehmer aufgefordert, einzelne Themen der LV in kleinen Gruppen selbstständig vorzubereiten und vorzutragen. Diese Beiträge werden bewertet und die Studenten erhalten hierfür Bonuspunkte. Die Bonuspunkte werden zu den erreichten Punkten der schriftlichen Klausur hinzuaddiert. Aus der Summe der Punkte ergibt sich die Modulnote.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

1. Präsenzzeiten in den Vorlesungen: 22,5 h

2. Vorbereitung und Nachbereitung der Vorlesungen: 57,5

3. Bearbeitung der Aufgabenstellungen und Ausarbeitung der Präsentation: 90,0 h

Gesamtaufwand ca. 90 Stunden = 3 LP

**Empfehlungen**
Grundlagen in physikalischer Messtechnik, analoger Schaltungstechnik und in Signalverarbeitung.

# M 9.15 Modul: Biomedizinische Messtechnik II [M-ETIT-100388]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106973 | Biomedizinische Messtechnik II | 3 LP | Nahm |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Es können auch Bonuspunkte vergeben werden. Informationen hierzu finden Sie unter "Modulnote".

**Voraussetzungen**
Die erfolgreiche Teilnahme am Modul Biomedizinische Messtechnik I ist Voraussetzung.

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden haben medizinische Fragestellungen analysiert und messtechnische Aufgabenstellungen identifiziert.

Sie haben eine geeignete Kombination aus analoger Schaltungstechnik, sowie digitaler Signalverarbeitung vorgeschlagen und zu Lösung der messtechnischen Aufgabenstellung angewandt.

Sie haben die Quellen von Biosignalen identifiziert und die zugrundeliegenden physiologischen Mechanismen erklärt. Sie haben die Signaleigenschaften analysiert und die daraus resultierenden Anforderungen an das Messsystem abgeleitet.

Die Studierenden haben die Messkette von der Erfassung der physikalischen Messgröße bis zur Darstellung der medizinisch relevanten Information aufgegliedert und alternative Konzepte verglichen.

**Inhalt**
- Physiologie
- Sensorik, physikalische/chemisch Messtechnik
- Analoge Verstärkung und Filterung
- Störgrößen, Messfehler
- Analog-Digitalwandlung, digitale Signalverarbeitung, User-Interface
- Patientensicherheit, Standards, Normen

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Es können auch Bonuspunkte vergeben werden:

Die Erreichung von Bonuspunkten funktioniert folgendermaßen:

- die Lösung von Bonusaufgaben erfolgt freiwillig.
- die Studierenden tragen sich im ILIAS in Gruppen zu max. 3 Teilnehmern für eine Bonusaufgabe ein.
- die Lösung der Bonusaufgabe muss zum vorgegebenen Abgabezeitpunkt im ILIAS eingestellt werden.
- die Lösungen werden von den Vorlesungsassistenten gelesen und ggf. korrigiert und freigegeben
- die Gruppen präsentieren ihre Lösungen in der Vorlesung (20 min)
- die Bonuspunkte werden von Dozenten anhand der schriftlichen Lösung und des Vortrags für jeden Studierenden individuell vergeben.
- Jeder Teilnehmer kann maximal 6 Bonuspunkte erwerben.
- Bonuspunkte können nur einmal erworben werden.

Die Anrechnung der Bonuspunkte erfolg folgendermaßen:

- Die Erfolgskontrolle erfolgt in einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von 60 min (max. 60 Punkte)
- Die Klausur besteht aus 6 Aufgaben zu je 5 Punkten und 5 Aufgaben zu 6 Punkten = 11 Aufgaben
- Für die bestandene Bonusaufgabe können max 6 Punkte auf das Klausurergebnis gutgeschrieben werden.
  Die Gesamtpunktzahl bleibt dabei auf 60 Punkte beschränkt.

**Anmerkungen**
Die Veranstaltung basiert auf einer interaktiven Kombination von Vorlesungsteilen und Seminarteilen. Im Seminarteil sind die Teilnehmer aufgefordert, einzelne Themen der LV in kleinen Gruppen selbstständig vorzubereiten und vorzutragen. Diese Beiträge werden bewertet und die Studenten erhalten hierfür Bonuspunkte. DieBonuspunkte werden zu den erreichten Punkte der schriftliche Klausur hinzuaddiert.Aus der Summe der Punkte ergibt sich die Modulnote.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzzeit in Vorlesungen: 2 h je 15 Termine = 30 h

Vor-/Nachbereitung des Stoffes: 4 h je 15 Termine = 60 h

Gesamtaufwand ca. 90 Stunden = 3 LP

**Empfehlungen**
Grundlagen in Physiologie. Grundlagen in physikalischer Messtechnik, gute Vorkenntnisse analoger Schaltungstechnik und in digitaler Signalverarbeitung.

# M 9.16 Modul: Business Innovation in Optics and Photonics [M-ETIT-101834]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104572 | Business Innovation in Optics and Photonics | 4 LP | Dössel, Nahm |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: examination of another type

Duration of Examination: 4 group presentations à 20 minutes (approx.)

Modality of Exam: The exam consists of four group presentations. 2nd day: Technology Presentation. 3rd day: Development plan presentation. 4th day: Business Canvas presentation. Final presentation at Zeiss visit: Business pitch

**Voraussetzungen**
Good knowledge in optics & photonics.

**Qualifikationsziele**
The student has an understanding how innovative concepts for optical and photonics products are transferred into a successful business development. The student knows about and makes first hands on experiences on business development aspects in a technology start up environment. The students acquire specialized knowledge in technologies and applications in the field of smart mobile solutions for optical applications as well as an introduction into the field of patent rights.

The students can organize themselves in groups and distribute and execute tasks. Further they gain competences in the fields teamwork, organization and communication.

The studetns

- understand the implications of intellectual property
- are able to perform data base research
- know how to develop a business plan
- get an understanding of how to design a project
- are able to develop in small groups innovative business cases for a potential future product

**Inhalt**
This course is instructed and presented by external innovation specialists of the R&D, business and management departments of the Carl Zeiss AG.

- Introduction: Examples of existing smart mobile device applications, Brainstorming for ideas
- Technology Introduction: Mobile device technology, Optic components, Display technology (LCD, OLED), Tracking and Sensor Technologies in smart mobile devices
- Group Work Technology
- Group Presentations Technology
- Business Case Development/ Business Plan: Market segmentation, Market research, Essentials of finance, How to write a business plan?
- Management of Intellectual Property (IP): Importance of IP Management, Patent research, Patent claims, Licencing, Patent infringement, Patent litigation
- Project Design: How to run an agile R&D Project?, Traget costing, Networked product development
- Agile project simulation
- Group Work
- Excursion to Carl Zeiss AG in Oberkochen (full day)
- Presentation of results of the group work to the new business experts committee of the Carl Zeiss AG

**Zusammensetzung der Modulnote**
The final grade is the weighted average of the gradings for the four presentations. The three intermediate presentations are each weighted 1, the final presentation is weighted 3.

**Arbeitsaufwand**
total 120 h, thereof 34 h contact hours and 86 h preparation, homework, self-studies and excursion

# M 9.17 Modul: Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage [M-ETIT-105616]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111244 | Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage | 3 LP | Schmalen |

**Erfolgskontrolle(n)**
*The exam is held as an oral exam of 20 Min according to 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO Bachelor/Master Elektrotechnik und Informationstechnik. Grade of the module corresponds to the grade of the oral exam.*

**Voraussetzungen**
*Knowledge of basic engineering as well as basic knowledge of communications engineering.*

**Qualifikationsziele**
*The students are able to analyse and assess problems of algebraic channel coding. They can apply methods of algebraic coding theory in the context of communication systems for data transmission and data storage and are able to assess their implementation.Additionally, they will get knowledge to current research topics and research results.*

**Inhalt**
*This course focuses on the formal and mathematical basics for the design of coding schemes in digital communication systems. These include schemes for data transmission, data storage and networking. The course starts by introducing he necessary fundamentals of algebra which are then used to derive codes for different applications. Besides codes that are important for data transmission appliations, e.g., BCH and Reed-Solomon-Codes, we also investigate codes for the efficient storage and reconstruction of data in distributed systems (locally repairable codes) and codes that increase the throughput in computer networks (network codes). Real applications are always given to discuss practical aspects and implementations of these coding schemes. Many of these applications are illustrated by example code in software (python/MATLAB).*

**Zusammensetzung der Modulnote**
*Grade of the module corresponds to the grade of the oral exam.*

**Arbeitsaufwand**

1. *Attendance to the lecture: 15 * 2 h = 30 h*
2. *Preparation and review: 15 * 4 h = 60 h*
3. *Preparation for the exam: included in preparation and review*
4. *In total: 90 h = 3 LP*

**Empfehlungen**
*Previous attendance of the lectures "Communication Engineering I" and "Probability Theory" is recommended.*

# M 9.18 Modul: Channel Coding: Graph-Based Codes [M-ETIT-105617]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111245 | Channel Coding: Graph-Based Codes | 6 LP | Schmalen |

**Erfolgskontrolle(n)**
Oral examination of appox. 20 minutes.

**Qualifikationsziele**
Students will be able to understand and apply advanced and modern methods of channel coding. They get to know various tools of modern coding theory for the analysis and optimization of coding schemes, conceptual design approaches of error correction building blocks as well as applications in digital communications (for example, 5G). Additionally, they will get knowledge to current research topics and research results.

**Inhalt**
The course expands on the topics dealt with in the lecture “Verfahren der Kanalcodierung”. The focus is on modern methods that have been brought into practice in the past few years and that achieve the capacity limits postulated by Shannon. For this purpose, known techniques have to be extended and new methods have to be learnt additionally. The lecture introduces the theoretical limits very quickly and follows with a discussion on the basic concepts of channel coding, including block codes. Based on this, modern error correction methods like LDPC codes, spatially coupled codes, and Polar codes are treated in depth. The lecture ends with a view on the application of channel coding in classical and distributed storage scenarios and in computer networks. Many of the applications are illustrated with example implementations in software (python/MATLAB).

**Zusammensetzung der Modulnote**
The modul grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
- Lecture attendance time: 15 * 3 h = 45 h
- Presence time Exercise: 15 * 1 h = 15 h
- Lecture preparation / revision: 15 * 3 h = 45 h
- Exercise: 15 * 1 h = 15 h
- Exam preparation and attendance: 60 h

Total workload: approx. 180 h = 6 LP

**Empfehlungen**
Previous attendance of the lectures "Communication Engineering I" and "Probability Theory" is recommended. Knowledge from the lecture "Applied Information Theory" can be helpful. Previous attendance of the lecture “Verfahren der Kanalcodierung” can be helpful, but is not necessary.

# M 9.19 Modul: Communication Systems and Protocols [M-ETIT-100539]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Jens Becker
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101938 | Communication Systems and Protocols | 5 LP | Becker, Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
The examination consists of a written examination of 120 min.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
Participants know basic procedures and methods for developing and operating electronic communication systems. Participants know about current communication systems and know about their applications. Boundary conditions of such systems are known and their relevance for a given problem can be assessed. Given the boundary conditions and specifications, the students are able to design communication system by choosing suitable processes, methods, components and subsystems.

**Inhalt**
The lecture will present the physical and technical basics for the design and construction of communication systems. Procedures and technical implementations for communication between electronic devices are presented. This includes, among other things, modulation methods, line model, arbitration, synchronization mechanisms, error correction mechanisms, multiplexing, communication systems, bus systems and on-chip communication. On the basis of selected practical examples, the application of the lecture contents in real systems is demonstrated.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written exam.

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds to approximately 25-30 hours of work (of the student). This is based on the average student who achieves an average performance. The workload includes:

1. attendance in 15 lectures an 7 exercises: 33 h
2. preparation / follow-up: 66 h (2 h per unit)
3. preparation of and attendance in examination: 24 h + 2 h

A total of 125 h = 5 LP

**Empfehlungen**
Knowledge of the basics from the lecture „Digitaltechnik“ (Lehrveranstaltung Nr. 23615) is helpful.

# M 9.20 Modul: Design analoger Schaltkreise [M-ETIT-100466]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ivan Peric
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100973 | Design analoger Schaltkreise | 4 LP | Peric |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (**20 Minuten**).

**Voraussetzungen**
Zulassung zur mündlichen Prüfung erst nach Vorlage eines schriftlichen Protokolls mit den Ergebnissen der Übungsaufgaben.

**Qualifikationsziele**
Die Studentinnen und Studenten haben Kenntnisse über Funktion und Arbeitsbereiche von bipolaren- und Feldeffekttransistoren. Sie sind in der Lage, die notwendigen Designschritte für analoge Verstärkerschaltungen und den Aufbau von Bias-Schaltungen, Stromquellen und Stromspiegeln durchzuführen. Mit den Kenntnissen über Frequenzgang und Stabilität können Sie Designs von mehrstufigen integrierten Verstärkern optimieren. Die Studierenden haben Kenntnisse über das Entstehen von Rauschen und den Rauschquellen in integrierten Schaltungen. Die Kenntnisse der wichtigsten Designregeln für den Entwurf von analogen integrierten Schaltungen und das Erlernen der einzelnen Schritte für das Design eines integrierten Verstärkers unter Verwendung des ”Cadence Virtuoso Design Environment” bilden eine gute Basis für das Verständnis von hochintegrierten Bauelementen und können gut in andere Bereiche des Studiums übertragen werden.

**Inhalt**
Frequenzverhalten, Rückkopplung und Stabilitätskriterien werden durch einfache Beispiele erklärt.

Aufbau von ein- und mehrstufigen Verstärkern in einer modernen CMOS oder BiCMOS Technologie wird erklärt, beginnend von einfacheren Schaltungen wie der Common-Source-Verstärker bis hin zu mehrstufigen Differenzverstärkern. Dimensionierung von Transistoren und deren Strömen wird besprochen, so dass die Schaltungen typische Spezifikationen wie Bandbreite bei einer Kapazitiven Last, Eingangsimpedanz, Rauschen, Stabilität erfüllen. Die Eigenschaften von intergerieten SiGe bipolaren- und Feldeffektelementen werden analysiert und gegenübergestellt. Weitere Schaltungen wie Strom- und Spannungsreferenzen, Oszillatoren, einfache ADCs werden beschrieben. Mechanismen die Rauschen verursachen werden erklärt. Schaltungen werden mithilfe von ”Cadence Virtuoso Design Environment” in einer modernen 65nm CMOS Technologie entworfen. Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Notenbildung ergibt sich aus der mündlichen Prüfung. Zulassung zur Prüfung erst nach Vorlage eines schriftlichen Protokolls mit den Ergebnissen der Übungsaufgaben.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit in Vorlesungen im Wintersemester 18 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen 24 h
3. Prüfungsvorbereitung 48 h
4. Präsenzzeit in Übungen im Wintersemester 18h

# M 9.21 Modul: Design digitaler Schaltkreise [M-ETIT-100473]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ivan Peric
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100974 | Design digitaler Schaltkreise | 4 LP | Peric |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
Zulassung zur mündlichen Prüfung erst nach Vorlage eines schriftlichen Protokolls mit den Ergebnissen der Übungsaufgaben.

**Qualifikationsziele**
Die Studentinnen und Studenten haben Kenntnisse über Aufbau von logischen Grundelementen und über das statische und das dynamische Verhalten von Gattern. Die Studierenden besitzen grundlegendes Wissen über Funktion und Aufbau von PLL-Schaltungen und haben Kenntnisse über den Aufbau von flüchtigen und nichtflüchtigen integrierten Speicherzellen. Sie sind in der Lage einfache digitale Schaltungen in HDL-Sprachen zu beschreiben und haben Grundkenntnisse in Tools für digitale Synthese.

**Inhalt**
In der Vorlesung werden digitale integrierte Halbleiterschaltungen behandelt. Neben den Grundlagen der Feldeffekttransistoren werden der CMOS-Inverter und komplexere digitalen Schaltungen besprochen. Ein wesentlicher Bestandteil der Vorlesung ist das Design digitaler Schaltungen in einer modernen 65nm CMOS Technologie mithilfe von Software Tools wie „Cadence SoC Encounter RTL-to-GDSII System“.

Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne

besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Notenbildung ergibt sich aus der mündlichen Prüfung. Zulassung zur

Prüfung erst nach Vorlage einer schriftlichen Protokolls mit den Ergebnissen der Übungsaufgaben.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit in Vorlesungen 18 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen 24 h
3. Prüfungsvorbereitung 48 h
4. Präsenzzeit in Übungen 18 h

# M 9.22 Modul: Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt [M-ETIT-100541]

**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Theo Scherer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100761 | Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt | 3 LP | Scherer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 20 Minuten statt.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage Strahlungsquellen und deren Funktion einem elektromagnetischen Spektrum von astrophysikalischen Objekten zuzuordnen und können den Aufbau und die Betriebsweisen von Detektoren für den Nachweis von sichtbarem Licht, Radiowellen, Mikrowellen, IR, THz-Strahlung, Röntgen- und g-Strahlung erläutern. Sie sind gleichzeitig in der Lage, die Technologie des Aufbaus (Funktionalität), der Herstellung und des Betriebes solcher Detektoren zu erklären. Die Übertragung dieses Wissens befähigt die Studierenden eigene Detektorentwicklungen in Angriff zu nehmen. Zusätzlich lernen Sie die Ausleseelektronik, die benötigte Kryotechnik zur Kühlung der Elemente sowie die Systemintegration in Radioantennen und Satelliten (erdgebunden und im All) kennen und werden befähigt, dieses Wissen auf neue zu entwickelnde Detektorsysteme in ihrem späteren Berufsleben zu übertragen. Es werden klassische und neue Detektorprinzipien in gleicher Weise vermittelt.

**Inhalt**
Die Vorlesung vermittelt das Wissen über die Funktion, Herstellung und Systemintegration von modernen integrierten Detektorschaltungen für die in der Astronomie und in der Raumfahrt verwendeten und zu detektierenden Frequenzen im Bereich von 1 GHz bis 5 THz. Eingesetzt werden dazu sowohl schnelle halbleitende Komponenten (HEMTs, Schottky-Dioden,etc...) sowie supraleitende integrierte Messsysteme, die auf der Basis von SIS-Josephson-Mischern oder sog. Hot-Electron-Bolometern (HEBs) bestehen. Die Strukturbreiten dieser Bauelemente liegen je nach Anwendung im Mikrometer oder im Nanometerbereich. In der Vorlesung wird ebenfallsdie Systemintegration in Satelliten oder erdgebunden Teleskopen ausführlich an Hand weltweit existierender Instrumente behandelt. Funktion und Aufbau von Röntgendetektoren für künftige Weltraummissionen auf TES/SQUID-Basis werden ebenso erläutert wie modere Kinetische Induktivitätsdetektoren (KIDs) WIMP- und Neutrino-Detektoren für den Bereich der Astroteilchenphysik und Kosmologie.Diese Vorlesung stellt eine Vertiefung der Vorlesung „Nanoelektronik“ dar.

- Astrophysikalische Strahlungsquellen im All, Frequenzbereiche.
- Halbleiter-Detektoren.
- SIS-Mischer für Radioteleskope.
- Hot-Electron-Bolometer (HEB).
- Systemintegration und Hochfrequenzelektronik (Ausleseschaltungen, Verstärker, Filter, etc...).
- Filter-MEMS.
- Existierende Instrumente weltweit.
- Zukünftige Groß-Projekte (SOFIA, HERSCHEL, ALMA).
- Detektoren für Röntgenstrahlung (TES/SQUID) und Astroteilchenphysik.
- Kinetic inductance detectors (KID).
- Neutrino- und WIMP detectors.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ergibt sich aus der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Der Arbeitsaufwand in Stunden ist nachfolgend aufgeschlüsselt:

1. Präsenzzeit in der Vorlesung 18 h
2. Vor-/Nachbereitung 24 h
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger 70 h

**Empfehlungen**
Grundkenntnisse in Physik und Elektrotechnik

# M 9.23 Modul: Die Energiewende im Stromtransportnetz [M-ETIT-105618]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111248 | Die Energiewende im Stromtransportnetz | 3 LP | Leibfried |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über ausgewählte Themen der Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen die Zielgrößen bei der Umsetzung der Energiewende und die Rolle, die dabei den Übertragungsnetzbetreibern zukommt. Die Studierenden verstehen den rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmen im dem die Strom-Übertragungsnetzbetreiber arbeiten. Die Relevanz der bisher von den Studierenden in der Theorie erlernten Inhalte in der Praxis soll verdeutlicht werden. Die dynamische Entwicklung, die derzeit bei den Transportnetzen erfolgt soll als zukunftsträchtiges Betätigungsfeld dargestellt werden. Die Verantwortung der Übertragungsnetzbetreiber und des Regulators sind bekannt und können unterschieden werden. Das Geschäftsmodell und die Wertschöpfungskette der Netzbetreiber sind bekannt und die Einflüsse auf das Geschäftsmodell können nachvollzogen werden. Die Organisation und die Aufgaben eines Transportnetzbetreibers sind bekannt.

**Inhalt**

- Einführung:
  Aufbau des elektrischen Energiesystems
  Politische und gesellschaftliche Ziele der Energiewende
  Abgeleitete Ziele der Europäischen Union und Deutschlands
  Konsequenzen für das Erzeugungsportfolio
  Deutsche und europäische Planungsprozesse und deren Szenarien
  Kernprozesse und Organisation eines Übertragungsnetzbetreibers

- Auswirkungen der Energiewende auf die Netzbetreiber
  Ausbau der erneuerbaren Erzeugung und Einspeisevorrang
  Merit-Order Prinzip, Erzeugungsadäquanz
  Netzadäquanz, bedarfsgerechtes Netz
  Netzengpässe, Spitzenkappung und Redispatch
  Auswirkungen auf die Netzstabilität
  Kooperation der Verteilnetzbetreiber mit den Transportnetzbetreibern
  Planungsprozesse und deren Themenstellungen, Unterscheidung in Zielnetzplanungen und Systemanalysen

- Verbundbetrieb und Energiewirtschaft
  Systemführung und Netzregelung in Deutschland und im europäischen Verbundnetz
  Handel und Regulierung

- Rolle und Verantwortung der Übertragungsnetzbetreiber
  Systemführung, Netzleittechnik, Netzregelung, Dispatch
  Netzbetrieb, Instandhaltung, Entstörung, Technik
  Regulierung und Netzwirtschaft
  Netzausbau und Netzentwicklung

- Eingesetzte Technik und Innovationen
  Leitungsbau
  Schutztechnik, Leittechnik, Kommunikation, IT
  neue Betriebsmittel, STATCOM, HGÜ, UPFC, LQR
  Ausblick in Entwicklungsthemen, reaktive und automatisierte Betriebsführung, Netzbooster

- Trends und zukünftige Herausforderungen
  Netzadäquanz bei veränderten dimensionierenden Nutzungsfällen
  Sicherstellung der Netzstabilität ohne Großkraftwerke
  Sicherstellung der Leistungsbilanz bei fluktuierender Erzeugung
  Kurative Netzbetriebsführung und neue Betriebsmittel
  Speicher und verändertes Kundenverhalten

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Die Veranstaltung setzt sich aus sieben Blockvorlesungen mit je 3 h und einer Exkursion zusammen. Die Termine werden durch Aushänge bekanntgemacht.

Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht 30h Arbeitsaufwand des Studierenden. Unter den Arbeitsaufwand fallen

1. Präsenzzeit in Vorlesung und Exkursion (30 h = 1 LP)
2. Selbststudienzeit zur Vor- und Nachbereitung der Vorlesung inklusive Prüfungsvorbereitung (60 h = 2 LP)

Insgesamt ergeben sich 90 h = 3 LP.

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu der Vorlesungen „Elektrische Energienetze“ und „Energieübertragung und Netzregelung“ sind hilfreich.

# M 9.24 Modul: Digital Hardware Design Laboratory [M-ETIT-102266]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104571 | Digital Hardware Design Laboratory | 6 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Control of success is carried out in an oral examination as well as during the laboratory exercises in form of laboratory reports and/or oral interrogations.

**Voraussetzungen**
none

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-102264 - Praktikum Entwurf digitaler Systeme darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**
The students

- know the practical usage of FPGAs
- are able to efficiently use modern hardware development tools
- know how to describe hardware in VHDL
- can self dependently draft and implement VHDL-Components based on given specifications
- are able to practically apply common concepts and principles in hardware development (e.g. pipelining)

**Inhalt**
Grouped in teams of two, the students are introduced to the design of complex hardware/software systems. The laboratory takes place in weekly 4 hour laboratory sessions. During the first few sessions, the students are introduced to the implementation of VHDL-components, the usage of modern synthesis and simulation tools as well as basic knowledge on FPGAs.

Based on those fundamentals, students develop the different components of an image processing system in the second part of the laboratory. This includes implementation and testing steps for the individual components as well as the integration to an overall system. Finally, the hardware system can be realized on FPGA-Hardware and tested with live camera images.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is composed of the result of the oral examination and the effected performance during the laboratory sessions (e.g. reports, oral interrogations, etc.).

**Anmerkungen**
The module ETIT-102264 („Praktikum Entwurf digitaler Systeme“) must not have been started or completed.

**Arbeitsaufwand**
The amount of work is distributed as follows:

- time of presence during the laboratory sessions: 11 sessions with 4h = 44h
- Preparation and wrap-up: 6h per laboratory session = 66h
- Preparation for the examination: 40h

In total 150h (25h per credit point).

**Empfehlungen**
Previous knowledge in design and design automation for electronic systems (e.g. from the lectures HSO, No. 2311619 or HMS, No. 2311608) is recommended.

# M 9.25 Modul: Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises [M-ETIT-103450]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106852 | Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises | 6 LP | Randel |

**Erfolgskontrolle(n)**
The exercise sheets and the oral questionnaire are used to rate other types of examinations. The overall impression is assessed. Duration about 20 minutes.

**Voraussetzungen**
Basic knowledge of optical communication systems. Proven, for example, by completing one of the modules "Optical Networks and Systems-ONS", "Optoelectronic Components -OC, or" Optical Transmitters and Receivers - OTR.

**Qualifikationsziele**

- The students understand the functioning of modern optical communication systems, which combine electro-optical technologies with digital signal processing.
- You are able to independently implement and test algorithms from digital signal processing as well as suitable simulation and test environments in a suitable scripting language (e.g. Matlab or. Python).
- Furthermore, they can estimate the influence of interfering effects occurring in the glass fiber such as chromatic dispersion and polarization mode dispersion.
- You are also able to estimate the complexity and power consumption of the resulting logic circuits.

**Inhalt**

- The module deals with algorithms from digital signal processing that are used in broadband optical communication systems. Practical exercises in which the students implement algorithms independently form an essential part of the module.
- In lectures there will be an introduction to the development of digital coherent transmitters and receivers. Building on this, essential function blocks such as the dispersion compensation, the adaptive equalization of polarization mode dispersion as well as carrier and clock recovery are discussed.
- In the exercises, these function blocks are to be implemented in software (Matlab, Octave).
- In addition, individual examples show how digital signal processing algorithms are described in hardware (Hardware Description Language - HDL) and how their complexity scales.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The exercise sheets and the oral questioning are used to rate other types of examinations. The overall impression is assessed.

**Arbeitsaufwand**
Approximately 170h workload of the student. The workload includes:

30h - attendance in lectures

30h - exercises

70h - preparation / follow-up

40h - written exercises and exam

**Empfehlungen**
Knowledge of the basics of optical communication technology and digital signal processing is helpful.

# M 9.26 Modul: Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar [M-ETIT-105415]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110940 | Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar | 4 LP | Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten)

**Voraussetzungen**
Die benötigten Grundlagen werden in der Vorlesung wiederholt. Vorteilhaft für ein Umfassendes Verständnis sind: Radar System Engineering (engl.), Antennen und Mehrantennensysteme, Spaceborne Radar Remote Sensing (engl.), Modern Radio System Engineering (engl.).

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Wissen über Antennengruppen, Radar, Mehrwegeausbreitung und Rauschen. Sie verstehen das Prinzip und die Funktionsweise der Strahlenformung sowie die Unterschiede zwischen digitaler, analoger und hybrider Strahlenformung. Sie kennen die Theorie, Verfahren, und Algorithmen zur Strahlenformung. Sie können nachvollziehen, wie die Strahlenformung für Radar angewandt wird. Sie können grundlegende Radar-Systemkonzepte erläutern und die diversen Anwendungen zusammenfassen.

**Inhalt**
Die Vorlesung ist (inhärent) interdisziplinär angelegt und bestens geeignet um Studenten die Zusammenführung der Nachrichten- und Radartechnik anhand der digitalen Strahlenformung zu vermitteln. Das hierfür benötigte Grundwissen zu Antennen & Antennengruppen, Wellenausbreitung, Radar-Mehrdeutigkeiten und Rauschen werden in der Vorlesung erläutert. Es folgt eine detaillierte Vermittlung der diversen Strahlenformungsalgorithmen jeweils mit Bezug zu Kommunikations- und Radarsystemen und mit Anwendungsbeispielen aus satellitengebundenen Radarsystemen. Aspekte wie digitale und hybride Strahlenformung, ebenso wie MIMO und äquivalente virtuelle Antennenkonfiguration werden erläutert.

Begleitend zur Vorlesung werden Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff gestellt. Diese werden in einer Saalübung besprochen und die zugehörigen Lösungen detailliert vorgestellt.

Das freiwillige Rechnerpraktikum (nicht notenrelevant) ist eng mit der Vorlesung und dem zugehörigen Tutorial verzahnt. Es basiert auf die in der Vorlesung erarbeitete Theorie und ergänzt diese durch praktische Erfahrung. Die im Tutorial gerechneten Aufgaben sowie die weiterführenden Erläuterungen werden im Rechnerpraktikum anhand von Simulationen nachvollzogen.

**Anmerkungen**
2 SWS Vorlesung Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

1 SWS Exercises Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

Klausur Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

**Arbeitsaufwand**
* Präsenzzeit in Vorlesungen (1,5 h je 15 Termine) und Übungen (1,5 h je 7 Termine) = 33 h
* Vor-/Nachbereitung des Stoffes: 15 Wochen je 3 h = 45 h
* Klausurvorbereitung und Präsenz in der Klausur: 1 Wochen à 40 h = 40 h
* Gesamtaufwand ca. 120 Stunden = 4 ECTS

**Empfehlungen**
Grundlagen der Signalprozessierung und Radartechnik sind hilfreich

# M 9.27 Modul: Dosimetrie ionisierender Strahlung [M-ETIT-101847]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104505 | Dosimetrie ionisierender Strahlung | 3 LP | Dössel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (2 h).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden können Strahlenexpositionen durch die verschiedenen Dosisgrößen beschreiben und charakterisieren und dabei die Dosisbegriffe im Strahlenschutz richtig anwenden. Sie können für ein gegebenes Szenario die adäquaten Methoden und Techniken der Dosimetrie ionisiernder Strahlung auswählen.

**Inhalt**
Dosimetrie ionisierender Strahlung
Die Vorlesung definiert die verschiedenen Dosisbegriffe zur Charakterisierung von Strahlenexpositionen und das zu Grunde liegende dosimetrische System. Sie beschreibt die Methoden und Techniken der Dosimetrie für ionisierende Strahlung für verschiedene Anwendungen. Die behandelten Themen sind:
Ionisierende Strahlung und Wechselwirkungen mit Materie, Biologische Strahlenwirkungen
Charakterisierung von Strahlenfeldern
Dosisbegriffe und Ihre Anwendungen
Methoden und Techniken für die Dosimetrie bei äußerer Exposition (externe Dosimetrie)
Methoden und Techniken für die Dosimetrie bei innerer Exposition (interne Dosimetrie)
Anwendungen der Dosimetrie in der Medizin
Dosimetrische Labore im KIT

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30 h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzzeit in Vorlesungen (2 h je 15 Termine) = 30 h

Selbststudium (3 h je 15 Termine) = 45 h

Vor-/Nachbereitung = 20 h

Gesamtaufwand ca. 95 Stunden = 3 LP

# M 9.28 Modul: Echtzeitregelung elektrischer Antriebe [M-ETIT-105916]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andreas Liske
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung (EV ab 01.10.2022)

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111898 | Echtzeitregelung elektrischer Antriebe | 6 LP | Liske |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten).

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind mit der gängigen Verfahren zur Modellbildung elektrischer Maschinen vertraut (Permanentmagnet- und fremderregte Synchronmaschine, Asynchronmaschine). Neben den analytischen Grundwellenmodellen kennen sie auch die Methode, das nichtlineare, reale Maschinenverhalten mittels Flusskennfeldern abzubilden. Sie sind in der Lage die für die Modelle notwendigen Parameter mittels Verfahren zur offline- oder online-Parameteridentifikation zu bestimmen. Die Studierenden sind in der Lage die gängigen, sowie erweiterte Regelverfahren elektrischer Antriebe (Strom-, Spannungs- und Drehzahl-, Drehmomentregelung) auszulegen. Dazu zählt neben der klassischen Kaskadenregelung insbesondere auch die flusskennfeldbasierte Regelung, die direkten Regelungsverfahren (DSR), modellbasierte prädiktive Regelung (MPC), sowie adaptive Regelverfahren. Die Studierenden wissen, wie die zeitlichen Abläufe in einem umrichtergesteuerten Antriebssystem zusammenhängen, welche Anforderungen daraus resultieren und wie Lösungen hierzu konkret aussehen. Durch die konkrete Umsetzung der im Modul behandelten Inhalte an Versuchsnachmittagen sammeln sie konkrete Erfahrungen mit realer Signalverarbeitungs-Hardware und echten Antriebsprüfständen.

**Inhalt**
Die elektrische Antriebstechnik wird zunehmend durch umrichtergespeiste Drehstrommaschinen dominiert. Speziell im Bereich der Elektromobilität ist der elektrische Antriebsstrang neben der Batterie eine zentrale Baugruppe. Energieeffizienz und Zuverlässigkeit der elektrischen Antriebe werden dabei maßgeblich auch durch eine schnelle, präzise und der Last angepassten Steuerung der elektrischen Energie erzielt.

In der Vorlesung werden gängige und moderne Regelverfahren vorgestellt, die eine hochdynamische und energieeffiziente Strom-, Spannungs-, Positions-, Drehzahl- oder Drehmomentregelung ermöglichen. Die für die Regelverfahren hoch ausgenutzter, effizienter Drehstrommaschinen zwingend erforderliche nichtlineare Modellbildung wird analytisch, kennfeldbasiert und auch nach adaptiven Verfahren besprochen.

Ein weiterer Schwerpunkt des Moduls liegt auf der Implementierung und der Echtzeitsignalverarbeitung umrichtergesteuerter Antriebssysteme. Es werden Hardware-Anforderungen, gängige Programmier- und Entwicklungs-Workflows sowie konkrete Umsetzungsmöglichkeiten auch anhand von Beispielen erläutert und in Versuchsnachmittagen praktisch geübt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

# M 9.29 Modul: Einführung in die Bildfolgenauswertung [M-INFO-100736]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-101273 | Einführung in die Bildfolgenauswertung | 3 LP | Beyerer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen nach Besuch der Vorlesung und Erarbeitung der genannten und besprochenen Quellen einen Überblick über klassische und aktuelle Verfahren aus verschiedenen Bereichen der Bildfolgenauswertung. Diese erstrecken sich von der Bewegungsdetektion über die Korrespondenzbildung, über die Schätzung dreidimensionaler Strukturen aus Bewegung, über die Detektion und Verfolgung von Objekten in Bildfolgen bis hin zur Interpretation von visuell beobachtbaren Aktionen und Verhalten.

Studierende analysieren an sie gestellte Probleme aus dem Bereich der Bildfolgenauswertung und bewerten bekannte Verfahren und Verfahrensgruppen auf ihre Eignung zur Lösung der Probleme und wählen somit geeignete Verfahren und Verfahrensweisen aus.

**Inhalt**
Unter Bildfolgenauswertung als Teilgebiet des Maschinensehens versteht man die automatische Ableitung von Aussagen über die in einer Bildfolge abgebildete Szene und deren zeitlicher Entwicklung. Die abgeleiteten Aussagen können dem menschlichen Benutzer bereitgestellt werden oder aber direkt in Aktionen technischer Systeme überführt werden. Bei der Analyse von Bildfolgen ist es gegenüber der Betrachtung von Einzelbildern möglich, Bewegungen als Bestandteil der zeitlichen Veränderung der beobachteten Szene mit in die Ableitung von Aussagen einzubeziehen.

Gegenstand der Vorlesung ist zunächst die Bestimmung einer vorliegenden Bewegung in der Szene aus den Bildern einer Bildfolge. Hierbei werden sowohl änderungsbasierte wie korrespondenzbasierte Verfahren behandelt. Die Nutzung der Bewegungsschätzung zwischen Einzelbildern einer Bildfolge wird im Weiteren an Beispielen wie der Mosaikbildung, der Bestimmung von Szenenstrukturen aus Bewegungen aber auch der Objektdetektion auf der Basis von Bewegungshinweisen verdeutlicht.

Einen Schwerpunkt der Vorlesung bilden Objektdetektion und vor allem Objektverfolgungsverfahren, welche zur automatischen Bestimmung von Bewegungsspuren im Bild sowie zur Schätzung der dreidimensionalen Bewegung von Szenenobjekten genutzt werden. Die geschätzten zwei- und dreidimensionalen Spuren bilden die Grundlage für Verfahren, welche die quantitativ vorliegende Information über eine beobachtete Szene mit qualitativen Begriffen verknüpfen. Dies wird am Beispiel der Aktionserkennung in Bildfolgen behandelt. Die Nutzung der Verbegrifflichung von Bildfolgenauswertungsergebnissen zur Information des menschlichen Benutzers wie auch zur automatischen Schlussfolgerung innerhalb eines Bildauswertungssystems wird an Beispielen verdeutlicht.

**Arbeitsaufwand**
Gesamt: ca. 90h, davon
1. Präsenzzeit in Vorlesungen: 23h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 23h
3. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 44h

**Empfehlungen**
Siehe Teilleistung.

# M 9.30 Modul: Einführung in die Energiewirtschaft [M-WIWI-100498]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolf Fichtner
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 4 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-WIWI-102746 | Einführung in die Energiewirtschaft | 5 LP | Fichtner |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (nach §4 (2), 1 SPO).

**Voraussetzungen**
Keine

**Qualifikationsziele**
Der/die Studierende

- kann die verschiedenen Energieträger und deren Eigenheiten charakterisieren und bewerten,
- ist in der Lage energiewirtschaftliche Zusammenhänge zu verstehen.

**Inhalt**

1. Einführung: Begriffe, Einheiten, Umrechnungen
2. Der Energieträger Gas (Reserven, Ressourcen, Technologien)
3. Der Energieträger Öl (Reserven, Ressourcen, Technologien)
4. Der Energieträger Steinkohle (Reserven, Ressourcen, Technologien)
5. Der Energieträger Braunkohle (Reserven, Ressourcen, Technologien)
6. Der Energieträger Uran (Reserven, Ressourcen, Technologien)
7. Der Endenergieträger Elektrizität
8. Der Endenergieträger Wärme
9. Sonstige Endenergieträger (Kälte, Wasserstoff, Druckluft)

**Arbeitsaufwand**
Gesamtaufwand bei 5,5 Leistungspunkten: ca. 165 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

Selbststudium: 135 Stunden

**Literatur**
**Weiterführende Literatur:**

Pfaffenberger, Wolfgang. Energiewirtschaft. ISBN 3-486-24315-2

Feess, Eberhard. Umweltökonomie und Umweltpolitik. ISBN 3-8006-2187-8

Müller, Leonhard. Handbuch der Elektrizitätswirtschaft. ISBN 3-540-67637-6

Stoft, Steven. Power System Economics. ISBN 0-471-15040-1

Erdmann, Georg. Energieökonomik. ISBN 3-7281-2135-5

# M 9.31 Modul: Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker [M-ETIT-100432]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerhard Grau
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100739 | Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker | 4 LP | Grau |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden regelmäßig angeboten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind mit den Grundlagen und dem Formalismus der Quantentheorie vertraut. Die Studierenden haben das Werkzeug erworben, um auch anspruchsvolle Publikationen zu verstehen, die sich der Quantentheorie bedienen. Mit Kenntnis der Quantentheorie können die Studierenden Nachrichten- und Informationstechnik in ihren prinzipiellen Grenzen und Möglichkeiten erfassen.

**Inhalt**
Einführung in die Theorie inklusive letzter Entwicklungen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Ca. 120 h Arbeitsaufwand des Studierenden. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

30 h - Präsenzzeiten in Vorlesungen
15 h - Übungen
75 h - Vor-/Nachbereitung

# M 9.32 Modul: Electric Power Transmission & Grid Control [M-ETIT-105394]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110883 | Electric Power Transmission & Grid Control | 4 LP | Leibfried |

**Erfolgskontrolle(n)**
The examination consists of a written paper and an oral presentation of the students work. The overall impression is rated.

**Voraussetzungen**
none

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-105394 - Electric Power Transmission & Grid Control darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**

- Students are able to analyse, structure and mathematically describe topics and technical questions in the field of Electric Power Transmission & Grid Control.
- Students know typically mathematical methods used in the field of Electric Power Transmission & Grid Control and are able to apply them, in order to solve practical problems.
- Students are able to perform basic caluculations in the field of Electric Power Transmission & Grid Control.
- Students are able to evaluate different realizations for a specific problem of power transmission and grid control with respect to technical characteristics and effort.
- Students are able to communicate in English technical language.

**Inhalt**
This module qualifies students for theoretical and practical aspects in the field of Electric Power Transmission & Grid Control. The lecture contains the following topics:

- Power Transmission in the AC grid
- HVDC power transmission
- Flexible AC Transmission Systems
- Grid Control (Primary and Secondary Control)

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade results of the assessment of the written paper and the oral presentation. Details will be given during the lecture.

**Arbeitsaufwand**
Attendance study time lecture: 10 h

Preparation time for lecture: 10 h

Self-study time including presentation preparation: 45 h

Attendance during all presentations including the own presentation: 10 h

Preparation of the written elaboration: 45 h

A total of 120 h = 4 LP

**Empfehlungen**
Basic knowledge in power systems and control theory are helpful.

# M 9.33 Modul: Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields [M-ETIT-100386]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100640 | Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields | 4 LP | Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
Success control is carried out in the form of a written test of 120 minutes.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
Students with very different background in electromagnetic field theory will be brought to a high level of comprehension. They will understand the concept of electric & magnetic fields and of electric potential & vector potential and they will be able to solve simple problems of electric & magnetic fields using mathematics. They will understand the equations and solutions of wave creation and wave propagation. Finally the student will have learnt the basics of numerical field calculation and be able to use software packages of numerical field calculation in a comprehensive and critical way.

The student will

- be able to deal with all quantities of electromagnetic field theory (E, D, B, H, J, M, P, ...), in particular: how to calculate and how to measure them,
- derive various equations from the Maxwell equations to solve simple field problems (electrostatics, magnetostatics, steady currents, electromagnetics),
- be able to deal with the concept of field energy density and solve practical problems using it (coefficients of capacitance and coefficients of inductance),
- be able to derive and use the wave equation, in particular: to solve problems how to create a wave and calculate solutions of wave propagation through various media,
- be able to outline the concepts, the main application areas and the limitations of methods of numerical field calculation (FDM, FDTD, FIM, FEM, BEM, MoM, TLM)
- be able to use one exemplary software package of numerical field calculation and solve simple practical problems with it.

**Inhalt**
This course first gives a comprehensive recap of Maxwell equations and important equations of electromagnetic field theory. In the second part the most important methods of numerical field calculation are introduced.

Maxwell's equations, materials equations, boundary conditions, fields in ferroelectric and ferromagnetic materials

electric potentials, electric dipole, Coulomb integral, Laplace and Poisson's equation, separation of variables in cartesian, cylindrical and spherical coordinates

Dirichlet Problem, Neumann Problem, Greens function, Field energy density and Poynting vector,

electrostatic field energy, coefficients of capacitance, vector potential, Coulomb gauge, Biot-Savart-law, magnetic field energy, coefficients of inductance magnetic flux and coefficients of mutual inductance, field problems in steady electric currents,

law of induction, displacement current

general wave equation for E and H, Helmholtz equation

skin effect, penetration depth, eddy currents

retarded potentials, Coulomb integral with retarded potentials

wave equation for potential and Vector potential and A, Lorentz gauge, plane waves

Hertzian dipole, near field solution, far field solution

transmission lines, fields in coaxial transmission lines

waveguides, TM-waves, TE-waves

finite difference method FDM

finite difference - time domain FDTD, Yee ´s algorithm

finite difference - frequency domain

finite integration method FIM

finite element method FEM

boundary element method BEM, Method of Moments (MOM), Transmission LIne Matrix Methal (TLM),

solving large systems of linear equations

basic rules for good numerical field calculation

The lecturer reserves the right to alter the contents of the course without prior notification.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written exam.

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds to approximately 25-30 hours of work (of the student). This is based on the average student who achieves an average performance. The workload includes:

Attendance time in lectures (3 h 15 appointments each) = 45 h

Self-study (4 h 15 appointments each) = 60 h

Preparation / post-processing = 20 h

Total effort approx. 125 hours = 4 LP

**Empfehlungen**
Fundamentals of electromagnetic field theory.

**Literatur**
Matthew Sadiku (2001), Numerical Techniques in Electromagnetics.
CRC Press, Boca Raton, 0-8493-1395-3
Allen Taflove and Susan Hagness (2000), Computational electrodynamics: the finite-difference time-domain method.
Artech House, Boston, 1-58053-076-1
Nathan Ida and Joao Bastos (1997), Electromagnetics and calculation of fields.
Springer Verlag, New York, 0-387-94877-5
Z. Haznadar and Z. Stih (2000), Electromagnetic Fields, Waves and Numerical Methods.
IOS Press, Ohmsha, 1 58603 064 7
M.V.K. Chari and S.J. Salon (2000), Numerical Methods in Electromagnetism, Academic Press, 0 12 615760 X

# M 9.34 Modul: Elektrische Energienetze [M-ETIT-100572]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100830 | Elektrische Energienetze | 6 LP | Leibfried |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden können Leistungsflussberechnungen und Kurzschlussstromberechnungen im elektrischen Energienetz vornehmen. Sie kennen dazu die Ersatzschaltungen der Betriebsmittel und die mathematischen Grundlagen der Berechnungsverfahren, sowohl als symmetrisch als auch unsymmetrische Netze.

**Inhalt**
Die Vorlesung behandelt die Berechnung elektrischer Energienetze. Dies beinhaltet die Berechnung der Leistungsflüsse im stationären Betrieb sowie die Kurzschlusstromberechnungen. Letztere sind aufgeteilt in den 3-poligen symmetrischen Kurzschluss und unsymmetrische Fehlerfälle. Abschließend werden die Grundlagen der Hochspannungstechnik behandelt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzstudienzeit Vorlesung: 30 h

Präsenzstudienzeit Übung: 15 h

Selbststudienzeit: 105 h

Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet

Insgesamt 150 h = 6 LP

# M 9.35 Modul: Elektrische Schienenfahrzeuge [M-MACH-102692]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer
Prof. Dr.-Ing. Peter Gratzfeld

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich NFG Bahnsystemtechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-MACH-102121 | Elektrische Schienenfahrzeuge | 4 LP | Geimer, Gratzfeld |

**Erfolgskontrolle(n)**
Prüfungsleistung mündlich

Dauer ca. 20 Minuten

Hilfsmittel: keine

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**

- Die Studierenden kennen die historische Entwicklung der elektrischen Traktion im Schienenverkehr von den Anfängen bis zur modernen Drehstromtechnik und verstehen ihre wirtschaftliche und volkswirtschaftliche Bedeutung.
- Sie verstehen die Grundlagen des Rad-Schiene-Kontaktes, der Zugförderung und der Längsdynamik und können daraus die Anforderungen an elektrische Schienenfahrzeuge ableiten.
- Sie verstehen Aufgabe, Aufbau und Funktionsweise der elektrischen Antriebe.
- Sie lernen den grundsätzlichen Aufbau der Leittechnik kennen und verstehen die Funktionen der wichtigsten Komponenten.
- Sie sind informiert über aktuelle Konzepte und neue Entwicklungen auf dem Gebiet der elektrischen Schienenfahrzeuge.
- Sie lernen die verschiedenen Systeme zur Bahnstromversorgung und ihre Vor- und Nachteile kennen.

**Inhalt**

1. Einführung: Geschichte des elektrischen Zugbetriebs, wirtschaftliche Bedeutung
2. Rad-Schiene-Kontakt: Tragen des Fahrzeuggewichts, Übertragen der Fahr- und Bremskräfte, Rückführen des Stromes bei elektrischen Triebfahrzeugen
3. Fahrdynamik: Zug- und Bremskraft, Fahrwiderstandskraft, Trägheitskraft, Typische Fahrzyklen (Nah-, Fernverkehr)
4. Elektrischer Antrieb: Aufgaben des elektrischen Antriebs, Hauptkomponenten, Fahrmotoren, Wechselrichter, Einspeisung aus Gleich- und Wechselspannungsnetz, keine Netzeinspeisung, Mehrsystem-, Zweikraft- und Hybridfahrzeuge, Antriebstechnik bei Bestandsfahrzeugen
5. Fahrzeugleittechnik: Definitionen, Bussysteme, Komponenten, Netzwerkarchitekturen, Beispiele, zukünftige Entwicklungen
6. Fahrzeugkonzepte: Moderne Fahrzeugkonzepte für elektrischen Nah- und Fernverkehr
7. Bahnstromversorgung: Energieversorgung von Schienenfahrzeugen, Vergleich Elektrische Traktion / Dieseltraktion, Bahnstromnetze (Gleichstrom, Wechselstrom mit Sonderfrequenz, Wechselstrom mit Landesfrequenz), System Stromabnehmer-Fahrleitung

**Anmerkungen**
Eine Literaturliste steht den Studierenden auf der Ilias-Plattform zum Download zur Verfügung.

**Arbeitsaufwand**
Präsenszeit: 21 Stunden
Vor- und Nachbereitung: 21 Stunden
Prüfung und Prüfungsvorbereitung: 78 Stunden
Gesamtaufwand: 120 Stunden = 4 LP

**Lehr- und Lernformen**
Vorlesung

# M 9.36 Modul: Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser [M-ETIT-100511]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100783 | Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser | 3 LP | Kling |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studentinnen und Studenten verstehen die verschiedene Grundtopologien zum elektronischen Betrieb von Lichtquellen und Lasern. Dazu sind sie in der Lage die verschieden elektronischen Betreibsweisen zu unterrscheiden und anzuwenden. Was sind Betriebstoplogien, wie lassen Sich Strahler dimmen und zünden.

Die Studierenden sind fähig, die unterschiedlichen Betriebsverfahren und Anwendungen kritisch zu beurteilen.

**Inhalt**
Die Vorlesung gibt grundlegenden Einblick in e**lektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser,** Grundlagen und Kenngrößen von Schaltungen, Einkopplung, Kennlinien und Ersatzschaltbilder. Betriebsweisen, Prüf- Tests wie EMV, und Ausfallursachen besprochen.

**Konventionelle Vorschaltgeräte**

Trafo und Transduktorbetrieb,

Starter und Zündschaltungen, Phasen An- und Abschnitt

**Elektronische Vorschaltgeräte für Nieder - und Hochdruck - Lampen**

Prinzipien und Schaltungstopologien, Dimmbetrieb

**Elektronische Transformatoren:** Pulsbetrieb (DBE etc.)

**EMV Thematik** (Kompensation, PFC, Schirmung (1)

**HF – und Mikrokowellenbetrieb**

**Stromversorgungen für LED und OLED**

Konstantstrom – Schaltregler, LED Lampen und Module

Dimmbare Stromregler, Geglättete Stromausgänge

OLED und EL Folien Treiberschaltungen

**Stromtreiber für Laserdioden**

Lasertreiber Schaltungen und IC

Strombegrenzung u. Stromregelung, Konstantstromquellen für Hochleistungs- LED

**Schaltungen zum Betrieb von Pumplichtquellen für Farbstoff und Festkörperlaser**

pulsformende Netzwerke PFN), Lade –und Triggerkreise

Betrieb CO2 Gaslaser

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit in Vorlesung
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen
3. Vorbereitung mündliche Prüfung

**Empfehlungen**
Kenntnisse aus M-ETIT-100481 – Plasmastrahlungsquellen sind hilfreich.

# M 9.37 Modul: Elektronische Systeme und EMV [M-ETIT-100410]

**Verantwortung:** Dr. Martin Sack
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100723 | Elektronische Systeme und EMV | 3 LP | Sack |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen Kopplungsmechanismen und mögliche Kopplungspfade für Störsignale in elektronischen Schaltungen und Systemen, sowie Maßnahmen zur Störunterdrückung und zum funktionssicheren Aufbau von solchen Systemen.

**Inhalt**
Aufbauend auf den Kopplungsmechanismen für Störsignale zeigt die Vorlesung verschiedene Kopplungspfade für Störungen, die Auswirkungen der Störeinkopplung auf die Schaltungsfunktion sowie Maßnahmen zur Unterdrückung und zum funktionssicheren Aufbau von Systemen auf.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzstudienzeit: 30 h

Selbststudienzeit: 45 h

Insgesamt 75 h = 3 LP

# M 9.38 Modul: Energietechnisches Praktikum [M-ETIT-100419]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Badent
Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100728 | Energietechnisches Praktikum | 6 LP | Badent, Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfungsleistung. Die Gesamtnote ergibt sich aus den 8 Versuchen.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Der Student kann Asynchronmaschinen, Transformatoren, ungesteuerte Gleichrichterschaltungen, drehzahlvariable Antriebssysteme und Hochspannungsgeneratoren berechnen und benutzen. Er kann Teilentladungsmessungen durchführen.

**Inhalt**
Aufbauend auf den Grundlagenvorlesungen zu elektrischen Maschinen, Leistungselektronik und Elektroenergiesystemen erhalten die Studenten einen Einblick in die grundlegenden Systeme der elektrischen Energietechnik.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Gesamtnote ergibt sich aus den acht Versuchen.

**Anmerkungen**
Gemeinsame Veranstaltung des IEH und ETI.

**Arbeitsaufwand**
Der Arbeitsaufwand beträgt 180 h und setzt sich wie folgt zusammen:

- Präsenzzeit 40 h
- Selbststudienzeit 140 h

**Empfehlungen**
Elektrische Maschinen und Stromrichter, Elektroenergiesysteme

# M 9.39 Modul: Energieübertragung und Netzregelung [M-ETIT-100534]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101941 | Energieübertragung und Netzregelung | 5 LP | Leibfried |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen die Funktionsweise und die physikalische Beschreibung von Energieübertragungssystemen mit Drehstrom (HVAC) und Gleichstrom (HVDC). Sie können Übertragungscharakteristiken berechnen und eine grundlegende Auslegung vornehmen. Sie sind ferner mit der Funktionsweise der Netzregelung vertraut.

**Inhalt**
Die Vorlesung behandelt zunächst die Gesetzmäßigkeiten der Übertragung elektrischer Energie im Mittel- und Hochspannungsnetz. Ein zentrales Kapitel stellt die HGÜ-Technologie als Verfahren zur Übertragung großer Leistungen dar. Anschließend werden FACTS Elements behandelt, die zur Flexibilisierung der Energieübertragung dienen. Abschließend wird die Dynamik von Kraftwerken und Netzen behandelt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzstudienzeit Vorlesung: 30 h

Präsenzstudienzeit Übung: 15 h

Selbststudienzeit: 90 h

Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet

Insgesamt 135 h = 5 LP

# M 9.40 Modul: Energiewirtschaft [M-ETIT-100413]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Bernd Hoferer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100725 | Energiewirtschaft | 3 LP | Hoferer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten)

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studenten kennen die technisch-wirtschaftlichen Zusammenhänge in liberalisierten Energiemärkten.

**Inhalt**
Diese Vorlesung richtet sich an Studierende im Hauptstudium und soll die Zusammenhänge und Wechselwirkungen insbesondere im europäischen Energiemarkt vermitteln. Ausgehend von der Darstellung heute vorhandener fossiler Energieressourcen wird unter Berufung auf eine Exxon-Studie für das Jahr 2030 der zu erwartende Energiebedarf auf der Erde prognostiziert. Daraus werden Konsequenzen für Art und Umfang der sinnvollen Energieverwendung und der erforderlichen Energiebereitstellung abgeleitet. Ausführlich werden die Struktur, die rechtlichen Rahmenbedingungen und das Zusammenwirken der unterschiedlichen Marktteilnehmer im europäischen Energiemarkt dargestellt. Die Behandlung praxisbezogener Beispiele vermittelt das grundlegende Verständnis für die vielschichtigen Abläufe in diesen Märkten.

Zunächst wird der Energiebedarf in Deutschland und weltweit dargestellt. Möglichkeiten zur gezielten Energieeinsparung werden in ihrer Dimension beschrieben. Der prognostizierte Welt-Energiebedarf im Jahr 2030 ist Maßstab für Art und Umfang der bereit zu stellenden Energieerzeugung. Als sinnvolle und erforderliche Ergänzung der fossilen Energieerzeugung werden erneuerbare Energieerzeugungsanlagen höchster Effizienz diskutiert.

Die Europäische Union hat durch Gesetzesänderungen den Energiemarkt liberalisiert. In der Vorlesung wird der Übergang vom Monopol- zum Wettbewerbsmarkt ausführlich beschrieben. Die Veränderungen für die Marktpartner, insbesondere für die Kunden, werden dargestellt und neu entstandene Strukturen und Abläufe wie beispielsweise der Handel an Energiebörsen werden erarbeitet.

Das Marktumfeld für Energiehandel und Energievertrieb hat sich grundlegend verändert. Die Preisbildung für Energie unterliegt heute zunehmend nationalen und internationalen Einflüssen. Kosten für die Energieerzeugung, den Energietransport und vor allem staatliche Abgaben bestimmen den Energiepreis und lassen Vertriebsmargen schmelzen. Neue Produkte sollen neue Geschäfte und Umsätze generieren.

Wesentliche Grundlage für einen wettbewerbsorientierten Energiemarkt ist die Deregulierung der Energietransportsysteme. Optionen zur Weiterentwicklung dieser Transportinfrastruktur mit dem Ziel, allen Marktteilnehmern ungehinderten Zugang zu gleichen Preisen zu gewährleisten werden in der Vorlesung behandelt.

Der Wettbewerbsmarkt erfordert eine sehr detaillierte Bereitstellung von Daten jeglicher Art. Das Energiedatenmanagement als unverzichtbare Grundlage für Planung, Prognose, Produktion, Transport oder auch Abrechnung wird in der Vorlesung strukturell und in seiner praktischen Umsetzung beschrieben.

Effizienzsteigerungen und Verbesserung des Kunden-Service sind Ziele der aktuellen internationalen Gesetzgebung. Sie stellen neue Anforderungen an die zukünftigen Unternehmen in der Energiewirtschaft und werden neue Lösungen hervorbringen: Die bisher zentralistisch strukturierte Energiewirtschaft wird um dezentrale Strukturen bei Erzeugung und Verteilung erweitert werden und die Produkte Strom- und Gaslieferung werden mehr und mehr um Dienstleistungsprodukte ergänzt bzw. durch sie ersetzt.

Ein Kapitel zu Unternehmensstrukturen, Unternehmensführung und Ergebnisrechnung rundet die Vorlesung „Energiewirtschaft“ ab.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzstudienzeit: 30 h
Selbststudienzeit: 45 h
Insgesamt 75 h = 3 LP

# M 9.41 Modul: Energy Storage and Network Integration [M-ETIT-101969]

**Verantwortung:** Dr. Giovanni De Carne
apl. Prof. Dr. Francesco Grilli
Prof. Dr. Mathias Noe

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104644 | Energy Storage and Network Integration | 4 LP | Noe |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: Oral exam

Duration of Examination: approx. 30 minutes

**Voraussetzungen**
Neither participation in "Energiespeicher und Netzintegration" (ETIT) nor in "Energiespeicher und Netzintegration" (MACH). Only one out of thesethree exams is allowed.

**Qualifikationsziele**
Students understand the different types of energy storage and apply their knowledge for the selection and principal dimensioning of relevant energy storage tasks.

Furthermore, students can reflect the state-of-the-art of most important energy storage types, their fundamental characteristics and viability at given boundary conditions; they are enabled to elaborate and apply basic integration issues dependent on the grid structure for the different network types.

Practical work: The students are able to analyse real applications of energy storage and calculate basic design examples for the various storage options.

The students are able to discuss topic-related aspects in English using the technical terminology of the field of study.

**Inhalt**
The lecture provides an overview of the different storage types and their fundamental integration into the power supply grid.

Thereby, within the scope of this lecture, the necessity and the motivation for converting and storing energy will be given. Starting from the definition of fundamental terms different physical and chemical storage types along with their theoretical and practical basis are described. In particular, the decoupling of energy production and energy consumption, and the provision of different energy scales (time, power, density) will be discussed. Furthermore, the challenge of energy transport and re-integration into the different grid types is considered.

1. Motivation for the need of energy storage in energy systems

a. National and international situation

b. Storage motivation

2. Terms and definitions

a. Different energy types

b. Definitions energy content

c. Definitions energy- and power density

3. Thermal energy storage

a. Classification

b. Sensitive heat storage

c. Latent heat storage

d. Reaction heat storage

4. Mechanical energy storage

a. Flywheels

b. Compressed air

c. Pumpes storage systems

5. Electrodynamic energy storage

a. Main principles

b. Capacitive and inductive storage

6. Electrochemical energy storage

a. Working principles

b. Batteries

c. Fuel Cells

7. Electric Power Systems

a. Storage tasks

b. Storage íntegration

c. Planning reserves

The obligatory **practical work** (23689) is related to real applications of energy storage and to basic design examples for the various storage options.

The lecturer reserves the right to alter the contents of the course without prior notification.

Course material will be available on ILIAS. The link to ILIAS and Up-to-date information will be available via the ITEP-homepage prior to the beginning of the semester (https://www.itep.kit.edu/148.php).

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Anmerkungen**
Exam and Lecture will be held in English.

**Arbeitsaufwand**
Approximately 120h workload of the student. The workload includes:

45h - attendance in lectures an exercises

45h - preparation / follow-up

30h - preparation of and attandance in examination

**Empfehlungen**
Basic knowledge in the fields of Electrical Engineering and Thermodynamics is helpful.

# M 9.42 Modul: Entwurf elektrischer Maschinen [M-ETIT-100515]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Martin Doppelbauer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100785 | Entwurf elektrischer Maschinen | 5 LP | Becker, Doppelbauer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden können alle für den Entwurf einer elektrischen Maschine erforderlichen Spezifikationen aus den Rahmendaten der Ziel-Applikation abzuleiten. Auf dieser Basis können sie das elektromagnetische Design einer geeigneten E-Maschine mit analytischen und numerischen Methoden entwerfen.

**Inhalt**
Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Berechnung und des Entwurfs von elektrischen Maschinen.

Dabei wird insbesondere auf die Drehfeld- und Krafterzeugung, auf die verschiedenen Wicklungen und auf den magnetischen Kreis abgehoben, aus dem dann die diversen Induktivitäten berechnet werden.

In eigenen Kapiteln werden die numerische Feldberechnung, die Systemgleichungen von Drehfeldmaschinen sowie die Berechnung von Verlusten und Wirkungsgraden behandelt.

Den Abschluss bilden zwei Kapitel über die Berechnung von Oberschwingungseffekten mittels Oberfeldtheorien einschließlich magnetischer Geräusche.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

| | | |
|---|---|---|
| 14x V + 7x Ü à 1,5 h | = | 31,5 h |
| 14x Nachbereitung von V à 1 h | = | 14 h |
| 7x Vorbereitung von U à 3 h | = | 21 h |
| Vorbereitung zur Prüfung | = | 80 h |
| Summe | = | 146,5 h (entspricht 5 LP) |

**Empfehlungen**
Modul: Elektrische Maschinen und Stromrichter

# M 9.43 Modul: Entwurf von Mikrowellenmodulen [M-ETIT-105701]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111375 | Entwurf von Mikrowellenmodulen | 3 LP | Geist, Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, komplexe Mikrowellenmodule zu entwerfen. Dazu gehören insbesondere komplette Sende- und Empfangsmodule aus Verstärkern, Mischer, Filtern, Signalgenerierung usw. Sie besitzen ein tiefes Verständnis der technologischen und schaltungstechnischen Aspekte sowie zur Einbettung ins Gesamtsystem. Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionsweise der einzelnen Komponenten und der Systeme zu verstehen und zu beschreiben. Sie können dieses Wissen auf weitere Gebiete der Hochfrequenztechnik übertragen und damit hochfrequenztechnische Fragestellungen analysieren und lösen. Sie sind in der Lage das Erlernte praxisgerecht anzuwenden.

**Inhalt**
Angewandte Veranstaltung zum Entwurf von Mikrowellenmodulen: Leitungen auf Substraten, Steckverbindungen, Limiter, PIN-Schalter, SIW-Komponenten und Filterentwurf, Verstärker, Frequenzgangkompensation, Phasenrauschen, Signalerzeugung, planare Mischer, Empfängerrauschzahl.

Im Rahmen der Vorlesung werden zusätzlich Beispiele für den Entwurf von Mikrowellenmodulen in einer State-of-the-Art-Softwareumgebung umgesetzt und ausführlich diskutiert.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzstudienzeit Vorlesung: 30 h
Selbststudienzeit inkl. Prüfungsvorbereitung: 60 h
Insgesamt 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Mikrowellentechnik und Nachrichtentechnik sind hilfreich.

# M 9.44 Modul: Erzeugung elektrischer Energie [M-ETIT-100407]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Bernd Hoferer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101924 | Erzeugung elektrischer Energie | 3 LP | Hoferer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind in der Lage, energietechnische Problemstellungen zu erkennen und Lösungsansätze zu erarbeiten. Sie haben ein Verständnis für physikalisch-theoretische Zusammenhänge der Energietechnik erlangt. Sie sind ebenfalls in der Lage die erarbeiteten Lösungen fachlich in einem wissenschaftlichen Format zu beschreiben, zu analysieren und zu erklären.

**Inhalt**
Grundlagenvorlesung Erzeugung elektrischer Energie. Von der Umwandlung der Primärenergieressourcen der Erde in kohlebefeuerten Kraftwerken und in Kernkraftwerken bis zur Nutzung erneuerbarer Energien behandelt die Vorlesung das gesamte Spektrum der Erzeugung. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die physikalischen Grundlagen, die technisch-wirtschaftlichen Aspekte und das Entwicklungspotential der Erzeugung elektrischer Energie sowohl aus konventionellen als auch aus regenerativen Quellen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**
Wer das Modul Erzeugung Elektrischer Energie (EEE) im Bachelor (SPO 2015 und 2018) gemacht hat, soll im Master nicht das Modul Electric Power Generation and Power Grid wählen.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzstudienzeit: 30 h

Selbststudienzeit: 60 h

Insgesamt 90 h = 3 LP

# M 9.45 Modul: Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices [M-ETIT-101919]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-103613 | Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices | 3 LP | Richards |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: written exam

Duration of Examination: 120 Minutes

Modality of Exam: One written exam offered at the end of each semester.

**Voraussetzungen**
None

**Qualifikationsziele**
The students build knowledge on process technology for the fabrication of a range of optoelectronic devices, including LEDs, solar cells, laser diodes, photodiodes, etc. They learn to compare the advantages of different technological approaches, including their economic boundary conditions. This is a technologiccal-based course where students will use their prior fundamental knowledge to gain a firm grasp on the fabrication sequences and characterisation (optical, electrical, electronic, materials) steps that are required to realise the above devices.

While fulfilling the learning targets, the students

- possess the basic knowledge about the working principles of optoelectronic devices;
- comprehend the boundary conditions for the design of optoelectronic devices and have a good understanding of the challenges in microfabrication
- are familiar with different lithographic techniques, including e-beam lithography, optical lithography, multiple-photon lithography, X-ray lithography, etc.
- comprehend the different techniques that are available for thin-film deposition of dielectrics, metals and semiconductors
- understand what role micro-optics can play in such devices
- be able to determine the most promising characterisation techniques for evaluating material quality, electronic properties, as well as optical and electrical performance.
- Exposure to different dry- and wet-etching processes to help realise device structures
- have an understanding of the economic implications of the chosen technologies and their compatibility with highthroughput production

**Inhalt**
I. Overview: Opto-electronic Devices

II. Thin-film growth and deposition

- epitaxial growth of III-V semiconductors, as well as Si and Ge
- chemical vapour deposition (CVD) based processes, including atomic layer deposition (ALD)
- physical vapour deposition (PVD) based processes, including evaporation (thermal and e-beam) and sputtering (DC and RF)

III. Lithographic techniques

- e-beam lithography, optical lithography, laser interference lithography, two-photon lithography, X-ray lithography

IV. Etching processes

- wet- and dry-etching processes for semiconductors, dielectrics and metals

V. Micro-optics

- micro-optic design in opto-electronic devices

VI. Characterissation:

- materials properties (electron microscopy, crystallinity, bonding energies, elemeental concentrations, layer thicknesses ...)
- electronic properties (dopant profiling, mobility, minority carrier lifetimes, resistivity, bandgap measurements, ...)
- optical (spectrophotometry, photoluminescence, ...)
- electrical (current-voltage measurements, quantum efficiency / spectral response, ...)

VII. Excursion (TBA)

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written exam.

**Arbeitsaufwand**
Total 90h, hereof 30h contact hours (24h lecture,
6h problem class), and 60h homework and selfstudies

**Literatur**
TBD

# M 9.46 Modul: Fertigungsmesstechnik [M-ETIT-103043]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106057 | Fertigungsmesstechnik | 3 LP | Heizmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 Minuten. Bei weniger als 20 Prüflingen kann alternativ eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**

- Studierende haben fundiertes Wissen über Grundlagen, Methoden und Verfahren für das Messen und Prüfen in der industriellen Fertigung.
- Studierende können unterschiedliche Messprinzipien, -verfahren und -geräte hinsichtlich ihrer Voraussetzungen, Eigenschaften, Anwendungsbereiche und Ergebnisse beurteilen.

Studierende sind in der Lage, fertigungsmesstechnische Aufgaben zu analysieren, die daraus folgenden Anforderungen an eine geeignete messtechnische Umsetzung abzuleiten, passende messtechnische Umsetzungen zu finden und die daraus folgenden Eigenschaften des Messergebnisses zu aufzuzeigen..

**Inhalt**
Die Fertigungsmesstechnik spielt eine wesentliche Rolle bei der Sicherstellung einer effizienten industriellen Fertigung. Sie stellt gewissenmaßen die Sinnesorgane für die Qualitätssicherung und die Automatisierungstechnik dar und umfasst alle mit dem Messen und Prüfen verbundenen Tätigkeiten.

Aufbauend auf den methodischen Grundlagen, die Thema der Pflichtvorlesung „Messtechnik“ sind, vermittelt die Vorlesung Verfahren und Umsetzungen für das Messen und Prüfen in der industriellen Praxis. Dabei liegt der Schwerpunkt auf geometrischen Eigenschaften; die meisten vorgestellten Konzepte lassen sich darüber hinaus auf andere Eigenschaften übertragen. Sensorsysteme für die Messung geometrischer Eigenschaften werden vorgestellt und mit ihren charakteristischen Eigenschaften diskutiert.

Die Inhalte umfassen im Einzelnen:

· Grundlagen der FMT

o Grundbegriffe, Definitionen

o Maßverkörperungen

o Messunsicherheiten

· Messtechnik im Betrieb und im Messraum

o Koordinatenmesstechnik

o Form- und Lagemesstechnik

o Oberflächen- und Konturmesstechnik

o Komparatoren

o Mikro- und Nanomesstechnik

o Messräume

· Fertigungsorientierte Messtechnik

o Messmittel und Lehren

o Messvorrichtungen

o Messen in der Maschine

o Sichtprüfung

o Statistische Prozessregelung (SPC)

· Optische/berührungslose Messverfahren

o Integrierbare optische Sensoren

o Eigenständige optische Messsysteme

o Optische 2,5D-Koordinatenmesstechnik

o Optische 3D-Koordinatenmesstechnik

o Computertomographie

o Systemintegration und Standardisierung

· Prüfmittelmanagement

o Bedeutung und Zusammenhänge

o Beherrschte Prüfprozesse

Prüfplanung

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung

**Arbeitsaufwand**
Gesamt: ca. 90h, davon

1. Präsenzzeit in Vorlesungen: 23h
2. Vor-/Nachbereitung der Vorlesungen: 23h
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: 44h

**Empfehlungen**
Kenntnisse der Stochastik und von Grundlagen der Messtechnik sind hilfreich.

# M 9.47 Modul: Field Propagation and Coherence [M-ETIT-100566]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Freude
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100976 | Field Propagation and Coherence | 4 LP | Freude |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: oral exam

Duration of Examination: approx. 30 minutes

Modality of Exam: Oral examination, usually one examination day per month during the summer and winter terms. An extra questions-andanswers session will be held for preparation if students wish so.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
Presenting in a unified approach the common background of various problems and questions arising in general optics and optical comunications

The students

- knwo the common properties of counting of modes, density of states and the sampling theorem
- comprehend the relationship between propagation in multimode waveguides, mode coupling, MMI and speckles
- can analyze propagation in homogeneous media with respect to system theory, antennas, and the resolution limit of optical instruments
- understand that coherence as a general concept comprises coherence in time, in space and in polarisation
- comprehend the implication of complete spatial incoherence, and what is the radiation efficiency of a source with a diameter smaller than a wavelength (the mathematical Hertzian dipole, for instance)
- can assess when can two incandescent bulbs form an interference pattern in time
- know under which conditions a heterodyne radio receiver, which is based on a non-stationary interference, actually works

**Inhalt**
The following selection of topics will be presented:

- Light waves, modes and rays: Longitudinal and transverse modes, sampling theorem, counting and density of modes ("states")
- Propagation in multimode waveguides. Near-field and far-field. Impulse response and transfer function. Perurations and mode coupling. Multimode interference (MMI) coupler. Modal noise (speckle)
- Propagation in homogeneous media: Resolution limit. Non-paracial and paracial optics. Gaussian beam. ABCD matrix
- Coherence of optical fields: Coherence function and power spectrum. Polarisation, eigenstates and principal states. Measurement of coherence with interferometers (Mach-Zehnder, Michelson). Self-heterodyne and self-homodyne setups

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
total 120 h, hereof 45 h contact hours (30 h lecture, 15 h problem class), and 75 h homework and self-studies

**Empfehlungen**
Minimal background required: Calculus, differential equations and Fourier transform theory. Electrodynamics and field calculations or a similar course on electrodynamics or optics is recommended.

**Literatur**

Detailed lecture notes as well as the presentation slides can be downloaded from the IPQ lecture pages. Additional reading:

Born, M.; Wolf, E.: Principles of optics, 6. Aufl. Oxford: Pergamon Press 1980

Ghatak, A.: Optics, 3. Ed. New Delhi: Tata McGraw Hill 2005

Hecht, E.: Optics, 2. Ed. Reading: Addison-Wesley 1974

Hecht, J.: Understanding fiber optics, 4. Ed. Upper Saddle River: Prentice Hall 2002

Iizuka, K.: Elements of photonics, Vol. I and II. New York: John Wiley & Sons 2002

Further textbooks in German (also in electronic form) can be named on request

# M 9.48 Modul: Funkempfänger [M-ETIT-103241]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Friedrich Jondral
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106431 | Funkempfänger | 3 LP | Jondral |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind in der Lage, die volle Funktionsweise von Funkempfängern zu verstehen, Spezifikationen zu schreiben sowie Funkempfänger aus systemtheoretischer Sicht zu konzipieren.

**Inhalt**
Die Lehrveranstaltung erweitert die in der Vorlesung Nachrichten-technik I behandelten Fragestellungen. Der Fokus liegt hierbei auf der detaillierten Behandlung komplexer Empfängertechniken, die insbesondere das Zusammenspiel zwischen analoger und digitaler Signalverarbeitung betreffen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
- Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
- Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 15 * 4 h = 60 h
- Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet

Insgesamt: 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

# M 9.49 Modul: Grundlagen der Fahrzeugtechnik I [M-MACH-100501]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Gauterin
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-MACH-100092 | Grundlagen der Fahrzeugtechnik I | 8 LP | Gauterin, Unrau |

**Erfolgskontrolle(n)**
Prüfungsleistung schriftlich; Dauer ca. 2 h

**Voraussetzungen**
Das Modul "M-MACH-102686 - Automotive Engineering I" darf nicht begonnen oder abgeschlossen sein. "M-MACH-100501 - Grundlagen der Fahrzeugtechnik I" und " "M-MACH-102686 - Automotive Engineering I" schließen einander aus.

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen die Bewegungen und die Kräfte am Fahrzeug und sind vertraut mit aktiver und passiver Sicherheit. Sie haben Kenntnisse über die Wirkungsweise von Motoren und alternativen Antrieben, über die notwendige Kennungswandlung zwischen Motor und Antriebsrädern sowie über die Leistungsübertragung und -verteilung, sodass sie ihr Wissen praxis- und entscheidungsrelevant anwenden können. Sie kennen die für den Antrieb notwendigen Bauteile und beherrschen die Grundlagen, um das komplexe System "Fahrzeug" analysieren, beurteilen und weiterentwickeln zu können.

**Inhalt**
Das Modul vermittelt einen Überblick über:

1. Historie und Zukunft des Automobils

2. Fahrmechanik: Fahrwiderstände und Fahrleistungen, Mechanik der Längs- und Querkräfte, passive Sicherheit

3. Antriebsmaschinen: Verbrennungsmotor, alternative Antriebe (z.B. Elektromotor, Brennstoffzelle)

4. Kennungswandler: Kupplungen (z.B. Reibungskupplung, Viskokupplung), Getriebe (z.B. Mechanisches Schaltgetriebe, Strömungsgetriebe)

5. Leistungsübertragung und -verteilung: Wellen, Wellengelenke, Differentiale

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 * 2 h = 60 h

2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 2 * 3 h = 90 h

3. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 90 h

Insgesamt: 240 h = 8 LP

**Literatur**
1. Mitschke, M./ Wallentowitz, H.: Dynamik der Kraftfahrzeuge, Springer-Verlag, Berlin, 2004

2. Braes, H.-H.; Seiffert,U.: Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Vieweg & Sohn Verlag, 2005

3. Gnadler, R.: Scriptum zur Vorlesung 'Grundlagen der Fahrzeugtechnik I'

# M 9.50 Modul: Grundlagen der Fahrzeugtechnik II [M-MACH-100502]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Gauterin
Dr.-Ing. Hans-Joachim Unrau

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-MACH-102117 | Grundlagen der Fahrzeugtechnik II | 4 LP | Gauterin, Unrau |

**Erfolgskontrolle(n)**
Prüfungsleistung schriftlich; Dauer ca. 1,5 h

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden haben einen Überblick über die Baugruppen, die für die Spurhaltung eines Kraftfahrzeugs und die Kraftübertragung zwischen Fahrzeugaufbau und Fahrbahn notwendig sind. Sie haben gute Kenntnisse in den Themengebieten Radaufhängungen, Reifen, Lenkung und Bremsen. Sie kennen unterschiedliche Ausführungsformen, deren Funktion und deren Einfluss auf das Fahr- bzw. Bremsverhalten. Sie sind in der Lage, ihr Wissen praxis- und entscheidungsrelevant anwenden zu können. Sie haben die Voraussetzung, die entsprechenden Komponenten richtig auszulegen und weiterzuentwickeln. Sie sind in der Lage, das komplexe Zusammenspiel der einzelnen Baugruppen analysieren, beurteilen und unter Berücksichtigung der Randbedingungen optimieren zu können.

**Inhalt**
Das Modul vermittelt einen Überblick über:

1. Fahrwerk: Radaufhängungen (Hinterachsen, Vorderachsen, Achskinematik), Reifen, Federn, Dämpfer
2. Lenkung: Manuelle Lenkungen, Servo-Lenkanlagen, Steer by Wire
3. Bremsen: Scheibenbremse, Trommelbremse, Vergleich der Bauarten

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h

2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 3 h = 45 h

3. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 45 h

Insgesamt: 120 h = 4 LP

**Literatur**
1. Heißing, B./Ersoy, M.: Fahrwerkhandbuch: Grundlagen, Fahrdynamik, Komponenten, Systeme, Mechatronik, Perspektiven, Vieweg-Verlag, Wiesbaden, 2011

2. Breuer, B./Bill, K.-H.: Bremsenhandbuch: Grundlagen - Komponenten - Systeme - Fahrdynamik, Vieweg-Verlag, Wiesbaden, 2012

3. Gnadler, R.: Scriptum zur Vorlesung 'Grundlagen der Fahrzeugtechnik II'

# M 9.51 Modul: Grundlagen der Plasmatechnologie [M-ETIT-100483]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100770 | Grundlagen der Plasmatechnologie | 3 LP | Kling |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studentinnen und Studenten lernen die Vorgänge in technsischen Plasmen und die Plasma Technologie Anwendungen kennen. Dadurch sind sie in der Lage z.B. Anwendungen in der Beschichtungstechnik, beim Funktionalisieren oder der Herstellung von Prozessoren die Verfahren kritisch zu beurteilen.

**Inhalt**
Grundlagen Wissen über technische Plasmen, Beschichtungstechnik mit Plasmen, Dünnschichtbeschichtungen, Plasma Ätzprozesse, Plasma Sputtern, Diagnostik: Wie wir ein IC hergestellt? Wie funktioniert ein Ionentriebwerk?

1 Einleitung

1.1. Kenngrößen des Plasmas
1.2. Anwendungen

2. Physikalische Grundlagen des Plasmas

2.1. Grundbegriffe/ Verteilungen und Gleichgewichtsbedingungen Transportprozesse

Erzeugung eines Plasmas

3.1 Stationäre Gasentladung

3..2 Entladung im Wechselfeld

4. Plasmen in der technischen Anwendung

4. Überblick

4.1 Niederdruckentladungen

4.1.1 Plasma Oberflächen Prozesse

4.1.2 Dünnschichtbeschichtungen

4.1.3 Plasma Ätzprozesse

4.1.4 Plasma Sputtern

4.1.5 Plasma Funktionalisieren

4.1.6 Plasma Strahler direkt

4.2. Plasmafusion

5 Diagnostik

5.1 Überblick Verfahren

5.1.1 Die Plasma Randschicht

5.2 Sondenmessungen

5.3 Mikrowellenmessungen

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit in Vorlesung
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen
3. Vorbereitung mündliche Prüfung

**Empfehlungen**
Das vorherige Hören der Vorlesung -ETIT-100481 – Plasmastrahlungsquellen ist hilfreich.

# M 9.52 Modul: Hardware Modeling and Simulation [M-ETIT-100449]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Jens Becker
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100672 | Hardware Modeling and Simulation | 4 LP | Becker, Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Nach Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die besonderen Herausforderungen an ein Eingebettetes System. Sie haben grundlegende und detaillierte Kenntnisse über die Hardwarebeschreibungssprache VHDL. Sie sind in der Lage, Schaltungsteile zu modellieren und die Besonderheiten des Zeitverhaltens von modellierten Komponenten zu berücksichtigen. Sie sind in der Lage, Testbenches für Modelle zu erstellen, um die funktionale und zeitliche Verifikation einzuleiten. Die Studierenden haben darüber hinaus grundlegende Kenntnisse über die Arbeitsweise von Simulatoren, sowohl für Digital- als auch für Analogschaltungsteile. Ebenso sind Kenntnisse über domänenübergreifende Modelle in VHDL-AMS, die gemischt digitale, analoge und/oder mechanische Teile beinhalten, vorhanden. Die Studierenden verstehen die Grundlagen von Fehlersimulationen für die Überprüfbarkeit von fabrizierten Schaltungen und sind in der Lage, Testvektoren abzuleiten. Sie sind mit den Methoden der formalen Verifikation vertraut

**Inhalt**
Durch die Unterstützung des Entwurfs eingebetteter Systeme durch CAE-Werkzeuge, die sich in den letzten Jahren schnell verbreitet haben, wurde eine erhebliche Beschleunigung des gesamten Entwurfsablaufes erzielt. In dieser Vorlesung soll der grundlegende Entwurf von eingebetteten Systemen unter Verwendung von CAE-Werkzeugen und der Verwendung von Hardware Beschreibungssprachen betrachtet werden. Auf Test- und Nachweismethoden für die Korrektheit von Entwürfen wird genauso eingegangen wie auf die Anforderungen an industrielle Entwurfsautomatisierungssysteme.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Notenbildung ergibt sich aus der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**
Semesterbegleitend schriftlich, ansonsten mündlich.

Ab WS 19/20 sind die Modulverantwortlichen Prof. Jürgen Becker und Dr. Jens Becker

Ab WS 19/20 wird das Modul im WS angeboten.

**Arbeitsaufwand**
Für jeden Credit Point (CP) sind 30h Arbeitsaufwand angesetzt. Die hieraus resultierenden 120h verteilen sich wie folgt:

- 15 Wochen à 1,5h Anwesenheit in Vorlesung und 1,5h Nachbereitung pro Woche = 45h

- 15 Wochen à 1,5h

Anwesenheit in Übung und 1,5h Vorbereitung (enthält Bearbeitung der Übungsblätter) pro Woche = 45h

- Vorbereitung für die Klausur = 30h

**Empfehlungen**
Vorlesung „Systems and Software Engineering" (23605)

# M 9.53 Modul: Hardware/Software Co-Design [M-ETIT-100453]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Oliver Sander
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100671 | Hardware/Software Co-Design | 4 LP | Sander |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Durch den Besuch der Vorlesung Hardware/Software Co-Design lernen die Studierenden die notwendigen multikriteriellen Methoden und Hardware/Software Zielarchitekturen kennen. Der Besuch der Vorlesung trägt zum Verständnis dieser Methoden des Hardware/Software Co-Designs bei und versetzt die Studenten in die Lage das Erlernte auf neuartige Fragestellungen anzuwenden.

Die Studierenden lernen die wesentlichen Zielarchitekturen kennen und werden in die Lage versetzt ihre Vor- und Nachteile in Bezug auf die Anwendbarkeit im Hardware/Software Co-Design zu benennen. Zur Beurteilung der Entwurfsqualität lernen die Studierenden verschiedene Verfahren kennen und können diese bereits in frühen Phasen des Systementwurfs anwenden. Weiterhin haben die Studierenden einen Überblick über Partitionierungsverfahren für HW/SW Systeme, können diese klassifizieren und kennen die jeweiligen Vor- und Nachteile der Verfahren. Für typische HW/SW-Partitionierungsprobleme sind die studierenden in der Lage ein geeignetes Verfahren auszuwählen und anzuwenden.

Durch den Besuch der Veranstaltung haben die Studierenden ein komponenten-übergreifendes Verständnis der Thematik des Co-Designs. Des Weiteren versetzt der Besuch der Veranstaltung die Studierenden in die Lage die vorgestellten Methoden selbstständig auf Fragestellungen anzuwenden. Hierzu können Werkzeuge verwendet werden, die im Laufe der Vorlesung vorgestellt werden.

Der Besuch der Vorlesung versetzt die Studierenden in die Lage aktuelle wissenschaftliche Arbeiten z.B. Abschlussarbeiten selbstständig einzuordnen und mit modernsten Methoden zu bearbeiten.

**Inhalt**

- In der Vorlesung werden die theoretischen Grundlagen zum verzahnten Entwurf von Hardware- und Softwareteilen eines Systems vorgestellt. Zusätzlich wird deren praktische Anwendung anhand von verschiedenen aktuellen Software- und Hardwarekomponenten demonstriert.
- Die begleitenden Übungen sollen das in den Vorlesungen erlernte Wissen fundieren. Ausgewählte Themen werden wiederholt, und anhand theoretischer und praktischer Beispiele lernen die Studierenden die Anwendung der Methoden für den modernen Systementwurf.
- Unter Hardware Software Co-Design versteht man den gleichzeitigen und verzahnten Entwurf von Hardware- und Softwareteilen eines Systems. Die meisten modernen eingebetteten Systeme (Beispiele sind Mobiltelefone, Automobil- und Industriesteuerungen, Spielekonsolen, Home Cinema Systeme, Netzwerkrouter) bestehen aus kooperierenden Hardware- und Softwarekomponenten. Ermöglicht durch rasante Fortschritte in der Mikroelektronik werden Eingebettete Systeme zunehmend komplexer mit vielfältigen anwendungsspezifischen Kriterien. Der Einsatz von entsprechenden rechnergestützten Entwurfswerkzeugen ist nicht nur notwendig, um die zunehmende Komplexität handhaben zu können, sondern auch um die Entwurfskosten und die Entwurfszeit zu senken. Die Vorlesung Hardware Software Co-Design behandelt die notwendigen multikriteriellen Methoden und Hardware/ Software Zielarchitekturen:
    - Zielarchitekturen für Hardware/Software-Systeme
        - Prozessoraufbau: Pipelining, Superskalarität, VLIW, SIMD, Cache, MIMD
        - General-Purpose Prozessoren (GPP), Mikrocontroller (µC), Digitale Signalprozessoren (DSP), Grafik Prozessoren (GPU), Applikations-spezifische Instruktionssatz Prozessoren (ASIP), Field Programmable Gate Arrays (FPGA), System-on-Chip (SoC), Bussysteme, Multicore und Network-on-Chip (NoC)
    - Abschätzung der Entwurfsqualität
        - Hardware- und Software-Performanz
    - Hardware/Software Partitionierungsverfahren
        - Iterative und Konstruktive Heuristiken

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen (für eine Vorlesung)

1. Präsenzzeit in 14 Vorlesungen, 7 Übungen: 31,5 Std

2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 63 Std (3 Std pro Einheit)

3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: 20 Std Vorbereitung und 0,5 Std Prüfung

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen aus Digitaltechnik und Informationstechnik sind hilfreich.

# M 9.54 Modul: Hardware-Synthese und -Optimierung [M-ETIT-100452]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100673 | Hardware-Synthese und -Optimierung | 6 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen die grundsätzlichen Schritte, die zum automatisierten Entwurf optimierter Digitalschaltungen notwendig sind, können diese ins Y-Chart einordnen und ihre Komplexität beurteilen.

Sie sind in der Lage, die bedeutendsten Lösungsansätze für diese Entwurfsschritte zu nennen, zu erläutern und insbesondere hinsichtlich Optimalität und Rechenaufwand zu bewerten. Dies beinhaltet die Fähigkeit, innerhalb dieser Ansätze zum Einsatz kommende Verfahren (wie z. B. ausgewählte Graphenalgorithmen oder Metaheuristiken wie Simulated Annealing) anzuwenden und ihre jeweiligen Laufzeitkomplexitäten zu ermitteln.

Darüber hinaus können sie gegebene Problemstellungen aus dem Bereich der Entwurfsautomatisierung lösen, indem sie einen hierzu geeigneten Ansatz auf Basis bestimmter Optimierungskriterien auswählen und diesen auf die jeweilige Problemstellung anwenden.

**Inhalt**
Schwerpunkt des Moduls ist die Vermittlung der formalen und methodischen Grundlagen zum automatisierten Entwurf optimierter elektronischer Systeme. Hierbei werden einerseits die aus wissenschaftlich und methodischer Sicht relevanten Eigenschaften der eingesetzten Verfahren diskutiert, aber auch deren Umsetzung in der industriellen Praxis vermittelt.

Die folgenden Themenkomplexe werden behandelt:

- Graphenalgorithmen und Komplexität
- High-Level-Synthese
- Register-Transfer-Level-Synthese
- Logikoptimierung
- Technologieabbildung
- Physikalischer Entwurf

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (LP, Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand des Studierenden. Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht.

6LP entsprechen ca. 180 Arbeitsstunden, die sich wie folgt verteilen:

- 50h: Präsenz in Vorlesungen und Übungen
- 60h: Vor- und Nachbereitung (inkl. Bearbeitung der Übungsblätter und Selbststudium)
- 70h: Prüfungsvorbereitung und -teilnahme

**Empfehlungen**
Grundkenntnisse im Bereich digitaler Schaltungen, wie sie z. B. durch die Lehrveranstaltung „Digitaltechnik“ (2311615) vermittelt werden.

# M 9.55 Modul: Hochleistungsmikrowellentechnik [M-ETIT-100521]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100791 | Hochleistungsmikrowellentechnik | 3 LP | Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen einen umfassenden Überblick über die Hochleistungsmikrowellentechnik, insbesondere die Erzeugung von hohen und höchsten Leistungen bis in den THz-Bereich mittels modernen Vakuumelektronenröhren. Sie sind in der Lage, verschiedene Röhrentypen und –komponenten sowie deren Funktionsweise zu beschreiben und deren Anwendungsgebiete zu benennen. Die Vorlesung schließt die Übertragungstechnik und –diagnostik bei hohen und höchsten Leistungen, verschiedene Anwendungen in der UHF Übertragung, in der Satellitenkommunikation, in der Radartechnik, für THz-Anwendungen (Spektroskopie), in der Materialprozesstechnik und in Teilchenbeschleuniger- und Fusionsexperimenten ein. Die Studierenden können die Anwendungsgebiete für die verschiedenen Röhrentypen identifizieren und deren Eignung bewerten.

**Inhalt**
Unter dem Begriff der Hochleistungsmikrowellentechnik versteht man die Erzeugung, Übertragung, Anwendung und Diagnostik von Mikrowellen bei hohen und höchsten Leistungen. In der Vorlesung umfasst der Mikrowellenbereich einen Frequenzbereich von unter 1 GHz (30 cm Wellenlänge) bis 1 THz (0.3 mm Wellenlänge). Der Leistungsbereich umspannt einen Bereich von 1 W (THz-Bereich) bis über 1 MW im klassischen Mikrowellenbereich (1 GHz bis 300 GHz). Die Vorlesung fokussiert sich auf Mikrowellenröhren, da diese die einzigen Leistungserzeuger und –verstärker sind, die einen derartigen Frequenz- und Leistungsbereich umspannen. Die Vorlesung erfüllt damit die Anforderungen der modernen Satellitenkommunikation, THz-Spektroskopie, Radartechnik, Teilchenbeschleuniger und Fusion. Die genannten Anwendungen haben einen rasant steigenden Bedarf an immer leistungsfähigeren Hochleistungsmikrowellenkomponenten.

Die Vorlesung ist interdisziplinär angelegt. Diese führt in die dominierenden Röhrentypen ein und behandelt die zugehörigen Komponenten. Zu den jeweiligen Röhrentypen werden die bevorzugten Anwendungsgebiete erläutert. Komponenten zur Hochleistungsübertragung und –diagnostik werden vorgestellt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzstudienzeit Vorlesung/Übung: 30 h

Selbststudienzeit inkl. Prüfungsvorbereitung: 60 h

Insgesamt 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

# M 9.56 Modul: Hochleistungsstromrichter [M-ETIT-100398]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100715 | Hochleistungsstromrichter | 3 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen die für Hochleistungsanwendungen relevanten netzgeführten und selbstgeführten Stromrichter.

Sie sind in der Lage, Stromrichter für Hochspannungs-Gleichstrom- Übertragungsanlagen und Großantriebe auszuwählen und deren Betriebseigenschaften abzuschätzen.

Sie kennen die Funktionsweise sowie die Vor-und Nachteile der unterschiedlichen Mehrstufenwechselrichterschaltungen.

Sie sind in der Lage, die erforderlichen Leistungshalbleiter je nach den elektrischen Anforderungen und der Art der Kühlung auszuwählen.

**Inhalt**
In der Vorlesung werden leistungselektronische Schaltungen vorgestellt und analysiert. Schaltung, Funktion und Steuerung werden eingehend behandelt. Zunächst werden die grundlegenden Eigenschaften unter idealisierten Verhältnissen erarbeitet. Anschließend werden die Einflüsse realer Bedingungen diskutiert.

Im Einzelnen werden folgende Themengebiete behandelt:

Netzgeführte Stromrichter: unter idealisierten Bedingungen und realen Bedingungen, zwölfpulsige Stromrichter, Direktumrichter, Hochspannungsgleichstromübertragung, Wechsel- und Drehstromsteller, Netzrückwirkungen, Halbleiterbauelemente für netzgeführte Stromrichter, Schutzeinrichtungen.

Mehrpunktwechselrichter: Neutral Point Clamped Inverter, Diode Clamped Inverter, Floating Capacitor Inverter, Series Cell Inverter, Modular Multilevel Converter, Hybride Schaltungen, Modulationsverfahren, Halbleiter für Multilevelschaltungen, Anwendungen.

Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
14x V à 1,5 h = 21 h

Prüfungsvorbereitung = 60 h

Insgesamt ca. 80 h (entspricht 3LP)

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu den Grundlagen der LV „Elektrische Maschinen und Stromrichter“ sind hilfreich.

# M 9.57 Modul: Hochspannungsprüftechnik [M-ETIT-100417]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Badent
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101915 | Hochspannungsprüftechnik | 4 LP | Badent |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Der Student kann Teilentladungen messen, Vor-Ort Prüfungen durchführen, Kabel und Garnituren prüfen. Er kann computerbasierte Prüfungssysteme bedienen und designen. Er kann die notwendigen Voraussetzungen zur Akkreditierung von Prüflaboratorien schaffen.

**Inhalt**
Dieser Kurs macht die Studenten mit Fragen der Hochspannungsprüftechnik, Kalibrierung und den Inhalten internationaler Test-Standards für Produkte der elektrischen Energietechnik vertraut.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzstudienzeit Vorlesung: 30 h

Präsenzstudienzeit Übung: 15 h

Selbststudienzeit: 67,5 h

Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet

Insgesamt 112,5 h = 4 LP

**Empfehlungen**
Hochspannungstechnik

# M 9.58 Modul: Hochspannungstechnik [M-ETIT-105060]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Badent
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110266 | Hochspannungstechnik | 6 LP | Badent |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung im Umfang von ca.120 Minuten.

**Qualifikationsziele**
Die Studenten können elektrische Felder ermitteln mit Hilfe numerischer Verfahren bzw. graphisch, hohe Spannungen im Labor erzeugen, Wechselspannungen und Impulsspannung dimensionieren, konstruieren und berechnen. Sie kennen die Eigenschaften von Isolierstoffen im Feldraum und die Prozesse, die zum Durchschlag sowohl in Gasen als auch Flüssigkeiten und Feststoffen führen. Sie kennen die wichtigsten technischen Isolierstoffe und können diese im Rahmen der Isolationskoordination einsetzen.

**Inhalt**
Erzeugung hoher Spannungen im Labor, Elektrische Felder, Dielektrika im Feldraum, Gasentladungsphysik, Durchschlag in Flüssigkeiten und Feststoffen, Technische Isolierstoffe, Isolationskoordination.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (LP) entspricht 30 h Arbeitsaufwand des Studierenden. Unter den Arbeitsaufwand fallen:
- Präsenzstudienzeit Vorlesung: 60 h
- Präsenzstudienzeit Übung: 60 h
- Selbststudienzeit, Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: 60 h
Insgesamt: 180 h = 6 LP

# M 9.59 Modul: Informationsfusion [M-ETIT-103264]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106499 | Informationsfusion | 4 LP | Heizmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 Minuten. Bei weniger als 20 Prüflingen kann alternativ eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten stattfinden. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**

- Studierende haben fundiertes Wissen in unterschiedlichen Methoden zur Spezifizierung von unsicherheitsbehaftetem Wissen und zu dessen Aufarbeitung zum Zweck der Informationsfusion.
- Studierende beherrschen unterschiedliche Konzepte der Informationsfusion hinsichtlich ihrer Voraussetzungen, Modellannahmen, Methoden und Ergebnisse.
- Studierende sind in der Lage, Aufgaben der Informationsfusion zu analysieren und formal zu beschreiben, Lösungsmöglichkeiten zu synthetisieren und die Eignung der unterschiedlichen Ansätze der Informationsfusion zur Lösung einzuschätzen.

**Inhalt**
Bei zahlreichen Aufgaben der Informationsgewinnung ist es nicht möglich, die interessierenden Eigenschaften einer Szene bzw. eines Prozesses vollständig und robust mit einem einzigen Sensor bzw. einer einzigen Informationsquelle zu erfassen. In solchen Fällen besteht eine Lösungsmöglichkeit darin, mehrere Sensoren einzusetzen, die unterschiedliche Aspekte der Szene erfassen. Die Verwendung heterogener Sensoren mit unterschiedlichen Sensorprinzipien erlaubt dabei die Auswertung mehrerer physikalischer Eigenschaften der Szene. Darüber hinaus kann auch nicht-sensorische Information (z.B. in Form von a-priori-Wissen oder physikalischen Modellen) verfügbar sein, die bei der Bestimmung interessierender Szeneeigenschaften zu berücksichtigen ist.

Diese Vorlesung führt in Konzepte, Architekturen und Verfahren der Informationsfusion ein. Mathematische Konzepte zur Verknüpfung von Sensordaten und Informationen aus unterschiedlichen Quellen werden dargestellt.

Die Inhalte umfassen im Einzelnen:

- Voraussetzungen der Fusionierbarkeit
- Spezifikation von unsicherheitsbehafteter Information
- Vorverarbeitung zur Informationsfusion, Registrierung
- Fusionsarchitekturen
- Probabilistische Methoden: Bayes'sche Fusion, Kalman-Filter, Tracking
- Formulierung von Fusionsaufgaben mittels Energiefunktionalen
- Dempster-Shafer-Theorie
- Fuzzy-Fusion

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Gesamt: ca. 120h, davon

1. Präsenzzeit in Vorlesungen: 34h
2. Vor-/Nachbereitung der Vorlesungen: 34h
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger:52h

**Empfehlungen**
Kenntnisse der Grundlagen der Stochastik sind hilfreich.

# M 9.60 Modul: Informationstechnik in der industriellen Automation [M-ETIT-100367]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Peter-Axel Bort
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100698 | Informationstechnik in der industriellen Automation | 3 LP | Bort |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20-25 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Absolventinnen und Absolventen haben nach Abschluss der Veranstaltung ein ganzheitliches Grundverständnisses für die moderne Automatisierungstechnik, vom einfachen Sensor-/Aktor System, über speicherprogrammierbare Steuerung und Leitsysteme, bis hin zu cloudbasierten Technologien. Sie kennen die Schnittstellen zur Informationstechnik und das Zusammenspiel der einzelnen Disziplinen, sowie deren Einsatz in der Automatisierungstechnik. Die Absolventinnen und Absolventen haben ein Verständnis und ein Gefühl für die verschiedenen Aspekte der Zuverlässigkeit und funktionalen Sicherheit in der Automatisierungstechnik. Sie kennen Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von zentralen Tools und Modellierungswerkzeugen der Informationstechnik, sowie Methoden der künstlichen Intelligenz in der Automatisierungstechnik.

**Inhalt**
Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in moderne Automatisierungssysteme von einfachen SPS-Steuerungen über Leitsysteme und Manufacturing Execution Systems (MES) bis hin zu Enterprise Resource Planning (ERP) Systemen. Dabei werden unterschiedlichste Branchen, Technologien und Standards betrachtet, die in derartig komplexen Systemen zum Einsatz kommen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in dem Bereich Anlagenprojektierung, Systemintegration und Vernetzung, bis zu cloudbasierten Lösungen. Dabei werden verschiedene Modellierungsansätze und Werkzeuge für die Projektierung vorgestellt, sowie auf die Besonderheiten der Systemintegration in der Anlagenautomatisierung eingegangen, wie z.B. die hohe Zahl von unterschiedlichen Schnittstellen, die unterschiedlichen Lebenszyklen von Einzelkomponenten, Subsystemen und Anlagenteilen oder die extremen Anforderungen an die funktionale Sicherheit und Verfügbarkeit der Anlagen.

Bei sämtlichen Betrachtungen spielen die wirtschaftlichen Aspekte eine zentrale Rolle. Anhand von zahlreichen praktischen Beispielen sollen die Studenten ein eigenes Gefühl für die wirtschaftlichen Auswirkungen von Ingenieurentscheidungen aus Entwickler- und aus Betreibersicht entwickeln. In diesem Kontext werden Themen wie Asset-Management und Strategien zur Anlagenprojektierung und -steuerung behandelt.

Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**
Es finden 7 Vorlesungstermine statt. Diese werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

**Arbeitsaufwand**
Der Arbeitsaufwand gliedert sich wie folgt:

- Präsenzzeit Vorlesung: 7 * 4 h = 28 h
- Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 7 * 4 = 28 h
- Präsenzzeit Übung: 0 h
- Vor-/Nachbereitung Übung (SPS-Programmierung mit Codesys): 4 h
- Klausurvorbereitung und Präsenz in Prüfung: 30 h (alternativ: in Vor-/Nachbereitung verrechnet)
- Insgesamt: 90 h -> 90/30 LP = 3 LP

# M 9.61 Modul: Integrated Systems of Signal Processing [M-ETIT-100530]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Klaus Dostert
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

**Erfolgskontrolle(n)**
HINWEIS: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls wurden letztmalig imWS15/16 angeboten. Die Prüfungen werden letztmalig im SS17 angeboten.

Written examination with duration of 120 minutes.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Advanced theoretical knowledge about modern digital signal processing methods and systems. Teaching of skills toward hardware realization of such systems with real-time capability. The students acquire the knowledge to solve basic problems of digital signal processing and are able to implement solutions.

**Inhalt**
Lecture:

Modern digital systems of signal processing (DSSP) are gaining more and more importance within RF and communication technology, process and control engineering, as well as in power electronics. Therefore, this lecture deals with elements, algorithms, hardware structures and special function units of corresponding systems with real-time capability. Since embedded systems, based on application specific integrated circuits for signal processing, become increasingly dominant, skills for the design of such circuits is an essential part of this lecture. Current sample applications in different areas, such as communication, complete this part.

As already today it is expected that most engineers are familiar with DSSP, this lecture addresses students of the master program in almost any of the possible studying directions.

To follow the lecture, basic knowledge about signal processing and hardware implementation is a prerequisite. A goal of the lecture is to teach advanced theoretical understanding of signal processing, as well as detailed explanation of the underlying real-time concepts. Moreover, the implementation into hardware is systematically taught. As a result, a solid foundation of DSSP skills is intended, both for the later professional working environment, and for further engagement in DSSP, like taking advanced lectures, or labs, or for completing a master's thesis.

The first part of the lecture introduces analogue and digital components for signal processing as well as algorithms, software and protocols, required for real-time DSSP. Furthermore, RISC structures, special memory and bus systems, interrupt concepts and timer systems of advanced processors are explained.

The second part does not only consider the typical algorithms of signal processing, such as discrete convolution, correlation, filtering or DFT, but also the necessary hardware structures like parallel multipliers, squaring devices and MAC units. This part is completed by investigating concepts like pipelining, circular buffering, or zero-overhead looping, in order to understand the working principles of modern digital signal processors.

The third part of the lecture concentrates on special function units for DSSP. Such devices are used for signal synthesis, for digital mixing, or for modulation and demodulation purposes. In this context, FFT/IFFT processors, equalizers and filter structures are discussed. The application of multi-carrier techniques (OFDM) for data communication concludes this section.

Today, and especially for the future, it will not be sufficient to use programmable devices like MCs and DSPs for DSSP. A variety of features, preferably provided by 'application specific integrated circuits' become more and more important. Thus, methods to develop such application specific ICs are introduced. Based on VHDL modeling, the use of FPGAs, gate arrays and cell-arrays is outlined. The presentation of development, simulation, verification and test tools completes the last part of the lecture.

The lecturer reserves the right to alter the contents of the course without prior notification.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Grades result from the written examination.

**Anmerkungen**
- im WS15/16 zuletzt gehalten
- im SS17 letzte Prüfung für Wiederholer

**Arbeitsaufwand**
1. Lecture time: 21h
2. Preparation: 35h
3. Preparation for examination: 35h

**Empfehlungen**
Basic knowledge of signal processing theory and the corresponding implementation into hardware.

# M 9.62 Modul: Integrierte Intelligente Sensoren [M-ETIT-100457]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100961 | Integrierte Intelligente Sensoren | 3 LP | Stork |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Durch die Vorlesung soll den Studenten ein Einblick in das weite Feld der Anwendungsmöglichkeiten intelligenter Sensorsysteme und deren wirtschaftlicher Bedeutung vermittelt werden.

Die Studierenden

- Kennen die wichtigsten Begriffe und Verfahren zur Entwicklung und Herstellung integrierter intelligenter Sensoren und können diese mit ihren Vor- und Nachteilen beurteilen.
- Sind in der Lage, die gängigen Sensorprinzipien zu beschreiben.
- Können geeignete Verfahren für die Erfassung unterschiedlicher physikalischer Größen mittels IIS auswählen.
- Kennen die grundlegenden Verfahren zur Herstellung mikrosystemtechnischer Sensoren
- Besitzen ein weitreichendes Verständnis über den Aufbau und die Funktionsweise von Mikrosystemtechnischen Sensoren.
- Besitzen die Fähigkeit sich mit Experten der Sensortechnologie verständigen zu können.
- Sind in der Lage, verschiedene Verfahren kritisch zu beurteilen.

**Inhalt**
In der Vorlesung werden Anwendungen verschiedener Mikrotechniken für Sensortechnologien, wie z.B. der Mikrooptik oder der Mikromechanik, anhand von aktuellen Beispielen aus Industrie und Forschung dargestellt. Die Hauptthemen der Vorlesung sind Mikrosensoren mit integrierter Signalverarbeitung („Smart Sensors“) für Anwendungen sowohl in der Automobilindustrie und der Fertigungsindustrie als auch im Umweltschutz und der biomedizinischen Technik.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 18 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 24 h
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: 25h

# M 9.63 Modul: Integrierte Systeme und Schaltungen [M-ETIT-100474]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100972 | Integrierte Systeme und Schaltungen | 4 LP | Kempf |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung im Umfang von 60 Minuten statt.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden werden befähigt, den kompletten Signalweg in einem integrierten System zur Signalverarbeitung zu verstehen und zu analysieren. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die einzelnen Module der Signalverarbeitung, d.h. analoge Signalkonditionierung zur Aufbereitung von Sensorsignalen, Filter- und Sample&Hold-Techniken, Analog-Digital-Wandler, Digital-Analog-Wandler, Ansteuerung von Aktoren zu verstehen und damit Lösungsansätze für integrierte Systeme zu entwickeln. Einen besonderen Schwerpunkt bildet die moderne analoge Schaltungstechnik zur Signalkonditionierung vor der Analog-Digital Wandlung. Weiterhin werden Filterverstärker und Sample&Hold-Stufen behandelt. Analog-Digital-Wandler werden ausführlich vorgestellt. Die unterschiedlichen Familien der Anwenderspezifischen Schaltkreise, insbesondere FPGA und PLD werden behandelt. Damit sind die Studierenden in der Lage, eigene Lösungsansätze zu formulieren und Neuentwicklungen zu beurteilen.

**Inhalt**
Konzepte zur Umsetzung von integrierten "System-on-Chip"-Lösungen mit hochintegrierten Schaltkreisen auf der Sensorebene, über die analoge und digitale Signalverarbeitung auf Halbleiterbasis bis hin zum Aktor werden behandelt. Dabei werden insbesondere Konzepte für den Automotiv-Bereich diskutiert. Besonderheiten der analogen und digitalen Schaltungstechnik werden intensiv behandelt und an praktischen Beispielen diskutiert.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Der Arbeitsaufwand in Stunden ist nachfolgend aufgeschlüsselt:

1. Präsenzzeit in Vorlesungen im Wintersemester 18 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen 24 h
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger 48 h

**Empfehlungen**
Der erfolgreiche Abschluss von LV 23655 (Elektronische Schaltungen) ist erforderlich, da das Modul auf dem Stoff und den Vorkenntnissen der genannten Lehrveranstaltung aufbaut.

# M 9.64 Modul: Interfakultatives Team-Projekt [M-ETIT-103076]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106110 | Interfakultatives Team-Projekt | 6 LP | Kling |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung plus die Note der Projektarbeit.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studentinnen und Studenten lernen im interfaktultativenTeam ein Projekt zu bearbeiten und selbst umzusetzen.

Dabei lernen sie Teamarbeit, Zusammenarbeit mit anderen Fakultäten und eine erweiterte Sichweise und Erkenntnisgewinn.

Die Studierenden lernen Projektplanung und Durchführung des Projektes.

**Inhalt**
Interfaktultatives Projekt Team Arbeit: Die gestellte Aufgabe ist z.B. eine Arbeitsleuchte vom Design über den Entwurf bishin zum Modell zu realisieren.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung plus die Note der Projektarbeit.

**Anmerkungen**
Teamprojekt ETIT Studierende mit Architektur Studierenden.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Einführung

2. Projektarbeit
3. Vor-/Nachbereitung derselbigen

3. Vorbereitung mündliche Prüfung

# M 9.65 Modul: Introduction to automotive and industrial Lidar technology [M-ETIT-105461]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111011 | Introduction to automotive and industrial Lidar technology | 3 LP | Stork |

**Erfolgskontrolle(n)**
The examination consists of an oral exam and a short oral presentation. The overall impression is rated.

**Qualifikationsziele**

- The students are able to explain the basic principles of a lidar sensor
- The students can explain all relevant components of a lidar sensor and put them in context
- The students can explain different forms of execution and make a meaningful choice depending on the requirements
- The students can describe lidar sensors theoretically using the lidar equations and explain the interactions based on this theory
- The students are able to assess the eye safety of a system
- The students are able to suggest possible sensor concepts for different applications or to evaluate existing concepts

**Inhalt**
In this course the functionality of a lidar sensor is explained and then put into context with relevant use cases. Typical criteria for the evaluation of the performance are then presented. In the following the concept of the sensor is presented in detail and all relevant components are introduced individually. Afterwards they are qualitatively related to each other and the whole system is quantitatively examined by means of the lidar equation. Finally, the interaction of the components is further considered to present meaningful combinations and design solutions. The eye safety of lidar sensors is always explicitly considered. The course concludes with a colloquium in which the students will give short presentations on what they have learned. This repetition is intended to repeat and deepen what has been learned and to lead to a discussion of open question

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade results of the assessment of the oral exam and the short oral presentation. Details will be given during the lecture.

**Arbeitsaufwand**

1. participation in the lectures 12h - 8 dates á 1,5h
2. preparation and postprocessing 14 h ( 2h for VL dates 1-7 )
3. preparation of the short lecture (16h)
4. preparation and participation in the oral exam : 48h

**Empfehlungen**
Basics of optics / optical technologies are helpful (e.g. optical engineering, optoelectronic, technical optics)

# M 9.66 Modul: Kognitive Systeme [M-INFO-100819]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerhard Neumann
Prof. Dr. Alexander Waibel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-101356 | Kognitive Systeme | 6 LP | Neumann, Waibel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**
Studierende beherrschen

- Die relevanten Elemente eines technischen kognitiven Systems und deren Aufgaben.
- Die Problemstellungen dieser verschiedenen Bereiche können erkannt und bearbeitet werden.
- Weiterführende Verfahren können selbständig erschlossen und erfolgreich bearbeitet werden.
- Variationen der Problemstellung können erfolgreich gelöst werden.
- Die Lernziele sollen mit dem Besuch der zugehörigen Übung erreicht sein.

Die Studierenden beherrschen insbesondere die grundlegenden Methoden der Künstlichen Intelligenz, die nötig sind, um verschiedene Aspekte eines Kognitiven Systems verstehen zu können. Dies beinhaltet Suchverfahren, und Markov Decision Processe, welche den Entscheidungsfindungsprozess eines kognitiven Systems modellieren können. Des Weiteren werden verschiedene grundlegende Methoden für das Erlernen von Verhalten mit künstlichen Agenten verstanden und auch in den Übugen umgesetzt, wie zum Beispiel das Lernen von Demonstrationen und das Reinforcement Learning. Den Studierenden wird auch Basiswissen der Bildverarbeitung vermittelt, inklusive Kameramodelle, Bildrepresentationen und Faltungen. Dannach werden auch neue Methoden des Maschinellen Lernens in der Bildverarbeitung basierend auf Convolutional Neural Networks vermittelt und von den Studierenden in den Übungen umgesetzt. Die Studierenden werden ebenso mit Grundbegriffen der Robotik vertraut gemacht und können diese auf einfache Beispiele anwenden.

Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Methoden zur automatischen Signalvorverarbeitung und können deren Vor- und Nachteile benennen. Für ein gegebenes Problem sollen sie die geeigneten Vorverarbeitungsschritte auswählen können. Die Studierenden sollen mit der Taxonomie der Klassifikationssysteme arbeiten können und Verfahren in das Schema einordnen können. Studierende sollen zu jeder Klasse Beispielverfahren benennen können. Studierende sollen in der Lage sein, einfache Bayesklassifikatoren bauen und hinsichtlich der Fehlerwahrscheinlichkeit analysieren können. Studierende sollen die Grundbegriffe des maschinellen Lernens anwenden können, sowie vertraut sein mit Grundlegenden Verfahren des maschinellen Lernens. Die Studierenden sind vertraut mit den Grundzügen eines Multilayer-Perzeptrons und sie beherrschen die Grundzüge des Backpropagation Trainings. Ferner sollen sie weitere Typen von neuronalen Netzen benennen und beschreiben können. Die Studierenden können den grundlegenden Aufbau eines statistischen Spracherkennungssystems für Sprache mit großem Vokabular beschreiben. Sie sollen einfache Modelle für die Spracherkennung entwerfen und berechnen können, sowie eine einfache Vorverarbeitung durchführen können. Ferner sollen die Studierenden grundlegende Fehlermaße für Spracherkennungssysteme beherrschen und berechnen können.

**Inhalt**
Kognitive Systeme handeln aus der Erkenntnis heraus. Nach der Reizaufnahme durch Perzeptoren werden die Signale verarbeitet und aufgrund on erlernten Wissens gehandelt. In der Vorlesung werden die einzelnen Module eines kognitiven Systems vorgestellt. Hierzu gehören neben der Aufnahme und Verarbeitung von Umweltinformationen (z. B. Bilder, Sprache), die Zuordnung einzelner Merkmale mit Hilfe von Klassifikatoren, sowie die Entscheidungsfindung eines Kognitiven Systems mittels Lern- und Planungsmethoden und deren Umsetzung auf ein physikalisches kognitives System (einen Roboter). In den Übungen werden die vorgestellten Methoden durch Aufgaben (Programmierung sowie theoretische Rechenaufgaben) vertieft.

**Arbeitsaufwand**
180h, aufgeteilt in:

- ca 30h Vorlesungsbesuch
- ca 9h Übungsbesuch
- ca 90h Nachbearbeitung und Bearbeitung der Übungsblätter
- ca 50 + 1h Prüfungsvorbereitung

**Empfehlungen**
Siehe Teilleistung.

# M 9.67 Modul: Kommunikationskonzepte und E/E-Architekturen für digitale, vernetzte Fahrzeuge [M-ETIT-105593]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111213 | Kommunikationskonzepte und E/E-Architekturen für digitale, vernetzte Fahrzeuge | 3 LP | Sax |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden können die Gründe für die aktuelle Transformation der Automobilindustrie aufzählen. Sie sind in der Lage, den Schwerpunktwandel von der Entwicklung der mechanischen Komponenten zu vernetzten softwarebasierten Elektrik/ Elektronik (E/E)-Architekturen fachlich zu erläutern. Mit dem erworbenen Wissen können sie die relevanten Kommunikationskonzepte im Fahrzeug (in-car/on-board) und ausserhalb des Fahrzeugs (ecosystem/offboard) beschreiben. Sie beherrschen die Mechanismen zur Digitalisierung der Fahrzeugfunktionen und des kontinuierlichen SoftwareUpdates. Anhand von praktischen Beispielen können sie die Einsatzfelder aus der Forschung, Entwicklung, Produktion und im Feld bewerten und setzen sich neben den Chancen auch mit den Risiken der Konzepte (Cybersecurity) auseinander.

**Inhalt**
Die Automobilindustrie befindet sich in einer disruptiven Transformation. Die Gründe hierfür sind vielfältig: Kunden-/ Gesetzes-/ Märkteanforderungen sowie Kosten- und Komplexitätsbeherrschung in der Produktion bzw in der Lieferkette. Die E/EArchitektur und die darauf basierenden Kommunikationskonzepte bieten die Basis für die Erfüllung dieser Anforderungen und ermöglichen die Transformation. Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse zu den angewandten Kommunikationskonzepten und beschreibt den Einzug der Software in die E/EArchitektur. Basierend auf der physikalischen Vernetzung der Komponenten untereinander (Physical Layer) befasst sich die Vorlesung in erster Linie mit den Kommunikationsmechanisme n auf der Applikationsebene eines vernetzten Fahrzeugs (Application Layer). Hierzu gehören die Diagnose- und Software-UpdateMechanismen (Flash) sowohl Kabel gebunden als auch über die Luftschnittstelle (over the air). Konkrete Anwendungsbeispiele veranschaulichen dabei die Einsatzfelder entlang des Lebenszyklus des Fahrzeugs.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
3. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 30 h
Insgesamt: 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Besuch der Vorlesungen “Systems and SoftwareEngineering” und “Communication Systems and Protocols” sind hilfreich.

# M 9.68 Modul: Labor Regelungstechnik [M-ETIT-105467]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111009 | Labor Regelungstechnik | 6 LP | Hohmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 der SPO-MA2015-016. Hier gehen eine mündliche Prüfung, sowie eine schriftliche Dokumentation in die Bewertung mit ein. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
Keine

**Qualifikationsziele**
- Die Studierenden werden befähigt, in einer Gruppe ein gemeinsames Lösungskonzept zu erarbeiten, dieses in einem wiss. korrekten Stil zu dokumentieren und die Ergebnisse zu verteidigen.
- Die Studierenden können sich selbständig in ein komplexes technisches System und dessen Komponenten einarbeiten.
- Die Studierenden können Methoden nennen und anwenden, mit deren Hilfe sie Klarheit über die zu bearbeitende Problemstellung gewinnen. Zudem sind sie in der Lage, ihre Vorgehensweise, Gedankengänge und Ergebnisse nachvollziehbar und in einem wissenschaftlich präzisen Stil darzulegen.
- Die Studierenden können sich mit Teammitgliedern in der Fachsprache über Problemlösungsstrategien austauschen und ihre bevorzugte Lösung argumentieren.
- Die Studierenden kennen Methoden, mit denen sie die verschiedenen, idealerweise in vorangegangenen Lehrveranstaltungen kennengelernten Methoden der Regelungstechnik gegenüberstellen und eine im Kontext der Aufgabenstellung optimale Lösung erarbeiten können.
- Die Studierenden sind in der Lage, ein komplexes dynamisches System selbstständig zu modellieren und ggf. notwendige Vereinfachungen am Modell vorzunehmen.
- Die Studierenden können ein zu einer Anwendung passendes Reglerentwurfsverfahren auswählen und entsprechende Regler synthetisieren.
- Die Studierenden werden befähigt, ein zum Modell und Regelkonzept passendes Schätzverfahren auszuwählen und zu implementieren.
- Die Studierenden können die Auswirkungen von Störgrößen und Idealisierungsannahmen auf die Performance einer Regelung beurteilen und bei Bedarf dagegen vorgehen.
- Die Studierenden können Automatisierungslösungen in verschiedenen Entwicklungsumgebungen (z.B. MATLAB / Simulink) implementieren und validieren.
- Die Studierenden beherrschen den Umgang mit einer Rapid-Prototype-Umgebung (dSPACE, IPG CarMaker) und können die Prozessanbindung an ein Antriebssystem vornehmen.

**Inhalt**
Dieses Modul soll den Studierenden anhand einer komplexen Automatisierungsaufgabe die genannten Qualifikationsziele im Bereich der Regelungstechnik vermitteln. Hierfür stehen den Studierenden zwei am IRS befindliche Laboranlagen zu Verfügung. Konkret handelt sich hierbei um einen Verladekran für das WS, sowie den Laboraufbau eines Fahrsimulators im SS. Da diese Lehrveranstaltung sowohl im Winter- als auch im Sommersemsester stattfindet, wird jeweils im Wechsel nur eine der genannten Anlagen Teil des Praktikums sein.

Begleitend zur fachspezifischen Aufgabenstellung, werden in Zusammenarbeit mit dem Methoden- und Schreiblabor des HoC notwendige Softskills vermittelt. Diese beinhalten im Detail:

Methodenlabor:

- Techniken und Werkzeuge der Wissenserschließung und -Darstellung.
- Techniken zur Methodenauswahl.
- Nachvollziehbare Darstellung des Auswahlprozesses und Resultats in einer wiss. Präsentation.

Schreiblabor:

· Aufbau und Stil einer wissenschaftlichen Arbeit.
· Methoden der Literaturrecherche.
· Zitieren in einer wiss. Arbeit.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 der SPO-MA2015-016. Hier gehen eine mündliche Prüfung, sowie eine schriftliche Dokumentation in die Bewertung mit ein. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (LP) aus dem technischen Bereich entspricht ca. 30 h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Unter den Arbeitsaufwand fallen:

1. Einarbeitung in Versuchsstand (15h≙0,5 LP)
2. Entwicklung einer Regelungsarchitektur (15h≙0,5 LP)
3. Modellierung des Systems (15h≙ 0,5 LP)
4. Regler- und Beobachterentwurf (30h≙1 LP)
5. Implementierung des Regelungssystems (45h≙1,5 LP)
6. Verifikation des Regelungssystems (15h≙ 0,5 LP)
7. Vorbereitung/Präsenzzeit Abschlusspräsentation (15h≙0,5 LP)
8. Ausarbeitung des Abschlussberichts (30h≙1 LP)

Jeder Leistungspunkt (LP) aus dem Bereich der Schlüsselqualifikation entspricht 30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Unter den Arbeitsaufwand fallen:

1. Anwesenheit und Nachbereitung der Veranstaltungen des Methodenlabors. (30h≙1 LP)
2. Anwesenheit und Nachbereitung der Veranstaltungen des Schreiblabors (30h≙1 LP)

**Empfehlungen**
· Systemdynamik- und Regelungstechnik (SRT) –M-ETIT-102181
· Regelung linearer Mehrgrößensysteme (RLM) –M-ETIT-100374
· Optimale Regelung und Schätzung (ORS) –M-ETIT-102310
· Nichtlineare Regelungssysteme (NLR) –M-ETIT-100371
· Modellbildung und Identifikation (MI) – M – ETIT-100369

Kenntnisse aus den oben genannten Modulen sind dringend zu empfehlen.

# M 9.69 Modul: Labor Schaltungsdesign [M-ETIT-100518]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100788 | Labor Schaltungsdesign | 6 LP | Becker, Sander |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer praktikumsbegleitenden Bewertung, sowie einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Das Praktikum vermittelt die notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten für den Entwurf elektronischer Schaltungen, wie sie z.B. als Bindeglied zwischen Mikrokontrollern/FPGAs und Sensoren/Aktuatoren benötigt werden. Am Ende der Veranstaltung sind die Teilnehmer in der Lage, für ein vorgegebenes Problem benötigte Bauteile anhand relevanter Kriterien auszuwählen, zu elementaren Baugruppen zu verschalten und schließlich daraus ein funktionierendes Gesamtsystem zu bilden. Neben dem Schaltungsdesign werden grundlegende Methoden und Fertigkeiten für die Erstellung von Layouts vermittelt. Außerdem werden die Teilnehmer in die Lage versetzt die entworfenen Schaltungen real aufzubauen und zu testen.

**Inhalt**
Bei der Lehrveranstaltung handelt es sich um ein dreiwöchiges Blockpraktikum. Ziel des Praktikums ist die Entwicklung und der Aufbau der gesamten Elektronik zum Betrieb eines selbstbalancierenden einachsigen Beförderungsmittels.

Im ersten Teil des Praktikums werden im Stil einer interaktiven Vorlesung häufig benötigte Grundschaltungen besprochen. Dazu gehören u.a. Schaltungen zur Spannungsversorgung, Taktgenerierung, Aufbereitung von Sensorwerten sowie Leistungstreiber und die Ansteuerung von Displays. Neben der Vorstellung der einzelnen Schaltungen wird auch eine Übersicht über Bauteile gegeben, welche häufig im entsprechenden Bereich verwendet werden. Dabei wird Wert darauf gelegt, reale Bauelemente auf Basis ihrer Datenblätter zu betrachten. Zur Festigung des erworbenen Wissens werden immer wieder kleine praktische Übungen durchgeführt, in denen die Teilnehmer die besprochenen Schaltungen selbst ausprobieren können. Ziel dieses ersten Teils ist zum einen die Auffrischung des bereits in vorhergehenden Veranstaltungen erworbenen Wissens und zum anderen die Vermittlung des praktischen Umgangs mit immer wieder benötigten Basisschaltungen.

Nach der Vermittlung der Grundschaltungen folgt eine kurze Einführung in die Erstellung von Platinenlayouts. Dazu zählen neben der Einarbeitung in das im Praktikum verwendete Layoutprogramm vor allem Tipps zur Platzierung und Verdrahtung von Bauelementen auf der Platine. Dabei werden unter anderem Themen wie Minimierung von Rauschen und Übersprechen, Platzierung von Abblockkondensatoren und Masseverbindungen behandelt.

Im dritten und größten Teil des Praktikums erstellen die Teilnehmer in Teams schließlich nacheinander ein Konzept, einen Schaltplan und ein Layout eines Schaltungsteils zum Betrieb des Beförderungsmittels. Dabei werden lediglich die genauen Anforderungen an den Schaltungsteil und die Schnittstellen zu benachbarten Teilen vorgegeben. Alle weiteren Entwicklungsschritte sollen von den Studierenden, basierend auf dem in den ersten beiden Praktikumsteilen vermittelten Wissen, möglichst eigenverantwortlich durchgeführt werden.

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen die Beurteilung der mündlichen Prüfung, den während des Praktikums gegebenen Präsentationen und Versuchen und der Mitarbeit während des Praktikums ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

1. Präsenzzeit im Labor: 15 Tage á 8h = 120h
2. Vor-/Nachbereitung desselbigen: 15 Tage á 2h = 30h
3. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 15h

**Empfehlungen**
Grundlegende Kenntnisse von elektronischen Basisschaltungen (z.B. Lehrveranstaltungen LEN, Nr. 2305256, ES, Nr. 2312655 und EMS, Nr. 2306307)

# M 9.70 Modul: Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering [M-ETIT-105402]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110898 | Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering | 6 LP | Leibfried |

**Erfolgskontrolle(n)**
The control of success is carried out in the form of a total of 3 grades of the experiments (1 grade per experiment) in accordance with § 4 Paragraph 2 No. 3 SPO-Master2015-016, 2018

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
Students have a basic understanding of how to use common calculation programs from the domain of grid calculation, field calculation and EMT calculation in energy systems. They are able to perform basic calculations in the respective sub-areas and are familiar with the underlying theory.

**Inhalt**
The main focus of the lecture is to teach profound knowledge in the domain of field calculation using the finite element method, load flow and short circuit calculation as well as the design of controllers in EMT simulations. The theoretical basics of the sub-areas will be taught and the practical application with the help of common programs will be practiced by means of case studies.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Scoring results from the subscores of the experiments.

**Arbeitsaufwand**
Time of attendance: 40 hours

Self study time: 140 hours

Total 180 hours = 6 credits

**Empfehlungen**
Basic knowledge from the lectures High Voltage Engineering, Calculation of Electrical Grids and Electric Power Transmission and Grid Control. PC knowledge and English skills.

# M 9.71 Modul: Laser Metrology [M-ETIT-100434]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marc Eichhorn
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100643 | Laser Metrology | 3 LP | Eichhorn |

**Erfolgskontrolle(n)**
The exam will be taken as an oral examination (about 20 minutes). The individual appointments for examination are offered regularly.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
The students understand the fundamental properties of laser light and possess the knowledge necessary to understand the metrologically obtainable information, understand the basics of various detectors as well as their limits and have the knowledge necessary to understand a multitude of laser metrological setups, mainly for interferometry, Moiré methods, distance and velocity measurements and absorption as well as scattering techniques.

**Inhalt**
In the module several aspects of laser diagnostics will be discussed, beginning with the fundamental properties of laser light and the related metrologically useful information. In addition beam diagnostics and interferometric setups in general, as well as Moiré methods in particular, will be discussed. Further topics of the lecture will be commonly used setups, mainly for laser distance and velocity measurements along with widely used absorption and scattered light methods.

1. Laser diagnostics - theoretical considerations (laser beam properties, coherence, spectral emission of lasers, mode structure and selection, coherence length)
2. Metrological accessible information (propagation in homogeneous and isotropic, in inhomogeneous and in anisotropic media)
3. Beam diagnostics (photoelectric detectors, information theory, granulation properties of laser light)
4. Laser-Interferometer (fundamentals, two-beam Interferometer, interferometry applications in plasma physics, two- and multiwavelength-interferometry, laser gyroscopes)
5. Moiré technique (Moiré deflectometry, Fresnel- and Fraunhofer diffraction, applications and evaluation of the Moiré technique)
6. Laser range measurements (fundamentals, atmospheric influence on propagation, optical distance measurement techniques, accuracy, sensitivity, heterodyne detection, selected heterodyne detection schemes, tomoscopy)
7. Laser velocity measurement techniques (Doppler principle, measuring flow velocities using Doppler effect, the two-focus technique or laser anemometry; time-resolved imaging particle-trace anemometry)
8. Absorption and scattering techniques (absorption techniques, LIDARs, scattering processes in laser diagnostics, spontaneous scattering techniques, spectroscopic techniques, stimulated scattering, nonlinear optical laser light scattering techniques)

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
About 90 h in total, consisting of

30 h lectures

60 h recapitulation and self-studies

**Literatur**
M. Eichhorn, *Laser metrology* - Scriptum

A. E. Siegman, *Lasers* (university Science Books)

B. E. A. Saleh, M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics* (Wiley-Interscience)

# M 9.72 Modul: Laser Physics [M-ETIT-100435]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marc Eichhorn
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100741 | Laser Physics | 4 LP | Eichhorn |

**Erfolgskontrolle(n)**
The exam will be taken as an oral examination (about 20 minutes). The individual appointments for examination are offered regularly.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
The students understand the fundamental relations and basics of a laser. They obtain the knowledge necessary for understanding and designing lasers (laser media, optical resonators, pumping schemes) and understand the basics and schemes for pulse generation in a laser. They have the knowledge needed for a multitude of lasers: gas, solid-state, fiber and disc lasers from the visible up to the mid-Infrared spectrum.

**Inhalt**
Within the module the physical basics of lasers, the fundamental processes of light amplification and the formalisms necessary to describe lasers and laser resonators are covered. The generation of laser pulses and various laser architectures as well as realisations are presented in detail.

The exercises specifically discuss the topics of laser description, theoretical background as well as the realization of different laser designs. The tasks of the exercise will be handed out at the end of each lecture as well as uploaded to the lecture website and are to be solved for the following exercise, in which the solution will be discussed.

Contents:

1 Quantum-mechanical fundamentals of lasers

1.1 Einstein relations and Planck´s law

1.2 Transition probabilities and matrix elements

1.3 Mode structure of space and the origin of spontaneous emission

1.4 Cross sections and broadening of spectral lines

2 The laser principles

2.1 Population in version and feedback

2.2 Spectroscopic laser rate equations

2.3 Potential model of the laser

3 Optical Resonators

3.1 Linear resonators and stability criterion

3.2 Mode structure and intensity distribution

3.3 Line width of the laser emission

4 Generation of short and ultra-short pulses

4.1 Basics of Q-switching

4.2 Basics of mode locking and ultra-short pulses

5 Laser examples and their applications

5.1 Gas lasers: The Helium-Neon-Laser

5.2 Solid-state lasers

5.2.1 The $Nd^{3+}$-Laser

5.2.2 The $Tm^{3+}$-Laser

5.2.3 The $Ti^{3+}:Al_2O_3$ Laser

5.3 Special realisations of lasers

5.3.1 Thermal lensing and thermal stress

5.3.2 The fiber laser

5.3.3 The thin-dis laser

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
About 120 h in total, consisting of

30 h lectures

15 h tutorial

75 h recapitulation and self-studies

**Literatur**
M. Eichhorn, Laser physics (Springer)
M. Eichhorn, Laserphysik (Springer)
A. E. Siegman, Lasers (University Science Books)
B. E. A. Saleh, M. C. Teich,Fundamentals of Photonics (Wiley-Interscience)
F. K. Kneubühl, M. W. Sigrist, Laser (Teubner)

# M 9.73 Modul: Leistungselektronik [M-ETIT-100533]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100801 | Leistungselektronik | 5 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
Keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen die Schaltungstopologien der Gleichstromsteller und Wechselrichter. Sie kennen die zugehörigen Steuerverfahren und Eigenschaften. Sie sind in der Lage, die Funktion der Schaltungen im Hinblick auf Harmonische und Verlustleistungen zu analysieren. Sie sind in der Lage, für vorgegebene Anforderungen der elektrischen Energiewandlung geeignete Schaltungen auszuwählen und zu kombinieren.

**Inhalt**
In der Vorlesung werden leistungselektronische Schaltungen mit Transistoren und abschaltbaren Thyristoren vorgestellt und analysiert. Schaltung, Funktion und Steuerung werden eingehend behandelt. Zunächst werden die grundlegenden Eigenschaften selbstgeführter Schaltungen unter idealisierten Verhältnissen am Beispiel des Gleichstromstellers erarbeitet. Anschließend werden selbstgeführte Stromrichter für Drehstromanwendungen vorgestellt und analysiert. Die Behandlung der Spannungs- und Strombeanspruchung der Leistungshalbleiter sowie der Schutzmaßnahmen berücksichtigt die in der Realität auftretenden Belastungen und bildet die Grundlage für die Auslegung selbstgeführter Stromrichter. Im Einzelnen werden folgende Themengebiete behandelt:

· Gleichstromsteller,
· selbstgeführte Wechselstrombrückenschaltung,
· selbstgeführte Drehstrombrückenschaltung,
· Blocksteuerung,
· Sinus-Dreieck-Modulation,
· Raumzeigermodulation,
· Mehrpunktwechselrichter,
· weich schaltende Umrichter,
· Schwingkreiswechselrichter,
· Schaltungen mit Zwangskommutierung,
· Strom- und Spannungsbeanspruchung der Halbleiter im Gleichstromsteller und der selbstgeführten Drehstrom-brückenschaltung,
· Schutzmaßnahmen.

Der Dozent behält sich vor, die Inhalte der Vorlesung ohne vorherige Ankündigung an den aktuellen Bedarf anzupassen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
13x V + 7x Ü à 1,5 h = 30 h

13x Nachbereitung zu V à 1 h = 13 h

7x Vorbereitung zu Ü à 2 h = 14 h

Vorbereitung zur Prüfung = 78 h

Klausur = 2 h

Summe = 137 h (entspricht 5 LP)

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu den Grundlagen der LV "Elektrische Maschinen und Stromrichter" und "Hochleistungsstromrichter" sind hilfreich.

# M 9.74 Modul: Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie [M-ETIT-102261]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104569 | Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie | 3 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen die wesentlichen Anlagen der regenerativen Energieerzeugung. Sie sind in der Lage, die typischen Wechselrichterschaltungen zu beurteilen und deren Einsatzaspekte einschließlich der Netzanbindungen in Entwurf, Aufbau und Betrieb zu berücksichtigen. Sie können die wesentlichen Systemeigenschaften in Überschlagsrechnungen abschätzen.

**Inhalt**
In der Vorlesung werden sämtliche Möglichkeiten der regenerativen Energieerzeugung erläutert, die zur Zeit in großem Maßstab eingesetzt werden. Dazu gehören:

- Windkraft
- Wasserkraft
- Solarthermie
- Geothermie
- Photovoltaik

Es wird außerdem darauf eingegangen wie diese Anlagen in bestehende Netze integriert werden können und wie Inselnetze aufgebaut werden können. Dazu wird noch ein Überblick über Energiespeicher gegeben.

Es folgt eine genaue Betrachtung der photovoltaischen Energieerzeugung.

Zu diesem Thema werden:

- PV-Gleichspannungssysteme
- Laderegler
- MPP-Tracker
- PV-Netzkupplungen
- Wechselrichterschaltungen
- Netzleistungsregelung / Blindleistungsregelung
- Kennlinien von Solarzellen
- Systemwirkungsgrade

detailliert behandelt und erklärt.

Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne

besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
7x V à 3 h = 21 h
Prüfungsvorbereitung = 60 h
Insgesamt ca. 81 h (entspricht 3 LP)

**Empfehlungen**
Modul Leistungselektronik

# M 9.75 Modul: Leistungselektronische Systeme für regenerative Energiequellen [M-ETIT-100406]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

**Erfolgskontrolle(n)**
HINWEIS: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls wurden letztmalig im WS 14/15 angeboten. Die Prüfungen werden letztmalig im WS 15/16 angeboten.

**Voraussetzungen**
keine

# M 9.76 Modul: Lichttechnik [M-ETIT-100485]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100772 | Lichttechnik | 4 LP | Neumann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden gewinnen einen Überblick bezüglich der Grundlagen & Anwendung der Lichttechnik, Lichterzeugung und Lichtmesstechnik. Sie lernen, dass bei Anwendungen der Mensch und dessen Wahrnehmung im Fokus steht.

Sie können den Einfluss verschiedener Lichtanwendungen auf den Menschen beurteilen, applikationsspezififische Lichtquellen definieren und Optiksysteme in Anwendungen abschätzen.

Durch die hohe Aktualität der Veranstaltung erlaubt den Studierenden aktuelle Markt & Forschungsentwicklungen zu verfolgen. Sie sind vorbereitet die Themen in Forschung und Anwendung zu bearbeiten.

Die Folgen spezifischer lichttechnischer Entwicklungen können von den Studierenden beurteilt und abgeschätzt werden.

Die Studierenden vertiefen ihr Wissen und Anwendungsfähigkeiten durch die Berechnung und gemeinsame Diskussion von Übungsanwendungen.

**Inhalt**
Lichttechnik ist eine Verbindung von Physik, Elektrotechnik und Physiologie. Die Physik beschreibt die objektive Seite von Licht als Strahlung, die Elektrotechnik beschäftigt sich mit der technischen Lichterzeugung und die Physiologie beschreibt die subjektive Wahrnehmung von Licht. Einen weiteren wichtigen Schwerpunkt bildet die Photometrie, also die Messung von Licht entsprechend der menschlichen Wahrnehmung.

Motivation: Der Mensch im Fokus

Wahrnehmung von Licht

Grundgrößen der Lichttechnik

Das menschliche Auge

Grundlagen der Farbwahrnehmung

Was ist Licht und wie wird es erzeugt?

Botschafter der Atome

Wärmestrahler

Gasentladung

LED

Manipulation von Licht

Grundlagen optischer Systeme

Beispielhafte Anwendungen

Messung von Licht

Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 1 h = 15 h
3. Präsenzzeit Übung: 15 * 2 = 30 h
4. Vor- und Nachbereitungszeit Übung: 15 * 1 h = 15 h
5. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 30 h

Insgesamt: 120 h = 4 LP

# M 9.77 Modul: Light and Display Engineering [M-ETIT-100512]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100644 | Light and Display Engineering | 4 LP | Kling |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: Oral exam

Duration of Examination: approx. 25 minutes

Modality of Exam: The oral exam is flexibly held by student request after the WS.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
The students will apply their comprehensive knowledge of physics of optical phenomena to applied optical systems in light and display engineering. These applications span from human sensing with the eye to light technologies with lamps, luminaires and displays. The course gives a broad overview how optics can be applied in modern technology fields. The subjects taught are further clarified by demonstrations, models and experiments.

The students

- can derive the description of basic of light engineering starting from the eye and the visual system
- know how to handle basic metrical units and know how to measure them
- understand the visible sensing in contrast to radiation measurements
- comprehend the concepts of colour and colour control
- are familiar with all types of light sources from low pressure lamps to LED modules
- conceive the operation principle of various types of drivers
- know how to set up a luminaire and how simulate a reflector
- they understand how active (Plasma Displays) and passive displays (TFT Display) work and how to operate them
- have a good visualization of numerous optical design approaches

**Inhalt**

1. Motivation: Light & Display Engineering
2. Light, the Eye and the Visual System (including Melatonin)
3. Fundamentals in Light Engineering
4. Light in non - visual Processes (UV Processes)
5. Color and Brightness
6. Light Sources (Halogen, Low Pressure and High Pressure Lamps, LED Engines) and electronic Drivers
7. Displays (Active and Passive Displays: AMOLED, E-ink, TFT Display, Plasma Display)
8. Luminaries (Fundamentals, Design Rules, Simulations)
9. Optical Design (Ray tracing, Reflector design, Computed Ray tracing)

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
total 120 h, hereof 45 h contact hours (lecture and tutorial), and 75 h homework and self-studies

**Empfehlungen**
Basic physics background

**Literatur**

Simons, Lighting Engineering: Applied Calculations, 2001
Shunsuke Kobayashi: LCD Backlights, 2009
Winchip, Fundamentals of Lighting, 2nd Edition, 2011
Malacara, Handbook of Optical Design, 2004

# M 9.78 Modul: Lighting Design - Theory and Applications [M-ETIT-100577]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100997 | Lighting Design - Theory and Applications | 3 LP | Kling |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: Oral exam

Duration of Examination: approx. 25 minutes

Modality of Exam: The oral exam is flexibly held by student request after the WS.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
The students will apply a comprehensive knowledge of Lighting Design from theory, standards and applications in Indoor and Outdoor lighting. Examples and own Lighting design examples as projects. So a practical and theoretical background is applied to Lighting Design. From metrics too Light Planning projects in small exercise groups. The subjects taught are further clarified by demonstrations, models and experiments. Attending students get the knowledge to Lighting Design, in a shorter theoretical part and practical lighting design simulations with examples from all over the world.

The students

- can derive the description of basics of Lighting Design
- know how to handle basic metrical units and know how to measure them
- understand the Lighting Design metrics to apply on projects
- have a good visualization of numerous design approaches
- realize good Lighting Design with codes and standards.
- can see energy savings levels for Lighting Design
- comprehend the lighting design by practical self-computing lessons:
- can realize own indoor Lighting design concepts for different applications like Office, School, Shops, Gyms & Industry
- can realize own outdoor Lighting Design concepts for Street lighting, Tunnels, Stade and Parkings
- can use for realization Relux and Dialux light planning software so set up Project Planning for Lighting Design.

**Inhalt**
1. Lighting Design - Introduction form all over the world

2. Lighting Fundamentals

3. Lighting Design Theory

4. Energy Savings and Lighting design

5. Lighting Design Tools

6. Computing Standards

7. Lighting Design Applications (Practical Part)

7.1 Interior Lighting

7.2 Exterior lighting

7.3 IlluminationOwn Calculation Examples (Practical Part)Motivation: Light & Display Engineering

8. Own Calculation Examples (Practical Part)Motivation: Light & Display Engineering

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
total 90 h, hereof 45 h contact hours (Seminar), and 45 h homework and self-studies

**Empfehlungen**
Hearing first M-ETIT-100512 - Light and Display Engineering lecture is beneficial.

**Literatur**
J. Livingstone: Designing With Light: The Art, Science and Practice of Architectural Lighting Design, 2014
S. Russel: The Architecture Of Light: Interior Designer and Lighting Designer, 2012
M. Karlen: Lighting Design Basics, Indoor Lightin, 2004
R.H. Simons Lighting Engineering, 2001Simons, Lighting Engineering: Applied Calculations, 2001
R. Winchip, Fundamentals of Lighting, 2nd Edition, 2011

# M 9.79 Modul: Machine Learning and Optimization in Communications [M-ETIT-104988]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110123 | Machine Learning and Optimization in Communications | 4 LP | Schmalen |

**Erfolgskontrolle(n)**
Oral examination of approx. 20 minutes.

**Voraussetzungen**
Knowledge of basic engineering mathematics including integral transformations and probability theory as well as basic knowledge of communications engineering.

**Qualifikationsziele**
The students will be able to apply the methods and tools of machine learning, artificial intelligence and optimization in communications engineering. You will learn various tools and solution methods of machine learning, artificial intelligence and numerical optimization, and you can use these tools to solve telecommunications problems.

**Inhalt**
The course broadens the questions dealt with in the lecture Communication Engineering I. The focus here is on methods that arise when considering communication networks. For this purpose, partially known techniques have to be extended, in some cases new methods have to be learned. The first part of the lecture deals with modern methods of machine learning, e.g. deep neural networks, and uses examples to show how they are used in communication networks. The second part of the lecture considers numerical optimization methods and their application to telecommunication questions. In the exercise concrete questions from practice are considered and solved together with the students. The focus of the problems lies in the field of communications engineering. Many of the applications are illustrated with example implementations in software (python).

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral examination.

**Arbeitsaufwand**
- Lecture attendance: 15 * 2 h = 30 h
- Presence time exercise: 15 * 1 h = 15 h
- Lecture preparation/-revision phase: 15 * 2 h = 30 h
- Exercise preparation/-revision phase: 15 * 1 h = 15 h
- Exam preparation and attendance: 30 h

Total workload: approx. 120 h

**Empfehlungen**
Previous attendance of the lectures "Communication Engineering I" and "Probability Theory" is recommended. Knowledge from the lectures "Applied Information Theory" and "Measurement Technology" is helpful.

# M 9.80 Modul: Machine Vision [M-MACH-101923]

**Verantwortung:** Dr. Martin Lauer
Prof. Dr.-Ing. Christoph Stiller

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mess- und Regelungstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-MACH-105223 | Machine Vision | 8 LP | Lauer, Stiller |

**Erfolgskontrolle(n)**
Art der Prüfung: schriftliche Prüfung
Dauer der Prüfung: 60 Minuten

**Voraussetzungen**
Keine

**Qualifikationsziele**
Nach Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmer vertraut mit modernen Techniken des Maschinensehens und der Mustererkennung zur Auswertung von Kamerabildern. Hierzu zählen insbesondere die Techniken zur Auswertung von Grauwertstrukturen, zur Analyse von Farbbildern, zur Segmentierung von Bildinhalten, zur Bestimmung des räumlichen Bezugs zwischen den Bildern und der 3-dimensionalen Welt sowie zur Musterekennung mit verschiedenen Techniken aus dem Bereich der Klassifikationsverfahren. Die Teilnehmer haben gelernt, die Algorithmen mathematisch zu analysieren, als Software zu implementieren und auf Problemstellungen im Bereich der Videobildauswertung anzuwenden. Die Teilnehmer sind in der Lage, Aufgabenstellungen zu analysieren und geeignete algorithmische Verfahren zu entwickeln.

**Inhalt**
Die Vorlesung behandelt grundlegende Techniken des Maschinensehens. Es konzentriert sich auf folgende Themen:

Bildvorverarbeitung

Kanten- und Eckendetektion

Kurven- und Parameterschätzung

Farbverarbeitung

Bildsegmentierung

Kameraoptik

Mustererkennung

Tiefes Lernen

Bildvorverarbeitung

Das Kapitel über Bildvorverarbeitung behandelt Techniken und Algorithmen zur Filterung und Verbesserung der Bildqualität. Ausgehend von einer Analyse der typischen Phänomene, die bei der Bildaufnahme mit Digitalkameras entstehen, führt die Vorlesung die Fourier-Transformation und das Shannon-Nyquist-Abtasttheorem ein. Zudem werden Grauwerthistogramm-basierte Techniken einschließlich des High-dynamic-range-imaging eingeführt. Die Faltungsoperation sowie typische Filter zur Bildverbesserung beschließen das Kapitel.

Kanten- und Eckenerkennung

Grauwertkanten und -ecken spielen eine große Rolle im Maschinensehen, da sie oft wichtige Informationen über Objektgrenzen und -formen liefern. Grauwertecken können als Merkmalspunkte verwendet werden, da sie in anderen Bildern einfach wiedergefunden werden können. Das Kapitel führt Filter und Algorithmen ein, um Grauwertkanten und -ecken zu erkennen. Beispiele sind der Canny-Detektor sowie der Harris-Detektor.

Kurven- und Parameterschätzung

Um ein Bild durch geometrische Primitive (z.B. Linien, Kreise, Ellipsen) anstatt einzelnen Pixeln beschreiben zu können sind robuste Verfahren zur Parameterschätzung erforderlich. Die Vorlesung führt die Hough-Transformation, das Prinzip der kleinsten quadratischen Abweichung sowie robuste Varianten (M-Schätzer, LTS-Schätzer, RANSAC) ein.

Farbverarbeitung

Dieses kurze Kapitel befasst sich mit der Rolle von Farbe im Maschinensehen. Es führt verschiedene Farbmodelle ein, um die Natur von Farbe sowie die Repräsentation von Farbe zu verstehen. Es schließt mit dem Thema der Farbkonsistenz.

Bildsegmentierung

Bildsegmentierungstechniken gehlren zum Kern der Veranstaltung. Das Ziel der Bildsegmentierung ist es, ein Bild in verschiedene Bereiche zu teilen. Jeder Bereich ist durch eine bestimmte Eigenschaft gekennzeichnet, z.B. gleiche Farbe, Textur oder Zugehörigkeit zum selben Objekt. Verschiedene Ideen zur Segmentierung von Bildern werden in der Vorlesung eingeführt und in Form von Segmentierungsalgorithmen vorgestellt, wobei die Spannbreite von verhältnismäßig einfachen Verfahren wie Region-Growing. Connected-Components-Labeling und morphologischen Operatoren bis hin zu sehr flexiblen und leistungsfähigen Methoden wie Level-Set-Ansätzen und Zufallsfeldern reicht.

Kameraoptik

Der Inhalt eines Bildes ist durch die Kameraoptik mit der 3-dimensionalen Umwelt verknüpft. In diesem Kapitel führt die Vorlesung optische Modelle zur Modellierung der Abbildung zwischen Welt und Bild ein, so z.B. das Lochkameramodell, das dünne-Linsen-Modell, telezentrische und katadioptrische Abbildungsmodelle. Darüberhinaus werden Kalibrierverfahren eingeführt, mit denen die jeweiligen Abbildungen für konkrete Kameras bestimmt werden können.

Mustererkennung

Mustererkennung hat das Ziel, semantische Informationen in einem Bild zu extrahieren, d.h. zu bestimmen, welche Art Objekt ein Bild zeigt. Diese Aufgabe geht über klassische Messtechnik hinaus und gehört in den Bereich der Künstlichen Intelligenz. Das besondere daran ist, dass die Methoden zur Mustererkennung nicht fertige Algorithmen sind, sondern Lernverfahren, die sich mit Hilfe von Beispieldaten an konkrete Aufgabenstellungen anpassen lassen.

Das Kapitel führt Standardtechniken der Mustererkennung ein, darunter die Support-Vector-Machine (SVM), Entscheidungsbäume, Ensemble-Techniken und Boosting-Algorithmen. Es verknüpft diese Verfahren mit leistungsfähigen Bildmerkmalen wie den Histograms-of-oriented-Gradients- (HOG), Haar- oder Locally-binary-patterns- (LBP) Ansatz.

Tiefes Lernen

In den letzten Hagren wurden die Standardverfahren zur Mustererkennung mehr und mehr ersetzt durch Techniken des tiefen Lernens. Tiefes Lernen basiert auf künstlichen neuronalen Netzwerken, einer sehr lstarken und generischen Form eines Klassifikators. Die Vorlesung führt die mehrschichtigen Perzeptronen als wichtigste Form neuronaler Netze ein, bespricht die zugehörigen Lernverfahren und Netzwerktopologien wie tiefe Autoencoder, Faltungsnetze und Multi-Task-Learning.

**Arbeitsaufwand**
240 Stunden, davon

Präsenzzeit Vorlesung: 15*4 h = 60 h

Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15*6 h=90 h

Prüfungsvorbereitung und Präsens in selbiger: 90 h

**Lehr- und Lernformen**
Vorlesung

**Literatur**
Main results are summarized in the slides that are made available as pdf-files. Further recommendations will be presented in the lecture.

# M 9.81 Modul: Maschinelles Lernen 1 [M-WIWI-105003]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Johann Marius Zöllner
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-WIWI-106340 | Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren | 5 LP | Zöllner |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (60min.) (nach §4(2), 1 SPO) oder in Form einer mündlichen Prüfung (20min.) (nach §4(2), 2 SPO).

Die Prüfung wird in jedem Semester angeboten und kann zu jedem ordentlichen Prüfungstermin wiederholt werden.

**Voraussetzungen**
Keine

**Qualifikationsziele**

- Studierende erlangen Kenntnis der grundlegenden Methoden im Bereich des Maschinellen Lernens.
- Studierende verstehen erweiterte Konzepte des Maschinellen Lernens sowie ihre Anwendungsmöglichkeit.
- Studierende können Methoden des Maschinellen Lernens einordnen, formal beschreiben und bewerten.
- Die Studierenden können ihr Wissen für die Auswahl geeigneter Modelle und Methoden für ausgewählte Probleme im Bereich des Maschinellen Lernens einsetzen.

**Inhalt**
Das Themenfeld Maschinelle Intelligenz und speziell Maschinelles Lernen unter Berücksichtigung realer Herausforderungen komplexer Anwendungsdomänen ist ein stark expandierendes Wissensgebiet und Gegenstand zahlreicher Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.

Die Vorlesung "Maschinelles Lernen 1" behandelt sowohl symbolische Lernverfahren, wie induktives Lernen (Lernen aus Beispielen, Lernen durch Beobachtung), deduktives Lernen (Erklärungsbasiertes Lernen) und Lernen aus Analogien, als auch subsymbolische Techniken wie Neuronale Netze, Support Vektor-Maschinen, Genetische Algorithmen und Reinforcement Lernen. Die Vorlesung führt in die Grundprinzipien sowie Grundstrukturen lernender Systeme und der Lerntheorie ein und untersucht die bisher entwickelten Algorithmen. Der Aufbau sowie die Arbeitsweise lernender Systeme wird an einigen Beispielen, insbesondere aus den Gebieten Robotik, autonome mobile Systeme und Bildverarbeitung vorgestellt und erläutert.

**Arbeitsaufwand**
Gesamtaufwand bei 5 Leistungspunkten: ca. 150 Stunden.

# M 9.82 Modul: Maschinelles Lernen 2 [M-WIWI-105006]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Johann Marius Zöllner
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-WIWI-106341 | Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren | 5 LP | Zöllner |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (60min.) (nach §4(2), 1 SPO) oder in Form einer mündlichen Prüfung (20min.) (nach §4(2), 2 SPO).

Die Prüfung wird in jedem Semester angeboten und kann zu jedem ordentlichen Prüfungstermin wiederholt werden.

**Voraussetzungen**
Keine

**Qualifikationsziele**

- Studierende erlangen Kenntnis der grundlegenden Methoden im Bereich des Maschinellen Lernens.
- Studierende verstehen erweiterte Konzepte des Maschinellen Lernens sowie ihre Anwendungsmöglichkeit.
- Studierende können Methoden des Maschinellen Lernens einordnen, formal beschreiben und bewerten.
- Die Studierenden können ihr Wissen für die Auswahl geeigneter Modelle und Methoden für ausgewählte Probleme im Bereich des Maschinellen Lernens einsetzen.

**Inhalt**
Das Themenfeld Maschinelle Intelligenz und speziell Maschinelles Lernen unter Berücksichtigung realer Herausforderungen komplexer Anwendungsdomänen ist ein stark expandierendes Wissensgebiet und Gegenstand zahlreicher Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.

Die Vorlesung "Maschinelles Lernen 2" behandelt erweiterte Methoden des Maschinellen Lernens wie semi-überwachtes und aktives Lernen, tiefe Neuronale Netze (deep learning), gepulste Netze, hierarchische Ansätze z.B. beim Reinforcement Learning sowie dynamische, probabilistisch relationale Methoden. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Einbettung und Anwendung von maschinell lernenden Verfahren in realen Systemen.
Die Vorlesung führt in die neusten Grundprinzipien sowie erweiterte Grundstrukturen ein und erläutert bisher entwickelte Algorithmen. Der Aufbau sowie die Arbeitsweise der Verfahren und Methoden werden anhand einiger Anwendungsszenarien, insbesondere aus dem Gebiet technischer (teil-)autonomer Systeme (Robotik, Neurorobotik, Bildverarbeitung etc.) vorgestellt und erläutert.

**Arbeitsaufwand**
Gesamtaufwand bei 5 Leistungspunkten: ca. 150 Stunden.

# M 9.83 Modul: Masterarbeit [M-ETIT-100574]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Masterarbeit

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| 30 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100987 | Masterarbeit | 30 LP | |

**Erfolgskontrolle(n)**
Das Modul besteht aus der Masterarbeit und einer Präsentation (SPO §14 (1a)).
Die Präsentation ist innerhalb der Bearbeitungsdauer gemäß Absatz 4 der SPO-MA durchzuführen.
Über eine Verlängerung der Frist entscheidet der Prüfungsausschuss auf begründeten Antrag des/der Studenten/Studentin mit Zustimmung des/der Betreuers/Betreuerin.

Details regelt §14 der Studien- und Prüfungsordnung.

**Voraussetzungen**
**§ 14 Modul Masterarbeit**

(1) Voraussetzung für die Zulassung zum Modul Masterarbeit ist, dass die/der Studierende höchstens Modulprüfungen im Umfang von 15 LP noch nicht erfolgreich abgelegt und einen von dem/der für das jeweilige Vertiefungsfach zuständigen Studienberater/Studienberaterin genehmigten individuellen Studienplan vorgelegt hat, aus dem die von dem/der Studierenden gewählten Module hervorgehen. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss auf Antrag der/des Studierenden.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. In den folgenden Bereichen müssen in Summe mindestens 75 Leistungspunkte erbracht worden sein:
   - Berufspraktikum
   - Berufspraktikum
   - Überfachliche Qualifikationen
   - Überfachliche Qualifikationen
   - Vertiefungsrichtung

**Qualifikationsziele**
Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, eine anspruchsvolle Aufgabenstellung aus dem Bereich der Elektrotechnik bzw. Informationstechnik innerhalb einer vorgegebenen Frist nach wissenschaftlichen Methoden und unter der Einhaltung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis unter Anleitung und unter Anwendung des im Masterstudium erworbenen Theorie- und Methodenwissens selbstständig zu bearbeiten. Die Studierenden sind in der Lage, zu recherchieren, die Informationen zu analysieren und zu abstrahieren sowie grundsätzliche Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten aus wenig strukturierten Informationen zusammenzutragen und zu erkennen. Die Studierenden überblicken eine Fragestellung, können komplexe wissenschaftliche Methoden und Verfahren auswählen und diese zur Lösung einsetzen bzw. weitere Potentiale aufzeigen. Dies erfolgt grundsätzlich auch unter Berücksichtigung von gesellschaftlichen und/oder ethischen Aspekten.

Die Studierenden können ihre Ergebnisse interpretieren und evaluieren. Sie sind außerdem in der Lage, ihre Ergebnisse in einer klar strukturierten, schriftlichen Ausarbeitung unter Verwendung der entsprechenden Fachterminologie zu dokumentieren. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, ihre Ergebnisse vor einer Gruppe zu präsentieren und zu verteidigen. Außerdem haben sie ihre Problemlösungskompetenz sowie ihre Kompetenz des Transfers des Theorie- und Methodenwissens der Elektrotechnik und Informationstechnik in konkrete Anwendungen vertieft.

Neben den fachbezogenen Qualifikationszielen sammeln die Studierenden auch Kenntnisse und Erfahrungen auf den Gebieten des Projekt- sowie des Selbst- und Zeitmanagements. Dazu gehören auch Kenntnisse und Methoden verschiedener Präsentationstechniken.

**Inhalt**
Die Studierenden bearbeiten eigenverantwortlich und unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden ein mit dem fachlichen Prüfer abgestimmtes Forschungsthema, das sich mit einer Problemstellung aus dem Bereich des Masterstudiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik beschäftigt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Masterarbeit wird von mindestens einem/einer Hochschullehrer/in oder einem/einer leitenden Wissenschaftler/in gemäß § 14 abs. 3 Ziff. 1 KITG und einem/einer weiteren Prüfenden bewertet. In der Regel ist eine/r der Prüfenden die Person, die die Arbeit gemäß Absatz 2 vergeben hat. Bei nicht übereinstimmender Beurteilung dieser beiden Personen setzt der Prüfungsausschuss im Rahmen der Bewertung dieser beiden Personen die Note der Masterarbeit fest; er kann auch einen weiteren Gutachter bestellen. Die Bewertung hat innerhalb von acht Wochen nach Abgabe der Masterarbeit zu erfolgen.

Weitere Details regelt §14 der Studien- und Prüfungsordnung.

**Arbeitsaufwand**
900 h

**Empfehlungen**
Es wird empfohlen das Berufspraktikum mit 15 LP vor der Masterarbeit abzulegen. Denn nach SPO-MA, § 19a gilt: "Voraussetzung für die Anmeldung zur letzten Modulprüfung der Masterprüfung ist die Bescheinigung über das erfolgreich abgeleistete Berufspraktikum nach § 14a."

# M 9.84 Modul: Mehrdimensionale Signalverarbeitung und Bildauswertung mit Graphikkarten und anderen Mehrkernprozessoren [M-INFO-103154]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-106278 | Mehrdimensionale Signalverarbeitung und Bildauswertung mit Graphikkarten und anderen Mehrkernprozessoren | 3 LP | Beyerer, Perschke |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**
Siehe Teillesitung.

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen nach der Vorlesung eine grundlegende Übersicht über aktuelle parallele Rechnerarchitekturen, welche für die Lösung von Bildverarbeitungsproblemen eingesetzt werden können. Sie können Bildverarbeitungsalgorithmen analysieren, parallelisieren und mit Hinblick auf die Zielarchitektur optimieren. Eine Einführung in OpenCL versetzt sie in die Lage, Bildverarbeitungsalgorithmen auf Graphikkarten und Mehrkernprozessoren zu implementieren.

**Inhalt**
Die Vorlesung gibt eine Übersicht über die verschiedenen Formen der Parallelität eines Algorithmus und die konkrete Realisierung auf Hardwarearchitekturen. Für die Programmierung von Multi-Core- und Many-Core-Prozessoren werden die notwendigen Grundlagen durch die Darlegung der unterliegenden Architekturen und der unterschiedlichen Programmiermodelle bereitgestellt. Um eine einheitliche Programmierung von Graphikkarten und Mehrkernprozessoren zu ermöglichen, nimmt die Vorstellung von OpenCL einen großen Raum ein. Nach einer Einführung in das Plattformmodell und die API, wird die OpenCL-C-Sprache vorgestellt. Für einen erfolgreichen Einsatz von OpenCL sind die Kenntnisse des unterliegenden Speichermodells unerlässlich. Anhand unterschiedlicher Bildverarbeitungsalgorithmen lernen die Studierenden anhand von Übungen innerhalb der Vorlesung die Programmierung der einzelnen Architekturen und deren unterschiedlichen Optimierungsstrategien kennen. Hierfür werden ihnen Graphikkarten und Xeon-Phi Beschleunigerkarten zur Verfügung gestellt.

**Arbeitsaufwand**
84 Stunden (= 28 Std * 3 LP)

**Empfehlungen**
Grundlegende Kenntnisse in den Bereichen der theoretischen Informatik (Algorithmen, Datenstrukturen) und der technischen Informatik (sequentielle Optimierung in C oder C++, Rechnerarchitekturen, parallele Programmierung) werden vorausgesetzt.

**Lehr- und Lernformen**
Vorlesung mit integrierten Übungen

**Literatur**


- Heterogeneous Computing with OpenCL 2.0, ( 3th Edition), D.Kaeli, P.Mistry, D.Schaa, D.Zhang
- The Cuda Handbook: A Coprehensive Guide to GPU Programming,(1th Edition), N.Wilt
- Image Processing, Analysis, and Machine Vision ( 4th Edition), M.Sonka, V.Hlavac, R.Boyle
- Computer Vision: Algorithms and Applications (Texts in Computer Science), (2011th Edition), R.Szeliski
- Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers (Chapman & Hall/CRC Computational Science) , (1th Edition), G.Hager, G.Wellein

# M 9.85 Modul: Mensch-Maschine-Interaktion [M-INFO-100729]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Beigl
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-101266 | Mensch-Maschine-Interaktion | 6 LP | Beigl |
| T-INFO-106257 | Übungsschein Mensch-Maschine-Interaktion | 0 LP | Beigl |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung

**Qualifikationsziele**
**Lernziele:** Nach Abschluss der Veranstaltung können die Studierenden

- grundlegende Kenntnisse über das Gebiet Mensch-Maschine Interaktion wiedergeben
- grundlegende Techniken zur Analyse von Benutzerschnittstellen nennen und anwenden
- grundlegende Regeln und Techniken zur Gestaltung von Benutzerschnittstellen anwenden
- existierende Benutzerschnittstellen und deren Funktion analysieren und bewerten

**Inhalt**
Themenbereiche sind:

1. Informationsverarbeitung des Menschen (Modelle, physiologische und psychologische Grundlagen, menschliche Sinne, Handlungsprozesse),

2. Designgrundlagen und Designmethoden, Ein- und Ausgabeeinheiten für Computer, eingebettete Systeme und mobile Geräte,

3. Prinzipien, Richtlinien und Standards für den Entwurf von Benutzerschnittstellen

4. Technische Grundlagen und Beispiele für den Entwurf von Benutzungsschnittstellen (Textdialoge und Formulare, Menüsysteme, graphische Schnittstellen, Schnittstellen im WWW, Audio-Dialogsysteme, haptische Interaktion, Gesten),

5. Methoden zur Modellierung von Benutzungsschnittstellen (abstrakte Beschreibung der Interaktion, Einbettung in die Anforderungsanalyse und den Softwareentwurfsprozess),

6. Evaluierung von Systemen zur Mensch-Maschine-Interaktion (Werkzeuge, Bewertungsmethoden, Leistungsmessung, Checklisten).

7. Übung der oben genannten Grundlagen anhand praktischer Beispiele und Entwicklung eigenständiger, neuer und alternativer Benutzungsschnittstellen.

**Arbeitsaufwand**
Der Gesamtarbeitsaufwand für diese Lerneinheit beträgt ca. 180 Stunden (6.0 Credits).

**Präsenzzeit: Besuch der Vorlesung**

15 x 90 min

22 h 30 min

**Präsenzzeit: Besuch derÜbung**

8x 90 min

12 h 00 min

**Vor- / Nachbereitung der Vorlesung**

15 x 150 min

37 h 30 min

**Vor- / Nachbereitung derÜbung**

8x 360min

48h 00min

**Foliensatz/Skriptum 2x durchgehen**

2 x 12 h

24 h 00 min

**Prüfung vorbereiten**

36 h 00 min

**SUMME**

**180h 00 min**

Arbeitsaufwand für die Lerneinheit "Mensch-Maschine-Interaktion"

**Empfehlungen**
Siehe Teilleistung

# M 9.86 Modul: Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen [M-INFO-100824]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-101361 | Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen | 3 LP | Beyerer, Geisler |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**
Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden fundiertes Wissen über die Phänomene, Teilsysteme und Wirkungsbeziehungen an der Schnittstelle zwischen Mensch und informationsverarbeitender Maschine zu vermittelen. Dafür lernen sie die Sinnesorgane des Menschen mit deren Leistungsvermögen und Grenzen im Wahrnehmungsprozess sowie die Äußerungsmöglichkeiten von Menschen gegenüber Maschinen kennen. Weiter wird ihnen Kenntnis über qualitative und quantitative Modelle und charakteristische Systemgrößen für den Wirkungskreis Mensch-Maschine-Mensch vermittelt sowie in die für dieses Gebiet wesentlichen Normen und Richtlinien eingeführt. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, einen modellgestützten Systementwurf im Ansatz durchzuführen und verschiedene Entwürfe modellgestützt im Bezug auf die Leistung des Mensch-Maschine-Systems und die Beanspruchung des Menschen zu bewerten.

**Inhalt**
nhalt der Vorlesung ist Basiswissen für die Mensch-Maschine-Wechselwirkung als Teilgebiet der Arbeitswissenschaft:

- Teilsysteme und Wirkungsbeziehungen in Mensch-Maschine-Systemen: Wahrnehmen und Handeln.
- Sinnesorgane des Menschen.
- Leistung, Belastung und Beanspruchung als Systemgrößen im Wirkungskreis Mensch-Maschine-Mensch.
- Quantitative Modelle des menschlichen Verhaltens.
- Das menschliche Gedächtnis und dessen Grenzen.
- Menschliche Fehler.
- Modellgestützter Entwurf von Mensch-Maschine-Systemen.
- Qualitative Gestaltungsregeln, Richtlinien und Normen für Mensch-Maschine-Systeme.

**Arbeitsaufwand**
Gesamt: ca. 60h, davon
1. Präsenzzeit in Vorlesungen: 23h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 12h
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: 25h

**Empfehlungen**
Siehe Teilleistung.

# M 9.87 Modul: Methoden der Signalverarbeitung [M-ETIT-100540]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100694 | Methoden der Signalverarbeitung | 6 LP | Heizmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen nach Absolvieren des Moduls erweitertes Wissen im Bereich der Signalverarbeitung. Sie sind in der Lage, Signale mit zeitvariantem Frequenzgehalt durch unterschiedliche Zeit-Frequenz-Darstellungen zu analysieren. Des Weiteren können sie unterschiedliche Parameter- und Zustandsschätzverfahren zur Signalrekonstruktion anwenden.

**Inhalt**
Das Modul beinhaltet weiterführende Gebiete der Signalverarbeitung und der Schätztheorie. Vorgestellt werden im ersten Teil der Vorlesung Zeit-Frequenz-Darstellungen zur Analyse und Synthese von Signalen mit zeitvariantem Frequenzgehalt. Der zweite Teil widmet sich den Parameter- und Zustandsschätzverfahren.

Hinweis: Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Der Arbeitsaufwand ergibt sich durch Besuch der wöchentlichen Vorlesung (jeweils 1,5 h) und der 14-täglichen Übung (je 1,5 h). Des Weiteren werden die Vor- und Nachbereitung von Vorlesung und Übung mit 15x1 h und 8x2 h veranschlagt. Für die Bearbeitung der zur Verfügung gestellten Matlab-Übungen wird mit 4x5 h gerechnet. Die Klausurvorbereitung sowie die Anwesenheit in selbiger beanspruchen ungefähr 80 h. Insgesamt ergibt sich so ein Arbeitsaufwand von ca. 160 h.

**Empfehlungen**
Die Kenntnis der Inhalte der Module "Signale und Systeme" und "Wahrscheinlichkeitstheorie" wird dringend empfohlen.

# M 9.88 Modul: Mikroaktorik [M-MACH-100487]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Manfred Kohl
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-MACH-101910 | Mikroaktorik | 4 LP | Kohl |

**Erfolgskontrolle(n)**
Schriftliche Prüfung: Klausur 60 min

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
- Kenntnis der Aktorprinzipien und deren Vor- und Nachteile
- Kenntnis wichtiger Herstellungsverfahren
- Erklärung von Aufbau- und Funktion der behandelten Mikroaktoren
- Berechnung wichtiger Kenngrößen (Zeitkonstanten, Kräfte, Stellwege, etc.)
- Layouterstellung anhand von Anforderungsprofilen

**Inhalt**
- Materialwissenschaftliche Grundlagen der Aktorprinzipien
- Layout und Designoptimierung
- Herstellungsverfahren
- ausgewählte Entwicklungsbeispiele
- Anwendungen

**Inhaltsverzeichnis:**
Die Vorlesung beinhaltet unter anderem folgende Themen:

- Mikroelektromechanische Systeme: Linearaktoren, Mikrorelais, Mikromotoren
- Medizintechnik und Life Sciences: Mikroventile, Mikropumpen, mikrofluidische Systeme
- Mikrorobotik: Mikrogreifer, Polymeraktoren (smart muscle)
- Informationstechnik: Optische Schalter, Spiegelsysteme, Schreib-/Leseköpfe

**Arbeitsaufwand**
Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 1,5 h = 22,5 h
Vor- und Nachbearbeitungszeit Vorlesung: 15 * 5,5 h = 82,5 h
Prüfungsvorbereitung und Prüfung: 15 h
Insgesamt: 120 h = 4 LP

**Literatur**
- Folienskript „Mikroaktorik“
- D. Jendritza, Technischer Einsatz Neuer Aktoren: Grundlagen, Werkstoffe, Designregeln und Anwendungsbeispiele, Expert-Verlag, 3. Auflage, 2008
- M. Kohl, Shape Memory Microactuators, M. Kohl, Springer-Verlag Berlin, 2004
- N.TR. Nguyen, S.T. Wereley, Fundamentals and applications of Microfluidics, Artech House, Inc. 2002
- H. Zappe, Fundamentals of Micro-Optics, Cambride University Press 2010

# M 9.89 Modul: Mikrosystemtechnik [M-ETIT-100454]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100752 | Mikrosystemtechnik | 3 LP | Stork |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden

- Kennen die wichtigsten Begriffe und Verfahren der Mikrosystemtechnik und können diese mit ihren Vor- und Nachteilen beurteilen.
- Sind in der Lage, die gängigen Methoden und Werkzeuge zu beschreiben.
- Können geeignete Verfahren für die Herstellung von Mikrosystemen auswählen.
- Besitzen ein weitreichendes Verständnis über den Aufbau und die Funktionsweise von Mikrosystemtechnischen Sensoren.
- Besitzen die Fähigkeit sich mit Experten der Mikrotechnologie verständigen zu können.
- Sind in der Lage, verschiedene Verfahren der Mikrosystemtechnik kritisch zu beurteilen.

**Inhalt**
Es werden die Methoden der Mikrostrukturtechnik von Lithographie und Ätztechniken bis hin zu ultrapräzisen spanabhebenden Verfahren erläutert und deren Anwendungen vor allem in Mikromechanik und Mikrooptik vorgestellt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 18 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 24 h
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: 25h

# M 9.90 Modul: Mikrowellenmesstechnik [M-ETIT-100424]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 4 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100733 | Mikrowellenmesstechnik | 4 LP | Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen ein vertieftes Wissen über den Aufbau und die Funktionsweise von Mikrowellenmessgeräten (Signalgenerator, Leistungsmessung, Frequenzmessung, Spektral-analysator, Netzwerkanalysator). Sie verstehen die Besonderheiten bei der Messung von Leistungen, Frequenzen und Streuparametern im Mikrowellenbereich. Sie können das erlernte Wissen praxisrelevant anwenden und Messergebnisse interpretieren. Mögliche Fehlerquellen in der Messung können sie analysieren und beurteilen. Sie sind in der Lage Messaufbauten bei vorgegebenen Messgrößen zu konzipieren die Messungen korrekt durchzuführen.

**Inhalt**
Diese Vorlesung enthält alle grundlegenden Bereiche der heutigen Hochfrequenzmesstechniken, wie Leistungsmessung, Frequenz-messung, Spektralanalyse und Netzwerkanalyse. Besondere Beachtung findet hierbei die Beschreibung derjenigen Messsysteme und Methoden, die in modernen Anwendungen zum Einsatz kommen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzstudienzeit Vorlesung/Übung: 45 h

Selbststudienzeit inkl. Prüfungsvorbereitung: 75 h

Insgesamt 120 h = 4 LP

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

# M 9.91 Modul: Mikrowellentechnik/Microwave Engineering [M-ETIT-100535]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100802 | Mikrowellentechnik/Microwave Engineering | 5 LP | Zwick |

### Erfolgskontrolle(n)
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

### Competence Certificate
Success control is carried out as part of a written overall examination (120 minutes) of the selected courses, which in total meet the minimum requirement for LP.

### Voraussetzungen
keine

### Prerequisites
none

### Qualifikationsziele
Die Studierenden besitzen ein tiefes Verständnis der Mikrowellentechnik mit dem Schwerpunkt auf passiven Komponenten der Mikrowellenschaltungstechnik. Hierzu gehört die Funktionsweise der wichtigsten Mikrowellenkomponenten wie Hohlleiter, Filter, Resonatoren, Koppler, Leistungsteiler bis hin zu Richtungsleitungen und Zirkulatoren. Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionsweise dieser Komponenten zu verstehen und zu beschreiben. Sie können dieses Wissen auf weitere Gebiete der Hochfrequenztechnik übertragen und damit hochfrequenztechnische Fragestellungen zu analysieren und zu lösen. Sie sind in der Lage das Erlernte praxisgerecht anzuwenden.

### Competence Goal
The students have a deep understanding of microwave technology with a focus on passive components of microwave circuit technology. This includes the functioning of the most important microwave components such as waveguides, filters, resonators, couplers, power dividers up to directional lines and circulators. Students are able to understand and describe how these components work. You can transfer this knowledge to other areas of high-frequency technology and use it to analyze and solve high-frequency problems. You are able to apply what you have learned in a practical way.

### Inhalt
Vertiefungsvorlesung zur Hochfrequenztechnik: Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung der Funktionsweise der wichtigsten passiven Mikrowellenkomponenten angefangen bei Hohlleitern über Filter, Resonatoren, Leistungsteiler und Koppler bis hin zu Richtungsleitungen und Zirkulatoren.

Begleitend zur Vorlesung werden Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff gestellt. Diese werden in einer großen Saalübung besprochen und die zugehörigen Lösungen detailliert vorgestellt.

### Content
In-depth lecture on high-frequency technology: The focus of the lecture is the teaching of the functioning of the most important passive microwave components, starting with waveguides, through filters, resonators, power dividers and couplers to directional lines and circulators.

Accompanying the lecture, exercises are given on the lecture material. These are discussed in a large hall exercise and the associated solutions are presented in detail.

### Zusammensetzung der Modulnote
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

### Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

**Anmerkungen**
WS: deutsch
SS: englisch
Es wird für alle Teilnehmer jedes Semester eine zweisprachige gemeinsame Prüfung durchgeführt.

**Annotation**

WS: German
SS: English
The exam is in each semester and for every student bilingual.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzstudienzeit Vorlesung/Übung: 45 h
Selbststudienzeit inkl. Prüfungsvorbereitung: 105 h
Insgesamt 150 h = 5 LP

**Workload**

Each credit point corresponds to approximately 25-30 hours of work (of the student). This is based on the average student who achieves an average performance. The workload includes:

Attendance study time lecture / exercise: 45 h
Self-study time including exam preparation: 105 h
A total of 150 h = 5 LP

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

**Recommendation**

Knowledge of the basics of high frequency technology is helpful.

# M 9.92 Modul: Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen [M-ETIT-101968]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Stefan Wünsch
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-108389 | Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen | 4 LP | Wünsch |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 20 Minuten statt.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage die zur Miniaturisierung passiver Mikrowellenschaltungen notwendigen Prozesse zu analysieren und die erreichbaren Ergebnisse hinsichtlich der Bauelementperformance kritisch zu bewerten. Sie sind darüber hinaus befähigt die bereits vorhandenen Grundkenntnisse aus der LV „Grundlagen der Hochfrequenztechnik“ auf die Entwicklung miniaturisierter passiver Mikrowellenschaltungen anwendungsorientiert zu übertragen.

**Inhalt**
Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Trends zur Miniaturisierung passiver Mikrowellenschaltungen und deren aktueller Einsatzgebiete. Dabei werden zunächst die treibenden Kräfte für die Miniaturisierung herausgearbeitet und an konkreten Beispielen die Vorgehensweise unter Berücksichtigung entsprechender Randbedingungen dargestellt. Den Abschluss bildet die Vorstellung aktueller Forschungsschwerpunkte bzw. –anwendungen solcher Mikrowellenschaltungen. Die Schwerpunkte werden dabei in praktischen Übungen vertieft.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Der Arbeitsaufwand in Stunden ist nachfolgend aufgeschlüsselt:

1. Präsenzzeit in Vorlesungen im Wintersemester 18 h
2. Präsenzzeit in Übung zu Vorlesung 9 h
3. Vor-/Nachbereitung von VL und Übung 36 h
4. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger 57 h

# M 9.93 Modul: MMIC Design Laboratory [M-ETIT-105464]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111006 | MMIC Design Laboratory | 6 LP | Ulusoy |

**Erfolgskontrolle(n)**
The written report and the oral presentation are used to mark the course. The overall impression is assessed.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
The students have a comprehensive understanding on the design of monolithic microwave integrated circuits.

The students are able to deduce specifications of individual building blocks in a microwave system and are able to connect these with system level considerations.

They are familiar with various IC fabrication technologies, and are able to identify pros and cons of the various state of the art technologies that are available today.

The students are able to perform the design of a complete microwave sub-system from conception to schematic level design and layout design, and are able to apply high-level design verification methods.

The students can apply their theoretical knowledge on RF engineering using modern design tools.

**Inhalt**
In this laboratory course, the students will be assigned an RF system and will propose a hardware solution that will meet the requirements of the assigned RF system. The students will then perform schematic level design and system-level simulations of the proposed hardware. The laboratory course will be finalized with a layout implementation and verification of the proposed hardware. The students will learn to use state of the art CAD tools for system level simulations, schematic design, electromagnetic simulations, and layout design and verification in modern IC process technologies. Each RF sub-system will be developed by a group of 3-4 students.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The written report and the oral presentation are used to mark the course. The overall impression is assessed.

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds approximately to 30h of the student's workload. Here, the average student is expected to reach an average performance. This contains:

1. Attendance to the laboratory tutorials (10*(3)=30h)

2. Preparation to the laboratory tutorials (10*(2)=20h)

3. Implementation of assigned design tasks after each tutorial (10*(8)=80h)

4. Preparation of report and oral presentation (20h)

Total: 150h

**Empfehlungen**
Radio-Frequency Integrated Circuits and Systems, Modern Radio Systems Engineering, Microwave Engineering, Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields

# M 9.94 Modul: Modellbildung elektrochemischer Systeme [M-ETIT-100508]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andre Weber
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100781 | Modellbildung elektrochemischer Systeme | 3 LP | Weber |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen Modelle auf verschiedenen Skalen (Elementarkinetik bis Systemmodell) zur Beschreibung von elektro-chemischen Systemen und sind in der Lage diese in der Entwicklung von Batterien und Brennstoffzellen einzusetzen.

**Inhalt**
Die Modellierung elektrochemischer Systeme ist ein Multiskalen-problem. Während sich der Ladungsübertritt an der Grenzfläche Elektrode / Elektrolyt auf atomarer Skala abspielt, werden für die Systemmodellierung stark vereinfachte Teilmodelle für die Systemkomponenten benötigt, die eine echtzeitfähige Simulation des Systembetriebs zulassen. In der Vorlesung werden aktuelle elektro-chemische Modelle für Batterien und Brennstoffzellen auf den verschiedenen Ebenen vorgestellt, auf die experimentelle Bestimmung der Modellparameter eingegangen und Beispiele für die Modellvalidierung gezeigt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenszeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
3. Prüfungsvorbereitung und Präsens in selbiger: 30 h

Insgesamt: 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Die Inhalte der Vorlesung „Batterien und Brennstoffzelle“ werden als bekannt vorausgesetzt. Studierenden, die diese Vorlesung (noch) nicht gehört haben, wird empfohlen das Skript zu dieser Vorlesung vorab durchzuarbeiten.

# M 9.95 Modul: Modern Radio Systems Engineering [M-ETIT-100427]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100735 | Modern Radio Systems Engineering | 4 LP | Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
The success control is carried out as part of an oral overall examination (approx. 20 minutes) of the selected courses, which in total meet the minimum requirement for LP.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
After attending this course, students will be able to design an analog front end for a radio transmission system at the block diagram level. In particular, the non-idealities of typical components of high-frequency technology and their effects on the overall system performance are part of the knowledge imparted. The students also have an in-depth understanding of various radar modulation methods and the relationships to approval conditions and performance.

**Inhalt**
The course gives a general overview of radio transmission systems and their components. The focus is on the system components realized in analog technology and their non-idealities. Based on the physical functioning of the various system components, parameters are derived that allow an examination of their influence on the overall system performance.

The exercise is closely linked to the lecture and mainly consists of computer-based exercises that allow a visualization of the influences of various non-idealities on the overall system performance and demonstrate the practical system design of modern radio transmission systems.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds to approximately 25-30 hours of work (of the student). This is based on the average student who achieves an average performance. The workload includes:
Attendance study time lecture: 30 h
Attendance study time computer exercise SystemVue ESL Design Software / MATLAB: 15 h
Self-study time including exam preparation: 75 h
A total of 120 h = 4 LP

**Empfehlungen**
Knowledge of the basics of radio frequency technology and communications technology is helpful.

# M 9.96 Modul: Mustererkennung [M-INFO-100825]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-101362 | Mustererkennung | 6 LP | Beyerer, Zander |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

- Studierende haben fundiertes Wissen zur Auswahl, Gewinnung und Eigenschaften von Merkmalen, die der Charakterisierung von zu klassifizierenden Objekten dienen. Studierende wissen, wie der Merkmalsraum gesichtet werden kann, wie Merkmale transformiert und Abstände im Merkmalsraum bestimmt werden können. Des weiteren können Sie Merkmale normalisieren und Merkmale konstruieren. Darüber hinaus wissen Studierende wie die Dimension des Merkmalsraumes reduziert werden kann.
- Studierende haben fundiertes Wissen zur Auswahl und Anpassung geeigneter Klassifikatoren für unterschiedliche Aufgaben. Sie kennen die Bayes'sche Entscheidungstherorie, Parameterschätzung und parameterfreie Methoden, lineare Diskriminanzfunktionen, Support Vektor Maschine und Matched Filter. Außerdem beherrschen Studierende die Klassifikation bei nominalen Merkmalen.
- Studierende sind in der Lage, Mustererkennungsprobleme zu lösen, wobei die Effizienz von Klassifikatoren und die Zusammenhänge in der Verarbeitungskette Objekt – Muster – Merkmal – Klassifikator aufgabenspezifisch berücksichtigt werden. Dazu kennen Studierende das Prinzip zur Leistungsbestimmung von Klassifikatoren sowie das Prinzip des Boosting.

**Inhalt**
Merkmale:

- Merkmalstypen
- Sichtung des Merkmalsraumes
- Transformation der Merkmale
- Abstandsmessung im Merkmalsraum
- Normalisierung der Merkmale
- Auswahl und Konstruktion von Merkmalen
- Reduktion der Dimension des Merkmalsraumes

Klassifikatoren:

- Bayes'sche Entscheidungstherorie
- Parameterschätzung
- Parameterfreie Methoden
- Lineare Diskriminanzfunktionen
- Support Vektor Maschine
- Matched Filter, Templatematching
- Klassifikation bei nominalen Merkmalen

Allgemeine Prinzipien:

- Vapnik-Chervonenkis Theorie
- Leistungsbestimmung von Klassifikatoren
- Boosting

**Arbeitsaufwand**
Gesamt: ca. 180h, davon

Präsenzzeit Vorlesung 31h
Vor-Nachbereitung 40h
Präsenzzeit Übung 10h
Vorbereitung, Lösung der Übungsaufgaben, Nachbereitung 40h
Klausurvorbereitung und Präsenz 59h

**Empfehlungen**
Siehe Teilleistung.

# M 9.97 Modul: Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II [M-ETIT-105274]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110697 | Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II | 4 LP | Jäkel, Schmalen |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Competence Certificate**

The assessment will be carried out in the form of a written exam of 120 minutes

**Voraussetzungen**
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

**Prerequisites**

Knowledge of basic engineering mathematics including integral transformations and probability theory as well as basic knowledge of communications engineering

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind in der Lage, auch komplexere Problemstellungen der Nachrichtentechnik zu analysieren. Sie können selbstständig Lösungsansätze erarbeiten und deren Gültigkeit überprüfen sowie Software zur Problemlösung einsetzen. Die Übertragung der erlernten Methoden ermöglicht den Studierenden, auch andere Themenstellungen schnell zu erfassen und mit dem angeeigneten Methodenwissen zu bearbeiten.

**Competence Goal**

The students are able to analyze even more complex problems in communications engineering. You can independently develop and validate solutions and use problem-solving software. The transfer of the learned methods enables the students to quickly grasp other topics and to work on them with the appropriate methodological knowledge.

**Inhalt**
Die Lehrveranstaltung erweitert die in der Vorlesung Nachrichtentechnik I behandelten Fragestellungen. Der Fokus liegt hierbei auf der detaillierten Analyse bekannter Algorithmen und der Einführung neuer Verfahren, die nicht in der Vorlesung Nachrichtentechnik I besprochen wurden, insbesondere aus den Bereichen System- und Kanal-Modellierung, Entzerrung und Synchronisation.

**Content**

The course broadens the questions dealt with in the lecture Communication Engineering I. The focus here is on the detailed analysis of known algorithms and the introduction of new methods that were not discussed in the lecture Communications Engineering I, especially in the areas of system and channel modeling, equalization and synchronization

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Module grade calculation**

The module grade is the grade of the written exam

**Anmerkungen**
Das Modul kann erstmalig im Sommersemester 2020 begonnen werden. Bitte beachten Sie: Die Lehrveranstaltung "Nachrichtentechnik II" findet jedes Sommersemester (ab Sommersemester 2020) statt und die englische Version "Communications Engineering II" findet jedes Wintersemester statt (ab Wintersemester 2020/2021)

**Annotations**

The module can be started for the first time in summer term2020. Please note: The German course "Nachrichtentechnik II" takes place every summer term(starting summer term 2020) and the English version "Communications Engineering II" takes place every winter term (starting winter term 2020/2021).

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 15 * 4 h = 60 h
3. Präsenzzeit Übung: 15 * 1 h = 15 h
4. Vor-/Nachbereitung Übung: 15 * 2 h = 30 h
5. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet
Insgesamt: 135 h = 4 LP

**Workload**

1. Attendance Lecture: 15 * 2 h = 30 h
2. Preparation / Postprocessing Lecture: 15 * 4 h = 60 h
3. Presence Exercise: 15 * 1 h = 15 h
4. Preparation / follow-up Exercise: 15 * 2 h = 30 h
5. Exam preparation and presence in the same: charged in preparation / follow-up
Total: 135 h = 4 LP

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung "Nachrichtentechnik I“, "Wahrscheinlichkeitstheorie“ sowie "Signale und Systeme“ wird empfohlen.

**Recommendation**

Previous visit to the lecture "Communications Engineering I", "Probability Theory" and "Signals and Systems" is recommended

# M 9.98 Modul: Nano- and Quantum Electronics [M-ETIT-105604]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111232 | Nano- and Quantum Electronics | 6 LP | Kempf |

**Erfolgskontrolle(n)**
The assessment of success takes place in the form of a written examination lasting 120min. The grade corresponds to the result of the written examination.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
Students will understand the physical limits of CMOS scaling and will be able to analyze the function of conventional nanoelectronic devices. Students will also understand the operation of novel nanoelectronic and quantum electronic devices and will be able to design this kind of devices that are based on quantum mechanical effects. They develop the ability to design nanoelectronic sensors and devices and can understand and analyze the fabrication methods for nano- and quantum electronic devices.

**Inhalt**
Nanoelectronics deals with integrated circuits whose typical length scale is well below 100nm. In this regime, physical effects, in particular of quantum mechanical origin, occur and strongly influence the scaling of classical microelectronic devices. This ultimately leads to a new form of electronic components as well as novel operation principles. A special form of nanoelectronics is quantum electronics in which quantum mechanical effects are exploited on purpose to build an entirely new class of devices whose performance reaches far beyond any other microelectronics devices. Well-known examples are superconducting digital electronics which enables to build, for example, microprocessors with clock rates exceeding several 100GHz, or the quantum computer, which will lead to a change of paradigms in the field of information processing.

Within this context, the module "Nano- and quantum electronics" intends to give students an overview of the theoretical and practical aspects of nano- and quantum electronics. In particular, it discusses the following topics:

- Limitations of conventional CMOS technology
- Quantum mechanical effects in the field of nano- and quantum electronics (quantized conductance, Coulomb blockade, tunnel effect, etc.)
- Hot-electron effect
- Nano- and quantum-technological manufacturing and analysis methods
- Nanostructure field-effect transistors
- Quantum dots
- Carbon nanotube field-effect transistor
- Resonant tunnel diodes
- Unipolar resonant tunnel transistor
- Single Electron Transistor (SET)
- Josephson junction based analog and digital electronics
- Quantum bits, quantum computers and quantum computing

The tutorial is closely linked to the lecture and deals with special aspects concerning the development of nano- and quantum electronics. In particular, the development and system integration of such devices for various applications is discussed by means of exercises.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written examination.

**Arbeitsaufwand**
A workload of approx. 175h is required for the successful completion of the module. This is composed as follows:

- Attendance time in lectures and exercises: 18*1.5h + 6*1.5h = 36h
- Preparation and follow-up of lectures: 21*3h= 54h
- Preparation and follow-up of tutorials: 7*5h= 35h
- Preparation for the exam: 50h

**Empfehlungen**
Successful completion of the modules "Superconductivity for Engineers" and „Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker“ is recommended.

# M 9.99 Modul: Navigationssysteme für den Straßen- und Schienenverkehr [M-ETIT-102671]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-105610 | Navigationssysteme für den Straßen- und Schienenverkehr | 3 LP | Beyer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten pro Person. Die Modulnote ist die Note dieser mündlichen Prüfung.

Die Erfolgskontrolle findet als Gruppenprüfung statt. Die Anzahl der Teilnehmer/innen in einer Gruppe beträgt 3-4 Personen, die getrennt befragt werden.

Am Ende des Semester findet ein 1,5 stündiges Repetitorium statt, in dem der Vorlesungsstoff schwerpunktartig wiederholt wird. Zur Vorbereitung auf die mündliche Prüfung wird im Rahmen des Repetitoriums ein Fragenkatalog bereitgestellt.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind in der Lage, aktuelle navigationstechnische Problemstellungen mit dem Fokus auf den Straßen- und Schienenverkehr zu erkennen und Lösungsansätze zu erarbeiten. Sie haben ein Verständnis für physikalische und regelungstechnische Zusammenhänge erlangt und können hybride Landnavigationssysteme hinsichtlich Projektierungs-, Entwicklungs- und Validierungsaufwand sowie dem Endkundennutzen einschätzen.

**Inhalt**
Die Fahrzeugnavigation wird heute zunehmend als eine Dienstleistung im Verkehr verstanden. Die Einbindung der Nutzeranforderungen inklusive der Nutzen- Kostenbetrachtung legt dabei die Konfiguration eines Navigationssystems fest.

Das Kapitel Systemanalyse und Design dient der Vorstellung und Diskussion etablierter Simulationsverfahren in der Navigation. Hierzu zählen Fehler- und Kovarianzanalyse, Fehlerbudget und Sensitivitätsanalysen sowie Maßnahmen zur Steigerung von Fehlertoleranz und Robustheit.

Der Abschnitt Systemauslegung und Parametrierung widmet sich der Simulationsumgebung sowie der Definition der Test-Trajektorien. Beide Aspekte haben großen Einfluss auf das Fehlerverhalten eines Navigationssystems, beispielsweise bei der Abschattung oder der Mehrwegeausbreitung von Satellitensystemen. Andererseits kann das Bewegungsprofil aber auch zur Verbesserung der Navigationslösung herangezogen werden. Die Test- und Auswerteverfahren müssen die Vergleichbarkeit von Ergebnissen garantieren. Sie sind auch Grundlage für die Validierung der Entwicklungen gerade im Softwarebereich. In der Bewertung müssen Nutzen und Kosten eines Ansatzes mit den Kundenanforderungen abgestimmt werden. Der abschließende Bewertungsprozess führt zur Konfiguration des Navigationssystems.

Im Kapitel Schienenverkehrs-Management wird zunächst der allgemeine Aufbau eines Managementsystems erläutert. Nach der Diskussion einiger Besonderheiten im Schienenverkehr werden spezielle Verfahren wie die "Zulaufsteuerung auf einen Knoten", die "Zuglaufregelung" und die "Knotenzulaufregelung" dargestellt . Alle drei Verfahren sind elementare Module eines Schienenverkehrsmanagementsystems. Ein Beispiel mit Diskussion der Ergebnisse rundet dieses Kapitel ab.

Das "Vehicle Location System" (VLS) Konzept ist eine allgemeine Navigationsplattform für den Straßen- und Schienenverkehr. Nach der Diskussion des Konzepts und der Besonderheit des Ansatzes, der künstliche fiktive und reale Sensorsignale unterscheidet, wird ein Vergleich von Konfigurationsbeispielen durchgeführt. Die Einbindung der Kundenanforderungen wird mit Beispielen zur Eisenbahn-, Straßenfahrzeug- und Flughafenfahrzeug-Navigation aufgezeigt.

Im letzten Kapitel Ausblick: Kooperative Navigation soll abschließend ein Ausblick in die mögliche weitere Entwicklung gegeben werden. Nach Erläuterung der Motivation und einem kurzen Überblick wird die Einbindung von Abstands- und Richtungs-Sensorik in ein Navigationssystems erläutert. Dieser Ansatz ermöglicht die Konfiguration eines Navigationsnetzwerkes, das eine hohe Qualität gerade in Abschattungsbereichen von Satellitensystemen garantiert. Hierbei ergeben sich völlig neue Möglichkeiten, beispielsweise neben den on-board auch ausgelagerte Navigationssysteme.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**
Die Erfolgskontrolle findet als Gruppenprüfung statt. Die Anzahl der Teilnehmer/innen in einer Gruppe beträgt 3-4 Personen, die getrennt befragt werden.

Am Ende des Semester findet ein 1,5 stündiges Repetitorium statt, in dem der Vorlesungsstoff schwerpunktartig wiederholt wird. Zur Vorbereitung auf die mündliche Prüfung wird im Rahmen des Repetitoriums ein Fragenkatalog bereitgestellt.

**Empfehlungen**
Bachelor (empfohlen)

Kenntnisse zu

1. Grundlagen der Statistik
2. Grundlagen der Regelungstechnik
3. Grundlagen der Navigation

# M 9.100 Modul: Nichtlineare Regelungssysteme [M-ETIT-100371]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100980 | Nichtlineare Regelungssysteme | 3 LP | Kluwe |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten über die Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
- Die Studierenden kennen die Definition, Beschreibung und typische Strukturen von Nichtlinearen Systemen und wichtige Eigenschaften in Abgrenzung zur linearen Systemtheorie.

- Sie sind mit dem Stabilitätsbegriff nach Lyapunov bei nichtlinearen Systemen vertraut und sind in der Lage, die Systemtrajektorien nichtlinearer Regelkreise in der Phasenebene zu bestimmen und auf deren Basis die Ruhelagenstabilität zu analysieren und z.B. durch Strukturumschaltende Regelung zu verbessern.

- Die Studierenden kennen die Direkte Methode und die damit verbundenen Kriterien für Stabilität und Instabilität und sind in der Lage, damit die Ruhelagen nichtlinearer Systeme zu untersuchen.

- Als ingenieursmäßige Vorgehensweise können Sie die Ruhelagenanalyse auch mittels der Methode der ersten Näherung durchführen.

- Die Studierenden kennen die systematische Vorgehensweise zum Entwurf nichtlinearer Regelungen durch Kompensation und anschließende Aufprägung eines gewünschten linearen Verhaltens.

- Als darauf basierende Syntheseverfahren beherrschen sie die Ein-/Ausgangs- sowie die exakte Zustands-Linearisierung nichtlinearer Ein- und Mehrgrößensysteme (ggf. mit Entkopplung).

- Als weitere Analyseverfahren sind den Studierenden das Verfahren der Harmonischen Balance zum Auffinden und Analysieren von Dauerschwingungen sowie das Verfahren von Popov zur Prüfung auf absolute Stabilität bekannt.

**Inhalt**
Das Modul stellt eine weiterführende Vorlesung auf dem Gebiet der nichtlinearen Systemdynamik und Regelungstechnik dar, bei der die Studierenden einen Einblick in die Behandlung nichtlinearer Regelungssysteme bekommen sollen. Dabei werden zunächst unterschiedliche Vorgehensweisen zur Stabilitätsanalyse der Systemruhelagen vermittelt wie z.B. die Trajektorienauswertung in der Phasenebene oder die Direkte Methode von Lyapunov. Weiterhin werden unterschiedliche Methoden zur nichtlinearen Reglersynthese wie z.B. Strukturumschaltung oder Ein-/Ausgangs-Linearisierung behandelt. Außerdem werden spezielle Verfahren zur Analyse Kennlinienbehafteter Regelkreise wie z.B. die Harmonische Balance oder das Popov-Kriterium behandelt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht 30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Unter den Arbeitsaufwand fallen

1. Präsenzzeit in Vorlesung (2 SWS: 30h1 LP)

2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung (45h1.5 LP)

3. Vorbereitung/Präsenzzeit schriftliche Prüfung (15h0.5 LP)

**Empfehlungen**
Die Kenntnis der Inhalte des Moduls M-ETIT-100374 (Regelung linearer Mehrgrößensysteme) ist sehr zu empfehlen, da die dort im Linearen behandelten Grundlagen insbesondere für die Synthese hilfreich sind.

# M 9.101 Modul: Nonlinear Optics [M-ETIT-100430]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101906 | Nonlinear Optics | 6 LP | Koos |

**Erfolgskontrolle(n)**
The oral exam is offered continuously upon individual appointment.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
The students

- understand and can mathematically describe the effect of basic nonlinear-optical phenomena using optical susceptibility tensors,
- understand and can mathematically describe wave propagation in nonlinear anisotropic materials,
- have an overview and can quantitatively describe common second-order nonlinear effects comprising the electro-optic effect, second-harmonic generation, sum- and difference frequency generation, parametric amplification and optical rectification,
- have an overview and can quantitatively describe the Kerr effect and other common third-order nonlinear effects, comprising self- and cross-phase modulation, four-wave mixing, self-focussing, and third-harmonic generation,
- have an overview and can describe nonlinear-optical interaction in active devices such as semiconductor optical amplifiers
- conceive the basic principles of various phase-matching techniques and can apply them to practical design problems,
- conceive the basic principles electro-optic modulators, can apply them to practical design problems, and have an overview on state-of-the art devices,
- conceive the basic principles third-order nonlinear signal processing and can apply them to practical design problems.

**Inhalt**

1. The nonlinear optical susceptibility: Maxwell´s equations and constitutive relations, relation between electric field and polarization, formal definition and properties of the nonlinear optical susceptibility tensor,
2. Wave propagation in nonlinear anisotropic materials
3. Second-order nonlinear effects and devices: Linear electro-optic effect / Pockels effect, second-harmonic generation, sum- and difference-frequency generation, phase matching, parametric amplification, optical rectification
4. Third-order nonlinear effects and devices: Nonlinear refractive index and Kerr effect, self- and cross-phase modulation, four-wave mixing, self-focussing, third-harmonic generation
5. Nonlinear effects in active optical devices

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

There is a bonus system based on the problem sets that are solved during the tutorials: During the term, 3 problem sets will be collected in the tutorial and graded without prior announcement. If for each of these sets more than 70% of the problems have been solved correctly, a bonus of 0.3 grades will be granted on the final mark of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
Approx. 180 h – 30 h lectures, 30 h exercises, 120 h homework and self-studies

**Literatur**

R. Boyd. Nonlinear Optics. Academic Press, New York, 1992.
E.H. Li S. Chiang Y. Guo, C.K. Kao. Nonlinear Photonics. Springer Verlag, 2002
G. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics, Academic Press, San Diego, 1995.

# M 9.102 Modul: Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I [M-ETIT-100392]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100664 | Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I | 1 LP | Dössel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden erkennen den Zusammenhang zwischen klinischen Problemen und ihrer messtechnischen Lösung an Hand von nuklearmedizinischen Beispielen aus der Funktionsdiagnostik und Therapie.

**Inhalt**

- Virtueller Rundgang durch eine nuklearmedizinische Abteilung und Einführung in die kernphysikalischen Grundlagen
- Physikalische und biologische Wechselwirkungen von ionisierenden Strahlen
- Aufbau von nuklearmedizinischen Detektorsystemen zur Messung von Stoffwechselvorgängen am Beispiel des Jodstoffwechsels
- Biokinetik von radioaktiven Stoffen zur internen Dosimetrie und Bestimmung der Nierenclearance
- Beeinflussung eines Untersuchungsergebnisses durch statistische Messfehler und biologische Schwankungen
- Qualitätskontrolle: messtechnische und medizinische Standardisierung von analytischen Methoden
- Epidemiologische Daten und Modelle zur Risiko-Nutzenabwägung

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzzeit in Vorlesungen (1 h je 15 Termine) = 15 h

Selbststudium (1 h je 15 Termine) = 15 h

Vor-/Nachbereitung = 10 h

Gesamtaufwand ca. 40 Stunden = 1 LP

# M 9.103 Modul: Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik II [M-ETIT-100393]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100665 | Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik II | 1 LP | Dössel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden lernen die Messtechnik von Szintigraphie, SPECT und PET anhand von geeigneten medizinischen Beispielen. Sie kennen die wichtigsten nuklearmedizinischen Konzepte und lernen die zugehörigen klinischen Begriffe. Dabei wird auf wichtige Krankheiten wie die Koronare Herzkrankheit oder Krebserkrankungen eingegangen.

**Inhalt**
Die Vorlesung des Wintersemesters Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I wird nicht vorausgesetzt. Es gibt aber nur wenige Überschneidungen. Wichtige Begriffe werden ggf. noch einmal eingeführt. Die Themen des Sommersemesters sind qualitative und quantitative Verfahren der Bildgebung in der Nuklearmedizin. Dabei werden auch die anderen bildgebenden Verfahren der Medizin berücksichtigt. Die beiden Dozenten stellen den Stoff gemeinsam dar, um den Zusammenhang zwischen Messtechnik und Medizin hervorzuheben. Im Rahmen der Vorlesung wird einmal die Klinik für Nuklearmedizin des Städtischen Klinikums Karlsruhe besucht.

- Überblick über die szintigraphischen Untersuchungsmethoden und Einführung in Grundlagen der nuklearmedizinischen Bildgebung
- Planare und Ganzkörper-Szintigraphie am Beispiel der Visualisierung des Knochenumbaus (Skelettszintigraphie)
- Schichtbilder (SPECT) zur Darstellung des Blutflusse im Myokard (Myokardszintigraphie)
- Messtechnische Voraussetzungen zur Quantifizierung der Myokardszintigraphie zur prognostischen Einschätzung
- PET und PET/CT zur diagnostischen Einschätzung der Ausdehnung einer Krebserkrankung
- Quantitative Messung von diagnostischen Radiopharmaka beim Lebenden zur Beurteilung der Biologie einer bösartigen Erkrankung

Quantitative Vergleiche des regionalen Stoffwechsels von Gesunden und Kranken durch die FDG-Hirn-PET

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzzeit in Vorlesungen (1 h je 15 Termine) = 15 h

Selbststudium (1 h je 15 Termine) = 15 h

Vor-/Nachbereitung = 10 h

Gesamtaufwand ca. 40 Stunden = 1 LP

**Empfehlungen**
Die Inhalte des Moduls "M-ETIT-100392 - Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I" werden benötigt.

# M 9.104 Modul: Numerical Methods [M-MATH-105831]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-MATH-111700 | Numerical Methods - Exam | 5 LP | Kunstmann, Plum, Reichel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Success control takes the form of a written examination (120 minutes).

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
Students who pass the module are familiar with basic concepts and ways of thinking on the topic of numerical mathematics. They know different procedures for solving linear and nonlinear problems in numerical mathematics. They are furthermore able to use numerical methods for solving problems from applications in an independent, critical, and needs-based way.

**Inhalt**
In the lecture basic ideas and numerical methods for the following topics will be presented:

- systems of linear equations, Gauss-algorithm, LR-decomposition, Cholesky decomposition
- eigenvalue problems, von-Mises iteration
- linear optimization (also called linear programming)
- error analysis
- Newton's method
- quadrature, Newton-Cotes formulas
- numerical solution of initial value problems, Runge-Kutta methods
- finite difference method for solving boundary value problems
- finite elements

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written exam.

**Arbeitsaufwand**
Approximately 150h workload. The workload includes:

45h - attendance in lectures, exercises and examination

105h – self studies:

- follow-up and deepening of the course content
- solving problem sheets
- literature study and internet research on the course content
- preparation for the module examination

# M 9.105 Modul: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen [M-ETIT-102311]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104595 | Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen | 4 LP | Hohmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
- Die Studierenden kennen die Konzepte und Strukturen der partiellen Differentialgleichungen sowie die grundlegenden Methoden und Algorithmen zu ihrer numerischen Behandlung.
- Sie sind vertraut mit allen Aspekten von der Modellbildung über die Entwicklung numerischer Verfahren bis zur algorithmischen Umsetzung und konkreten Programmierung z.B. in MATLAB.
- Die Studierenden beherrschen die Anwendung von computergestützten Berechnungsmethoden auf praktische Aufgabenstellungen.
- Sie sind in der Lage, eine Diskretisierung einer partiellen Differentialgleichung herzuleiten und praktisch zu implementieren sowie das Konvergenzverhalten einzuschätzen und numerisch zu überprüfen.

**Inhalt**
• Beispiele partieller Differentialgleichungen aus den Naturwissenschaften
• Dirichlet-Randwertproblem für die Poisson-Gleichung
• Wellengleichung
• Wärmeleitungsgleichung
• Funktionalanalytische Grundkonzepte
• Separation der Variablen bei einigen elementaren partiellen Differentialgleichungen
• Numerische Lösungsmethoden -- Finite Elemente
- Variationsmethoden
- Methode der finiten Elemente
- Fehlerabschätzung
- Realisierung von finiten Elemente-Verfahren
• Numerische Methoden in der Elektrodynamik
- Maxwell Gleichungen, Modellierung
- Betrachtung im Frequenzbereich, Eigenwertprobleme
- Finite Elemente für die Maxwell-Gleichungen
- Fehlerabschätzung

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht 30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Unter den Arbeitsaufwand fallen

1. Präsenzzeit in Vorlesung/Übung (2+1 SWS: 45h1.75 LP)
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung/Übung (60h2 LP)
3. Vorbereitung/Präsenzzeit mündliche Prüfung (7.5h0.25 LP)

**Empfehlungen**
Kenntnisse folgender Module werden empfohlen:

Mathematik I-III im Bachelor

M-MATH-100536 - Numerische Methoden

# M 9.106 Modul: Optical Design Lab [M-ETIT-100464]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100756 | Optical Design Lab | 6 LP | Stork |

**Erfolgskontrolle(n)**
The examination consists of an oral exam (20 min).

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
The students can apply previous theoretical knowledge in optics to design optical systems based on ray tracing, using a typical optics design software.

The students can apply typical analysis methods to evaluate the imaging performance of optical systems.

The students can recognize aberrations in optical systems and apply methods to compensate them.

**Inhalt**
The students participating in this lab are given the opportunity to gain practical experience in the use of software tools commonly used in industry for the design of optical elements and systems. Thus improving their knowledge in optical engineering.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
Approximately 162 h workload of the student.

The workload includes:

1. attendance in lectures an exercises: 36 h
   - 9 excercises of 4 h
2. preparation / follow-up: 51 h
   - preparation 9x3 h
   - writing lab reports: 8x3 h
3. preparation of and attendance in examination: 75h

**Empfehlungen**
Basic knowledge in optics. The participation in the course Optical Engineering is strongly adviced.

# M 9.107 Modul: Optical Engineering [M-ETIT-100456]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100676 | Optical Engineering | 4 LP | Stork |

**Erfolgskontrolle(n)**
Achievement will be examined in an oral examination (approx. 20 minutes).

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
The students from different backgrounds refresh and elaborate their knowledge of engineering optics and photonics. They will get to know the basic principles of optical designs. They will connect these principles with real-world applications and learn about their problems and how to solve them. The students will know about the human view ability and the eye system. After the module they will be able to judge the basic qualities of an optical system by its quantitative data.

After the course, students will:

- understand fundamental optical phenomena and apply it to solve optical engineering problems;
- work with the basic tools of optical engineering, i.e. ray-tracing by abcd-matrices;
- get a broad knowledge on real-world applications of optical engineering;
- learn about the potential of optical design for industrial, medical and day-to-day applications;
- know up-to-date optical engineering problems and its solutions.

**Inhalt**
The course "Optical Engineering" teaches the practical aspects of designing optical components and instruments such as lenses, microscopes, optical sensors and measurement systems, and optical disc systems (e.g. CD, DVD, HVD). The course explains the layout of modern optical systems and gives an overview over available technology, materials, costs, design methods, as well as optical design software. The lectures will be given in the form of presentations and accompanied by individual and group exercises. The topics of the lectures include:

I. Introduction (Optical Phenomena)

II. Ray Optics (thin/thick lenses, principal planes, ABCD-matrices, chief rays, examples: Eye, IOL)

III. Popular Applications (Magnifying glass, microscope, telescope, Time-of-flight)

IV. Wave Optics (Interference, Diffraction, Spectrometers, LDV)

V. Aberrations I (Coma, defocus, astigmatism, spherical aberration)

VI. Fourier Optics (Periodical patterns, FFT spectrum, airy-patterns)

VII. Aberration II (Seidel and Zernike Aberrations, MTF, PSF, Example: Eye)

VIII. Fourier Optics II (Kirchhoff + Fresnel, contrast, example: Hubble-telescope)

IX. Diffractive Optics Applications (Gratings, holography, IOL, CD/DVD/Blu-Ray-Player)

X. Interference (Coherence, OCT)

XI. Filters and Mirrors (Filters, antireflection, polarization, micro mirrors, DLPs)

XII. Laser and Laser Safety (Laser principle, laser types, laser safety aspects)

XIII. Displays (Pico projectors, LCD, LED, OLED, properties of displays)

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
total 120 h, hereof 45 h contact hours (30 h lecture, 15 h problem class), and 75 h homework and selfstudies

**Empfehlungen**
Solid mathematical background.

**Literatur**
E. Hecht: Optics
J.W. Goodmann: Introduction to Fourier optics
K.K. Sharma: Optics - Principles and Applications

# M 9.108 Modul: Optical Networks and Systems [M-ETIT-103270]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106506 | Optical Networks and Systems | 4 LP | Randel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: oral exam

Duration of Examination: 20 min (approx.)

Modality of Exam: Oral exams (approx. 20 minutes) are offered throughout the year upon individual appointment.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
The module provides knowledge about optical networks and systems with applications ranging from photonic interconnects, to fiber-to-the-home (FTTH), optical metro and long-haul networks, and automotive and industrial automation. The role of various network layers will be discussed in conjunction with relevant standards and protocols. Physical-layer specifications of relevant photonic components and system design trade-offs will be introduced.

The students

- get familiar with optical network architectures and protocols
- learn how to design optical communication systems in a variety of application scenarios
- understand how application constraints (performance, cost, energy-efficiency) drive technology innovation
- comprehend the benefits and challenges of using optical communication compared to alternatives (e.g. electrical, and wireless)
- are familiar with relevant standardization bodies and are able to interpret essential aspects of standard documents.

**Inhalt**
Photonic interconnects: rack-to-rack, board-to-board, chip-to-chip, datacenter interconnects, intensity modulation, direct detection, single-mode fiber vs. multi-mode fiber, serial vs. parallel optics, space-division multiplexing vs. wavelength-division multiplexing, Ethernet (10G, 40G, 100G), Fibre Channel, scaling and energy efficiency.

Access neetworks: fiber-to-the-X, passive optical networks (GPON, EPON, NG-PON2, WDM PON), statistical multiplexing vs. point-to-point

Metro- and long-haul networks:

- System-design aspects: dense WDM (ITU grid), optical amplifiers, chromatic dispersion, coherent detection, optical vs. electronic impairment mitigation, capacity limits.
- Wavelength switching: wavelength selective switch (WSS), reconfigurable optical add-drop multiplexer (ROADM).
- Standards and protocols: synchronous optical networking and synchronous digital hierarchy (SONET/SDH), optical transport network (OTN), generalized multi-protocol label switching (GMPLS), software-defined networking (SDN).

Optical networks in automotive and industrial automotion: polymer-optical fiber (POF), MOST Bus, Profibus and Profinet, optical vs. electrical communication links, overcoming bandwidth limitations using digital signal processing.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
total 120 h, hereof 30 h lecture, 15 h problems class and 75 h recapitulation and self-studies

**Empfehlungen**
Interest in communications engineering, networking, and photonics.

**Literatur**

Ivan Kaminow, Tingye Li, Alan E. Willner (Editors), Optical Fiber Telecommunications (Sixth Edition), Elsevier

Rajiv Ramaswami, Kumar N. Sivarajan and Galen H. Sasaki, Optical Networks (Third Edition), Elsevier

# M 9.109 Modul: Optical Systems in Medicine and Life Science [M-ETIT-103252]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 4 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106462 | Optical Systems in Medicine and Life Science | 3 LP | Nahm |

**Erfolgskontrolle(n)**
Written exam (60 minutes)

**Voraussetzungen**
Only one out of the two modules "M-ETIT-100552 - Optische Systeme für Medizintechnik und Life Sciences" and "M-ETIT-103252 - Optical Systems in Medicine and Life Science" is allowed.

**Qualifikationsziele**
**Overall Course Objectives:**

This course will allow the students to understand how the basic optical and optoelectronic principles are applied in the design of modern medical devices and routine diagnostic equipment. Besides extending and deepening their expert knowledge in engineering sciences and physics this course will provide profound insight into the applicative, the regulatory and safety and the cost requirements. This will help to be able to understand how the systems are designed to fulfill the requirements.

Furthermore, in this course the students will be introduced into case-based learning. The in-class journal club helps to make the students become more familiar with the advanced literature in the field of study. This interactive format helps to improve the students' skills of understanding and debating current topics of active interest.

**Teaching Targets:**

The successful participation in this course enables the students to

- derive and formulate system requirements
- layout the system architecture of optical devices
- explain the underlying physical and physiological principles and mechanisms
- elaborate technical and methodological constraints and limitations

present, challenge and debate recent research results

**Inhalt**
Optical Systems:

- Surgical microscope
- Scanning laser ophthalmoscope (SLO) / Confocal endomicroscope (CEM)
- Optical coherence tomography (OCT) / Optical biometer
- Refractive surgical laser
- Flow-Cytometry

Applied Optical Technologies:

- Magnification and illumination
- Fluorescence and diffuse reflectance imaging
- Confocal laser microscopy
- Low coherence interferometry
- fs-Laser
- Laser scattering (Mie-Therory)

Systems Design and Engineering:

- System architecture

V-Model of Product Development Process

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written exam.

**Anmerkungen**
Language English

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds approximately to 30h of the student's workload. Here, the average student is expected to reach an average performance. This contains:

1. Presence during lectures (15 x 1.5 = 22.5h)
2. Preparation and wrap-up of subject matter (57.5h)

Preparation and presentation of one contribution to the in-class journal club (1 x 10h)

**Empfehlungen**
Good understanding of optics and optoelectronics.

**Literatur**
M. Kaschke, Optical Devices in Opthalmology and Optometry, Willey-VCH

# M 9.110 Modul: Optical Transmitters and Receivers [M-ETIT-100436]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Freude
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100639 | Optical Transmitters and Receivers | 6 LP | Freude |

**Erfolgskontrolle(n)**
Oral examination (approx. 20 minutes). The individual dates for the oral examination are offered regularly.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**

- understand the peculiarities of optical communications, and how optical signals are generated, transmitted and received,
- know about sampling, quantization and coding,
- learn the basics about noise on reception,
- understand the properties of a linear and a nonlinear optical fibre channel,grasp the idea of channel capacity and spectral efficiency,
- know about various forms of modulation,
- acquire knowledge of optical transmitter elements,
- understand the function of optical amplifiers,
- have a basic understanding of optical receivers,
- know the sensitivity limits of optical systems, and
- understand how these limits are measured.

**Inhalt**
The course concentrates on basic optical communication concepts and connects them with the properties of physical components. The following topics are discussed:

- Advantages and limitations of optical communication systems
- Optical transmitters comprising lasers and modulators
- Optical receivers comprising direct and heterodyne reception
- Characterization of signal quality

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
Approx. 120 hours workload for the student. The amount of work is included:

30 h - Attendance times in lectures
15 h - Exercises
75 h - Preparation / revision phase

**Empfehlungen**
Knowledge of the physics of the pn-junction

**Literatur**
Detailed textbook-style lecture notes can be downloaded from the IPQ lecture pages.
Grau, G.; Freude, W.: Optische Nachrichtentechnik, 3. Ed. Berlin: Springer-Verlag 1991. In German. Since 1997 out of print. Electronic version available via w.freude@kit.edu.
Kaminow, I. P.; Li, Tingye; Willner, A. E. (Eds.): Optical Fiber Telecommunications VI A: Components and Subsystems +VI B: Systems and Networks', 6th Ed. Elsevier (Imprint: Academic Press), Amsterdam 2013

# M 9.111 Modul: Optical Waveguides and Fibers [M-ETIT-100506]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101945 | Optical Waveguides and Fibers | 4 LP | Koos |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: Oral exam

Duration of Examination: approx. 20 minutes

Modality of Exam: The written exam is offered continuously upon individual appointment.

**Voraussetzungen**
None

**Qualifikationsziele**
The students

- conceive the basic principles of light-matter-interaction and wave propagation in dielectric media and can explain the origin and the implications of the Lorentz model and of Kramers-Kronig relation,
- are able to quantitatively analyze the dispersive properties of optical media using Sellmeier relations and scientific databases,
- can explain and mathematically describe the working principle of an optical slab waveguide and the formation of guided modes,
- are able to program a mode solver for a slab waveguide in Matlab,
- are familiar with the basic principle of surface plasmon polariton propagation,
- know basic structures of planar integrated waveguides and are able to model special cases with semi-analytical approximations such as the Marcatili method or the effective-index method,
- are familiar with the basic concepts of numerical mode solvers and the associated limitations,
- are familiar with state-of-the-art waveguide technologies in integrated optics and the associated fabrication methods,
- know basic concepts of of step-index fibers, graded-index fibers and microstructured fibers,
- are able to derive and solve basic relations for step-index fibers from Maxwell's equations,
- are familiar with the concept of hybrid and linearly polarized fiber modes,
- can mathematically describe signal propagation in single-mode fibers design dispersion-compensated transmission links,
- conceive the physical origin of fiber attenuation effects,
- are familiar with state-of-the-art fiber technologies and the associated fabrication methods,
- can derive models for dielectric waveguide structures using the mode expansion method,
- conceive the principles of directional couplers, multi-mode interference couplers, and waveguide gratings,
- can mathematically describe active waveguides and waveguide bends.

**Inhalt**

1. Introduction: Optical communications
2. Fundamentals of wave propagation in optics: Maxwell´s equations in optical media, wave equation and plane waves, material dispersion, Kramers-Kroig relation and Sellmeier equations, Lorentz and Drude model of refractive index, signal propagation in dispersive media.
3. Slab waveguides: Reflection from a plane dielectric boundary, slab waveguide eigenmodes, radiation modes, inter- and intramodal dispersion, metal-dielectric structures and surface plasmon polariton propagation.
4. Planar integrated waveguides: Basic structures of integrated optical waveguides, guided modes of rectangular waveguides (Marcatili method and effective-index method), basics of numerical methods for mode calculations (finite difference- and finite-element methods), waveguide technologies in integrated optics and associated fabrication methods
5. Optical fibers: Optical fiber basics, step-index fibers (hybrid modes and LP-modes), graded-index fibers (infinitely extended parabolic profile), microstructured fibers and photonic-crystal fibers, fiber technologies and fabrication methods, signal propagation in single-mode fibers, fiber attenuation, dispersion and dispersion compensation
6. Waveguide-based devices: Modeling of dielectric waveguide structures using mode expansion and orthogonality relatons, multimode interference couplers and directional couplers, waveguide gratings, material gain and absorption in optical waveguides, bent waveguides

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

There is, however, a bonus system based on the problem sets that are solved during the tutorials: During the term, 3 problem sets will be collected in the tutorial and graded without prior announcement. If for each of these sets more than 70% of the problems have been solved correctly, a bonus of 0.3 grades will be granted on the final mark of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
Total 120 h, hereof 45 h contact hours (30 h lecture, 15 h tutorial) and 75 h homework and self-studies.

**Empfehlungen**
Solid mathematical and physical background, basic knowledge of electrodynamics

**Literatur**
B.E.A. Saleh, M.C. Teich: Fundamentals of Photonics

G.P. Agrawal: Fiber-optic communication systems

C.-L. Chen: Foundations for guided-wave optics

Katsunari Okamoto: Fundamentals of Optical Waveguides

K. Iizuka: Elements of Photonics

# M 9.112 Modul: Optimale Regelung und Schätzung [M-ETIT-102310]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104594 | Optimale Regelung und Schätzung | 3 LP | Hohmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
- Die Studierenden beherrschen den Entwurf von LQ-Reglern (z.B. des Riccati-Reglers) sowohl für Führungsverhalten als auch zur optimalen Störgrößenunterdrückung und für optimales Folgeverhalten und kennen deren Stabilitätseigenschaften.

- Sie kennen zudem das Vorgehen für die optimale Synthese bei beschränkten Stellgrößen wie z.B. bei zeitoptimalen Regelungen.

- Die Studierenden sind zum anderen in der Lage, das quantitative Verhalten von MIMO-Regelkreisen im Frequenzbereich mit Hilfe von H8- Normen mittels Singulärwerten zu beschreiben und zu beurteilen.

- Sie können auf der Basis von verallgemeinerten Regelkreisdarstellungen robuste Frequenzbereichsregler entwerfen und sind alternativ in der Lage, im Zeitbereich robuste Ausgangsrückführungen zur Polbereichsvorgabe auszulegen.

- Die Studierenden sind vertraut mit dem allgemeinen Schätzproblem und kennen die erforderlichen stochastischen Grundlagen zur Beschreibung der gesuchten Minimal-Varianz-Schätzwerte.

- Sie sind in der Lage, für lineare Signalprozessmodelle die exakten Lösungen des Schätzproblems in Gestalt des Kalman-Filters (für den zeitdiskreten Fall) und des Kalman-Bucy-Filters (für den zeitkontinuierlichen Fall) herzuleiten und können die Eigenschaften und die Struktur der entworfenen Filter charakterisieren.

- Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, optimale approximative Filter für nichtlineare Signalprozessmodelle zu entwerfen, z.B das Extended Kalman-Filter oder das Unscented Sigma-Punkt-Kalman-Filter, deren jeweilige Eigenschaften sowie Vor- und Nachteile sie kennen und in Bezug setzen können.

**Inhalt**
Die Vorlesung knüpft an die Lehrveranstaltungen „Optimization of Dynamic Systems“ und „Regelung linearer Mehrgrößensysteme“ an und vermittelt den Studierenden auf der Grundlage der dort erlernten Inhalte weiterführende Methoden auf dem Gebiet der optimalen Regelung und Schätzung. Im ersten Modulabschnitt werden die Studierenden mit den in der Regelungstechnik verbreiteten LQ-Regelungen vertraut gemacht, unter anderem Riccati-Regler und zeitoptimale Regler. Im zweiten Teil des Moduls erlernen die Studierenden einige für die Praxis sehr wichtige robuste Regelungsansätze. So wird einerseits ein Überblick über die Formulierung von Regelkreiseigenschaften mittelsH8- Normen und die darauf aufbauenden robusten Regelungsentwürfe im Frequenzbereich gegeben, zum anderen wird den Studierenden im Zustandsraum die Polbereichsvorgabe zur Synthese robuster Regelungen vorgestellt. Im dritten Teil des Moduls wird dann die Lösung des allgemeinen Schätzproblems vermittelt. Dazu werden Kalman- bzw. Kalman-Bucy-Filter zur optimalen Zustandsschätzung für zeitdiskrete bzw. zeitkontinuierliche Signalprozessmodelle hergeleitet und deren Struktur und Eigenschaften behandelt. Als Ausblick wird auf Filterkonzepte für nichtlineare Systeme eingegangen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht 30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Unter den Arbeitsaufwand fallen

1. Präsenzzeit in Vorlesung (2 SWS: 30h1 LP)

2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung (52.5h1.75 LP)

3. Vorbereitung/Präsenz mündliche Prüfung (7.5h0.25 LP)

**Empfehlungen**
Kenntnisse über die Inhalte der Module M-ETIT-100531 (Optimization of Dynamic Systems) sowie M-ETIT-100374 (Regelung linearer Mehrgrößensysteme) sind dringend zu empfehlen, da das Modul auf deren Ergebnissen aufbaut.

# M 9.113 Modul: Optimization of Dynamic Systems [M-ETIT-100531]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100685 | Optimization of Dynamic Systems | 5 LP | Hohmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
The assessment consists of a written exam (120 min) taking place in the recess period.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
- The students know as well the mathematical basics as the fundamental methods and algorithms to solve constraint and unconstraint nonlinear static optimization problems.

- They can solve constraint and unconstraint dynamic optimization by using the calculus of variations approach and the Dynamic Programming method.

- Also they are able to transfer dynamic optimization problem to static problems.

- The students know the mathematic relations, the pros and cons and the limits of the particular optimization methods.

- They can transfer problems from other fields of their studies in a convenient optimization problem formulation and they are able to select and implement suitable optimization algorithms for them by using common software tools.

**Inhalt**
The module teaches the mathematical basics that are required to solve optimization problems. The first part of the lecture treats methods for solving static optimization problems. The second part of the lecture focuses on solving dynamic optimization problems by using the method of Euler-Lagrange and the Hamilton method as well as the dynamic programming approach.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written exam.

**Arbeitsaufwand**
Each credit point stands for an amount of work of 30h of the student. The amount of work includes

1. presence in lecture/exercises/tutorial(optional) (2+1 SWS: 45h1.5 LP)

2. preparation/postprocessing of lecture/exercises (90h3 LP)

3. preparation/presence in the written exam (15h0.5 LP)

# M 9.114 Modul: Optische Technologien im Automobil [M-ETIT-100486]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100773 | Optische Technologien im Automobil | 3 LP | Neumann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
In der Vorlesung lernen die Studierenden die Grundlagen und Anwendungen der automobilen Lichttechnik. Sie kennen die wesentlichen gesetzlichen Vorgaben, die Konstruktionsprinzipien für Signal-, Scheinwerfer- und Innenlichtfunktionen und sind auf den aktuellen Wissenstand des Themas.

Sie sind fähig lichttechnische Entwürfe für KFZ Beleuchtung zu beurteilen und vorbereitet auf diesem Gebiet in Forschung und Entwicklung aktive Beiträge zu leisten.

Durch das Wissen des aktuellen Entwicklungsstandes sind die Studierenden fähig den Einfluss der KFZ Beleuchtung auf gesellschaftliche Aspekte, wie Sicherheit bei nächtlichen Fahrten zu bewerten.

**Inhalt**
Rekapitulation: Licht & Farbe

Rekapitulation: Lichtquellen

Signal- & Heckleuchten

Rückstrahler

Scheinwerfer

Innenleuchten

Herstellungstechnik

Geschichte der Automobilen Lichttechnik

Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen (für eine Vorlesung)

1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger.

**Empfehlungen**
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

# M 9.115 Modul: Optoelectronic Components [M-ETIT-100509]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Freude
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101907 | Optoelectronic Components | 4 LP | Freude |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: oral exam

Duration of Examination: approx. 30 minutes

Modality of Exam: Oral examination, usually one examination day per month during the Summer and Winter terms. An extra questions-and-answers session will be held if students wish so.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
Comprehending the physical layer of optical communication systems. Developing a basic understanding which enables a designer to read a device´s data sheet, to make most of its properties, and to avoid hitting its limitations.

The students

- understand the components of the physical layer of optical communication systems
- acquire the knowledge of operation principles and impairments of optical waveguides
- know the basics of laser diodes, luminescence diodes and semiconductor optical amplifiers
- understand pin-photodiodes
- know the systems´sesitivity limits, which are caused by optical and electrical noise

**Inhalt**
The course concentrates on the most basic optical communication components. Emphasis is on physical understanding, exploiting results from electromagnetic field theory, (light waveguides), solid-state physics (laser diodes, LED, and photodiodes), and communication theory (receivers, noise). The following components are discussed:

- Light waveguides: Wave propagation, slab waveguides, strip wave-guides, integrated optical waveguides, fibre waveguides
- Light sources and amplifiers: Luminescence and laser radiation, luminescent diodes, laser diodes, stationary and dynamic behavior, semiconductor optical amplifiers
- Receivers: pin photodiodes, electronic amplifiers, noise

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Anmerkungen**
There are no prerequisites, but solution of the problems on the exercise sheet, which can be downloaded as homework each week, is highly recommended. Also, active participation in the problem classes and studying in learning groups are strongly advised.

**Arbeitsaufwand**
total 120 h, hereof 45 h contact hours (30 h lecture, 15 h problem class), and 75 h homework and self-studies

**Empfehlungen**
Minimal background required: Calculus, differential equations, Fourier transforms and p-n junction physics.

**Literatur**

Detailed textbook-style lecture notes as well as the presentation slides can be downloaded from the IPQ lecture pages.

Agrawal, G.P.: Lightwave technology. Hoboken: John Wiley & Sons 2004

Iizuka, K.: Elements of photonics. Vol. I, especially Vol. II. Hoboken: John Wiley & Sons 2002

Further textbooks in German (also in electronic form) can be named on request.

# M 9.116 Modul: Optoelektronik [M-ETIT-100480]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Lemmer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100767 | Optoelektronik | 4 LP | Lemmer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden
- besitzen ein grundlegendes Wissen und Verständnis der Wechselwirkung von Licht und Materie
- kennen die für die Herstellung von optoelektronischen Bauelementen erforderlichen Technologien.
- verfügen über ein Verständnis der Designprinzipien von optoelektronischen Bauelementen.
- können das Wissen in andere Bereiche des Studium übertragen.
- haben grundlegende Kenntnisse über den Aufbau und die Systemintegration von Halbleiterleuchtdioden (LEDs) und Halbleiterlaserdioden.
- kennen die grundlegenden Modulationskonzepte in der Optoelektronik
- haben ein grundlegendes Verständnis von quantenmechanischen Effekten in optoelektronischen Bauelementen.

**Inhalt**
Einleitung
Optik in Halbleiterbauelementen
Herstellungstechnologien
Halbleiterleuchtdioden
Quantenmechanische Grundlagen der Optoelektronik
Laserdioden
Modulatoren
Weitere Quantenbauelemente

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Anmerkungen**
ab Wintersemester 2020 / 2021 wird die zugehörige Lehrveranstaltung im Wintersemester angeboten (Verschiebung vom Sommersemester ins Wintersemester)

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 32 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 48 h
3. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 40 h

**Empfehlungen**
Kenntnisse der Festkörperelektronik

# M 9.117 Modul: Optoelektronische Messtechnik [M-ETIT-100484]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus Trampert
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100771 | Optoelektronische Messtechnik | 3 LP | Trampert |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 25 Minuten) mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen grundlegendes Wissen Messung von optischen Größen und die hierzu notwendigen Verfahren und Messgeräte. Sie können die gängigen Methoden zur Bestimmung von spektral aufgelösten optischen Größen analysieren und deren physikalisches Funktionsprinzip beschrieben. Sie sind fähig abhängig von der gesuchten Messgröße aus dem Pool von Methoden und Gräten die für die Messaufgabe geeignete Methode auszuwählen. Sie sind ebenso fähig bekannte Methoden für neue Aufgabenstellungen anzupassen unter Berücksichtigung der Stärken und Schwächen der gewählten Methode bzw. Geräte.

**Inhalt**
Schwerpunkt des Moduls ist die Vermittlung fundierter Kenntnisse der Methoden und Geräte der optischen Messtechnik. Hier vor allem der der spektral aufgelösten Methoden. Die Vorlesung gliedert sich entlang der Messkette ausgehend von der optischen Größe über das optische System über die Umwandlung der optischen in die elektrische Größe und die Verabreitung und Interpretation des elektrischen Messsignals. Das Modul vermittelt einen Überblick über die vorhandenen Arten von Messempfängern und ihren physikalischen Eigenschaften und vermittelt die Fähigkeit den für die konkrete Anwednung passenden Typ von Empfänger zu wählen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Ausgehend von 15 Veranstaltungen im Semester mit je 1,5 h Präsenz in der Vorlesung, je 2,5 h

Vor und Nachbereitung, sowie ca. je 2h Literaturlektüre und Selbstübungen errechnet sich der Gesamtarbeitsaufwand zu = 90 h

**Empfehlungen**
Die Kenntnisse aus dem Modul Lichttechnik und Technische Optik sind von Vorteil.

# M 9.118 Modul: Photometrie und Radiometrie [M-ETIT-100519]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus Trampert
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100789 | Photometrie und Radiometrie | 3 LP | Trampert |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen grundlegendes Wissen Messung von absoluten optischen Größen und die hierzu notwendigen Verfahren und Kalibrierungen. Sie können die gängigen Methoden zur Bestimmung von lichttechnischen Größen beschreiben. Sie sind fähig abhängig von der gesuchten Messgröße aus dem Pool von Methoden die für die Messaufgabe geeignete Methode auszuwählen. Sie sind ebenso fähig bekannte Methoden für neue Aufgabenstellungen anzupassen unter Berücksichtigung der Stärken und Schwächen der gewählten Methode. Sie sind in der Lage die wichtigsten Einflussgrößen auf die Unsicherheit des Messergebnisses zu benennen und können Methoden benennen um diesen Einfluss in der realen Messaufgabe quantifizieren zu können.

**Inhalt**
Schwerpunkt des Moduls ist die Vermittlung fundierter Kenntnisse der Methoden der Lichtmesstechnik incl. Beschreibung der Messunsicherheiten. Das erste wesentliche Themengebiet sind die etablierten Methoden und Bestimmung der lichttechnischen Größen Lichtstrom, Lichtstärke, Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte und die dazu gehörigen Messmittel. Der zweite wichtige Themenkomplex umfasst die Erfassung und Beschreibung der auftretenden Messunsicherheiten mit der etablierten Methode GUM welche bei der Kalibrierung solcher Systeme auftreten.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Ausgehend von 14 Veranstaltungen im Semester errechtnet sich der Arbeistaufwand mit 1,5 h Präsenz in der Vorlesung, 3 h Vor und Nachbereitung, sowie insgesamt ca. 40h Literaturrechere und Aufbereitung und 40h Prüfungsvorbereitung = 133h Gesamtaufwand

**Empfehlungen**
Die Kenntnisse aus dem Modul Optolektronische Messtechnik und Lichttechnik sind von Vorteil.

# M 9.119 Modul: Photonics and Communications Lab [M-ETIT-104485]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-109173 | Photonics and Communications Lab | 6 LP | Koos, Randel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Prüfungsleistung anderer Art

Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen der Lösung der Aufgaben bezüglich der Versuchsvorbereitung (schriftlich und mündlich) sowie des Verfassens eines Versuchsberichtes.

Die Note ergibt sich aus den mündlichen und schriftlichen Aufgaben.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden haben praktische Erfahrungen mit Versuchsanordnungen und Versuchsaufbau erworben. Die Studierenden sind in der Lage, mit Laborausrüstung/-gerätschaften und Simulationsumgebungen zur optischen Datenübertragung und optischen Messtechnik umzugehen. Die Studierenden sind mit Organisation, Vorbereitung und Betreuung der notwendigen praktischen Versuche vertraut.

**Inhalt**
Im Rahmen des Praktikums werden folgende Schwerpunkte behandelt:

- Laserdioden und LEDs
- Photodetektoren
- optische Kohärenztomographie (OCT)
- Rückwärtssteuerung in Fasern
- BPM Simulationen von integriert-optischen Wellenleitern
- Ring Resonator Filter
- Simulationen von optischen Sendern (-40 GBps)
- Erzeugung, Übertragung und Empfangen von digital modulierten Signalen

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note des Praktikums (aus den mündlichen und schriftlichen Aufgaben).

**Empfehlungen**
Erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung: OTR – Optical Transmitters and Receivers (Prof. Freude)

MatLab: Grundkenntnisse

# M 9.120 Modul: Photovoltaik [M-ETIT-100513]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Powalla
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101939 | Photovoltaik | 6 LP | Powalla |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (2 h). Die Modulnote ist die Note dieser schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
"M-ETIT-100524 - Solar Energy" darf nicht begonnen sein.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-100524 - Solar Energy darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**
Für die Vorlesung Photovoltaik mit 3 SWS Vorlesung und 1 SWS Übung werden folgende Kompetenzanforderungen durch die folgenden Ziele konkretisiert:

**A. Fachwissen:**

Nach der Teilnahme an der Veranstaltung können die Studierenden:

- die Energiewandlung im Halbleiter verstehen. Sie analysieren die physikalische Beschreibung von Licht und die Wechselwirkung von Licht mit Festkörpern. Die Studierenden erlangen Wissen über die Energiewandlung verschiedener Energieformen sowie den Transport von elektrischer Energie in Halbleitern und Metallen. Sie können die Funktionsweise von p/n Dioden beschreiben und mathematisch abbilden.
- die hiermit verbundenen aktuellen technologischen und produktionstechnischen Fragestellungen diskutieren. Insbesondere untersuchen die Studierenden die technische Umsetzung von Halbleiteranforderungen in technische Prozesse. Sie erlangen Wissen über die gesamte Wertschöpfungskette (physikalische Prinzipien, materialwissenschaftliche Aspekte, produktionstechnische Anwendungen sowie systemische Integration)
- photovoltaische Energiesysteme im Zusammenspiel aller Komponenten erfassen. Der Vergleich der systemischen Integration von netzfernen und netzintegrierten solar basierter Energieerzeugungsanlagen hilft die Komponenten sowie deren Auslegung zu erklären. Mit Hilfe von Kennzahlen kann die Anlagengüte, Wirkungsgrade, Kosten etc. erklärt werden.
- Insbesondere zur Optimierung ökonomischer und ökologischer Kennzahlen quantifizieren die Studierenden die Verlustmechanismen in der Solarzelle im Solarkonverter sowie der solaren Systeme und lernen Betriebserfahrungen sowie Langzeitstabilitätsthemen kennen.
- Funktionsweisen verschiedener Solarzellentechnologien und solarthermischer Energieumwandlung begreifen sowie in einem Gesamtenergiesystem einzuordnen

**B. Forschungs- und Problemlösungskompetenz:**

Die Studierenden (nach der Teilnahme an der Veranstaltung)

- sind befähigt, fächerübergreifend zu denken. Basiskompetenzen aus der Physik, Elektrotechnik und Informationstechnik, Produktionstechnik und Ökonomie werden zusammengeführt und ergänzen sich zu einem Gesamtbild.
- sind vertraut mit den Verfahren zur Analyse von aus diskreten Bauelementen, zusammengesetzten Systemen,
- sind vertraut mit State-of-the-art Methoden der Beschreibung von Energieumwandlungsanlagen unter Nutzung solarer Primärenergie,

**C. Beurteilungs- und planerische Kompetenz:**

Die Studierenden (nach der Teilnahme an der Veranstaltung)

- können verschiedene Solarzellenkonzepte sowie verschiedene Lösungsvarianten zur solaren Stromerzeugung beurteilen und einordnen,
- erkennen Grenzen und Herausforderung der Bereitstellung von elektrischer Energie aus örtlich und zeitlich fluktuierenden Quellen und können so Neuentwicklungen anstoßen,
- hinterfragen neue Konzepte in dem hochdynamischen Feld der solaren elektrischen Energieerzeugung im Zusammenhang mit Klimaschutz und Versorgungssicherheit

**D. Selbst- und Sozialkompetenz:**

Die Studierenden (nach der Teilnahme an der Veranstaltung)

- sind vertraut mit der Herleitung und des Ursprungs der wichtigsten physikalischen Zusammenhänge und erkennen die Synergie verschiedener wissenschaftlichen Disziplinen,
- können Aufgaben selbstständig berechnen und die Ergebnisse schriftlich und mündlich kommunizieren,
- erkennen die Relevanz technischer Lösungen zum Klimaschutz

**Inhalt**
Dieses Modul soll Studierenden die Energiewandlung im Halbleiter verständlich machen. Es werden photovoltaische Energiesysteme im Zusammenspiel aller Komponenten behandelt und Verlustmechanismen in der Solarzelle und im Photovoltaiksystem quantifiziert. Dabei wird die Funktionsweise solarthermischer Energieerzeugung vermittelt. Darüber hinaus werden die hiermit verbundenen aktuellen technologischen und produktionstechnischen Fragestellungen diskutiert.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Anmerkungen**
Folien werden über Ilias bereitgestellt. Ebenso inhaltliche Zusammenfassung als pdf.

**Arbeitsaufwand**
Berechnungsbasis: 15 Vorlesungswochen

1. Präsenszeit Vorlesung: 23 * 1,5 h = 34,5 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 23 * 2 h = 46 h
3. Übung 7 x 1,5 h = 10,5 h.
4. Vor- und Nachbereitungszeit Übung: 7 x 4 h = 28 h
5. Exkursion 10 h
6. Prüfungsvorbereitung und Präsenz (2h): 51 h

   Summe = 180 h

**Literatur**
Liste der relevanten Fachliteratur.

http://www.erneuerbare-energien.de

http://pveducation.org/pvcdrom.

http://www.sciencedirect.com/science/referenceworks/9780080878737#ancv1

Würfel, Physik der Solarzellen, 2. Auflage (Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2000)

Konrad Mertens Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis (Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG, 06.08.2018)

# M 9.121 Modul: Photovoltaische Systemtechnik [M-ETIT-100411]

**Verantwortung:** Dipl.-Ing. Robin Grab
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100724 | Photovoltaische Systemtechnik | 3 LP | Grab |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung im Umfang von 120 Minuten über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studenten kennen die theoretischer Grundlagen der Photovoltaik-Systemtechnik.

**Inhalt**
Es werden die Grundlagen der Photovoltaik-Systemtechnik vermittelt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzstudienzeit: 30 h

Selbststudienzeit: 60 h

Insgesamt 90 h = 3 LP

# M 9.122 Modul: Physical and Data-Based Modelling [M-ETIT-105468]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 4 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111013 | Physical and Data-Based Modelling | 6 LP | Hohmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Oral examination of approximately 20 minutes.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**

- The students understand the general model concept as well as the characteristics of physical and data-based modeling and can describe their differences.
- They are able to structure complex systems and systematically analyze dependencies of subsystems.
- They are able to explain the general procedure of physical and data-based modeling, apply it to technical systems, and analyze the results.
- They are able to apply causal and non-causal modeling approaches and distinguish between them.
- Students have gained an understanding of generalized, cross-domain, physical relationships and can develop models for electrical, mechanical, pneumatic and hydraulic systems. They can identify states and constraints.
- They can describe the relationship between generalized, cross-domain, physical models and basic procedures of physical-based control and explain their advantages / limitations based on basic knowledge of control engineering.
- They are able to explain different identification procedures for parametric models of static and dynamic systems, select, and apply appropriate procedures for given technical problems.
- Students know basic procedures of learning-based identification and can describe their limitations.
- The students can estimate and judge the effects of disturbances and real conditions on the identification results.

**Inhalt**
**In contrast to the former “Modellbildung und Identifikation”, this course requires a profound knowledge in multivariable systems and optimization. Thus, attendance of the lecture Optimization of Dynamic Systems (ODS) is an absolute precondition to appropriately follow the course! Prior knowledge about (linear) state space representations and realizations, the concept of “zeros” in the state space, and observability is highly recommended!**

This course aims at engineering students that focus on a systemic and control engineering curriculum. It encompasses fundamental topics along the complete process of modeling technical systems. Particularly, two major areas will be covered:

On the one hand, physical-based modeling techniques which derive formal model equations based on analyzing the physical first-principles of technical systems. This includes, inter alia, generalized equivalent circuits, bond graphs, port-Hamiltonian systems, variational analysis (Euler-Lagrange of the first kind). Selected topics of physical-based control methods will also be briefly introduced to integrate the complete physical control design in the wider control context and highlight its possible benefits.

On the other hand, data-based identification techniques will be covered which are used to identify concrete model parameters for a given technical system from experimental data sets. When combining the identification with an initial, non-physical, structural set up of model equations, the complete process is often referred to as data-based modeling or black-box modeling.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Anmerkungen**
Das Modul ist eine Überarbeitung/Veränderung der fachlichen Inhalte des Modules Modellbildung und Identifikation mit mehr Fokus auf ein gesamtsystemisches Verständnis und aktuelle Forschungsinhalten + Internationalisierung: VL auf Englisch + eine zeitliche Verschiebung dieser neuen VL ins SS

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds to 30 hours of workload (of the student). The workload includes:

1. attendance time in lecture/exercise (3+1 SWS: 60h 2 LP)
2. pre-/postprocessing of the lecture (90h 3 LP)
3. preparation/attendance oral exam (30h 1 LP)

**Empfehlungen**
**In contrast to the former "Modellbildung und Identifikation", this course requires a profound knowledge in multivariable systems and optimization. Thus, attendance of the lecture Optimization of Dynamic Systems (ODS) is an absolute precondition to appropriately follow the course! Prior knowledge about (linear) state space representations and realizations, the concept of "zeros" in the state space, and observability is highly recommended (see e.g. Regelung linearer Mehrgrößensysteme (RLM))!**

Furthermore, sound understanding of Higher Mathematics I-III, linear electrical network theory and engineering mechanics / physics is required to successfully attend the lecture, exercise tasks / case studies, and exam.

# M 9.123 Modul: Physics, Technology and Applications of Thin Films [M-ETIT-105608]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111237 | Physics, Technology and Applications of Thin Films | 4 LP | Kempf |

**Erfolgskontrolle(n)**
Oral examination of approximately 20 minutes

**Voraussetzungen**
The modul "M-ETIT-102332 - Thin films: technology, physics and applications" and "Thin Films: Technology, Physics and Applications I" may neither be started nor completed.

**Qualifikationsziele**
Students should be able to discuss interplay between growth conditions of thin films, physical and geometrical properties of nanostructure made of these films, and performance and suitable areas of application of detectors of radiation based on interaction of these nanostructures with electromagnetic power. The knowledge obtained by students should provide a theoretical basis for the most important steps in development of thin film nanoelectronic devices.

**Inhalt**
Students will get practically oriented information about technology of thin films including different methods of deposition of thin films like magnetron sputtering, thermal evaporation, pulsed laser ablation, about basics of vacuum technology, and about mechanisms of growth of thin films of different materials at different conditions.

Patterning methods (photo- and e-beam lithography, reactive ion etching, ion milling, and lift-off techniques) suitable for nanometer scale features of electronic devices will be considered in details.

Experimental methods of characterization of material, geometrical, optical, physical, superconducting, electron and phonon properties of thin films, nanostructures made of these films, and devices based on these nanostructures will be discussed.

Consideration of technology and physics of thin film structures will be done on example of development of three types of fast and sensitive detectors of electro-magnetic radiation for applications in optical and THz spectral ranges: superconducting nanowire single-photon detector, hot-electron bolometer, and YBCO ps-fast detector of synchrotron emission. Dependence of detector's performance on their fabrication condition will be analyzed in frame of physical models which describe response mechanisms of the detectors to absorbed radiation.

Practical actualization of the knowledge is possible in frame of Praktikum Nanoelektronik (LVN 23669).

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
A workload of approx. 90 h is required for the successful completion of the module. This is composed as follows

1. attendance time in lecture/exercise 18 h
2. pre-/postprocessing of the lecture 24 h
3. preparation/attendance oral exam 48 h

# M 9.124 Modul: Physiologie und Anatomie I [M-ETIT-100390]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101932 | Physiologie und Anatomie I | 3 LP | Nahm |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Grundverständnis über die Funktionen des menschlichen Körpers und der dabei ablaufenden Prozesse.

**Inhalt**
Die Vorlesung vermittelt Basiswissen über die wesentlichen Organsysteme des Menschen und die medizinische Terminologie. Sie wendet sich an Studierende technischer Studiengänge, die an physiologischen Fragestellungen interessiert sind.
Themenblöcke des ersten Teils (Wintersemester)
- Einführung- Organisationsebenen im Körper
- Grundlagen der Biochemie im Körper
- Zellaufbau, Zellphysiologie, Gewebe
- Transportmechanismen im Körper
- Neurophysiologie I (Nervenzelle, Muskelzelle, das autonome Nervensystem)
- Herz und Kreislaufsystem mit Blut und Lymphe
- Atmung

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzzeit in Vorlesungen (2 h je 15 Termine) = 30 h

Selbststudium (3 h je 15 Termine) = 45 h

Vor-/Nachbereitung = 20 h

Gesamtaufwand ca. 95 Stunden = 3 LP

# M 9.125 Modul: Physiologie und Anatomie II [M-ETIT-100391]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101933 | Physiologie und Anatomie II | 3 LP | Nahm |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Grundverständnis über die Funktionen des menschlichen Körpers und der dabei ablaufenden Prozesse.

**Inhalt**
Die Vorlesung erweitert das in der Vorlesung Physiologie I (Modul-ETIT-100390im Wintersemester) vermittelte Wissen und stellt weitere Organsysteme des Menschen vor.

Die Vorlesung vermittelt Basiswissen über die wesentlichen Organsysteme des Menschen und die medizinische Terminologie. Sie wendet sich an Studierende technischer Studiengänge, die an physiologischen Fragestellungen interessiert sind.

- Säure-/Basenhaushalt, Wasserhaushalt, Nierenfunktion
- Thermoregulation
- Verdauungssystem und Ernährung
- Hormonelles SystemNeurophysiologie II
- (Organisation des ZNS, Somatosensorik, Motorik, integrative Leistungen des Gehirns)

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzzeit in Vorlesungen (2 h je 15 Termine) = 30 h

Selbststudium (3 h je 15 Termine) = 45 h

Vor-/Nachbereitung = 20 h

Gesamtaufwand ca. 95 Stunden = 3 LP

**Empfehlungen**
Die Inhalte des Moduls M-ETIT-100390 werden benötigt.

# M 9.126 Modul: Plasmastrahlungsquellen [M-ETIT-100481]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100768 | Plasmastrahlungsquellen | 4 LP | Heering, Kling |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studentinnen und Studenten verstehen die elektronischen Vorgänge und Strahlungsmechanismen in Plasmen.

Dadurch sind sie in der Lage die Ausführungen und Eigenschaften technischer Plasmastrahler wie UV Strahler, Gaslaser, Display Strahler, sowie die Grundlagen der Betriebsgeräte - elektronische Vorschaltgeräte beherrschen. Die Studierenden sind fähig, die unterschiedlichen Betriebsverfahren und Anwendungen kritisch zu beurteilen

**Inhalt**
Die Vorlesung gibt einen fundierten Einblick über Plasmastrahler vom von UV Strahlern bis zu Gas Lasern im Infraroten sowie die Grundlagen des Betriebes der Strahler::

1 Motivation / Kenngrößen der Strahlung und Anwendungen

2 Gundlagen der Plasmastrahlungsquellen:

- Stossprozesse und Strahlung
- Plasmadynamik und Transportgleichungen
- Typen stationärer Gasentladungen und Zündung
- Niederdruckplasmen
- Hochdruckplasmen
- Laserplasmen

3. Plasmastrahler in der Anwendungen

*VUV und UV Strahler

- Z-Pinch, Amalgamstrahler
- Excimer Plasmastrahler, Excimer Laser

*Allgemeinbeleuchtung

- Niederdruck- Leuchtstofflampen

CFL, FL, Phosphore, Natrium

*Hochdrucklampen: HQL, Metall Halogenid HCI, Natrium

*Bühne / Projektion /Display: PVIP; Xenon- Hochdruck, MHD, Laser-Strahlungsquellen

*Kfz- Beleuchtung Xenon, Laser

* IR Anwendungen: Laser Plasma Strahler

4. Grundlagen der Betriebsgeräte

- Anforderungen an Betriebsgeräte, grundlegende Topologien
- Betriebsgeräte für Niederdruck- und Hochdrucklampen sowie Plasma-Laser
- Zündgeräte, Helligkeitssteuerungen und Pulsschaltungen

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2,25 h = 33,75 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 3 h = 45 h
3. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 50 h

Insgesamt: 128,75 h = 4 LP

# M 9.127 Modul: Plastic Electronics / Polymerelektronik [M-ETIT-100475]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Lemmer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100763 | Plastic Electronics / Polymerelektronik | 3 LP | Lemmer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten).

**Competence Certificate**

Type of Examination: oral exam (approx. 20 minutes)

**Voraussetzungen**
keine

**Prerequisites**

none

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden

- verstehen die elektronischen und optischen Eigenschaften von organischen Halbleitern.
- kennen die grundlegenden Unterschiede von organischen und konventionellen anorganischen Halbleitern.
- besitzen grundlegendes Wissen über die Herstellungs- und Prozessierungstechnologien,
- haben Kenntnisse über Organische Leuchtdioden, Organische Solarzellen und Photodioden, Organische Feldeffekttransistoren und Organische Laser.
- haben einen Überblick über die Einsatzmöglichkeiten, Märkte und die Entwicklungslinien bei diesen Bauelementen.
- sind in der Lage, in multidisziplinären Teams mit Ingenieuren, Chemikern und Physikern zusammen zu arbeiten

**Competence Goals**

The students

- understand the electronic and optical characteristics of organic semiconductors
- know the fundamental differences between organic and conventional inorganic semiconductors.
- have basic knowledge of manufacturing and processing technologies,
- have knowledge of organic light-emitting diodes, organic solar cells and photodiodes, organic field-effect transistors and organic lasers.
- have an overview of the possible applications, markets and development lines for these components.
- are able to work in multidisciplinary teams with engineers, chemists and physicists

**Inhalt**
**Content**

1. Introduction
2. Optoelectronic properties of organic semiconductors
3. Organic light emitting diodes (OLEDs
4. Applications in Lighting and Displays
5. Organic FETs
6. Organic photodetectors and solar cells
7. Lasers and integrated optics

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Module grade calculation**

The module grade is the grade of the written exam.

**Anmerkungen**
Vorlesung und Prüfung werden, jenach Bedarf, auf deutsch oder englisch gehalten.

**Annotations**

Lecture and excersises are held as required in German or English.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit in der Vorlesung: 21 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 42 h
3. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 27 h

**Workload**

1. lecture: 21 h
2. recapitulation and self-studie: 42 h
3. preparation of examniation: 27 h

**Empfehlungen**
Kenntnisse der Halbleiterbauelemente.

**Recommendation**

Knowledge of semiconductor components

**Literatur**
Entsprechende Dokumente sind im VAB verfügbar (https://studium.kit.edu/)

**Literature**

The corresponding documents are available online in the VAB (https://studium.kit.edu/)

# M 9.128 Modul: Platzhaltermodul Vertiefungsrichtung [M-ETIT-103338]

**Einrichtung:** Universität gesamt
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106696 | Platzhalter Vertiefungsrichtung 3 LP - benotet | 3 LP | |

**Voraussetzungen**
keine

# M 9.129 Modul: Prädiktive Fahrerassistenzsysteme [M-ETIT-100360]

**Verantwortung:** Dr. Rüdiger Walter Henn
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100692 | Prädiktive Fahrerassistenzsysteme | 3 LP | Henn |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten. Die Modulnote ist die Note dieser schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden haben die Sensoren zur Umfelderfassung des Kraftfahrzeugs und die darauf basierenden Fahrerassistenz- und Sicherheits-Systeme kennen gelernt. Aufgrund des breiten, interfakultativen Stoffes aus den Bereichen Elektrik, Elektronik, Physik, Fahrzeugdynamik (Maschinenbau) und Systemtechnik sind sie in der Lage, die komplexen Zusammenhänge im Gesamtfahrzeug zu verstehen, die Vor- und Nachteile einzelner Verfahren zu benennen, sie an Beispielen zu verdeutlichen und in der Praxis z.B. im Industriepraktikum und später im Beruf direkt umzusetzen.

**Inhalt**
Die Vorlesung führt zunächst in die Thematik „Fahrerassistenz-systeme“ ein. Nach einer Definition und Einordnung dieser Systeme in die Vielfalt automobiler Assistenzsysteme werden zunächst die für die Realisierung der prädiktiven Fahrerassistenzsysteme notwendigen Assistenzsysteme erläutert. Der erste Vorlesungsteil schließt mit der Behandlung der notwendigen Sensorik für eine Fahrzeug-Rundumsicht. Danach werden die wichtigen Vertreter der prädiktiven Fahrerassistenzsysteme durchgearbeitet, gegliedert nach passiven (infor-mierenden), aktiven (eingreifenden) Systemen und Sicherheitssystemen. Nach einer Betrachtung der ergonomischen Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme schließt die Vorlesung mit einem Ausblick auf zukünftige Systeme, bis hin zur automatischen Fahrzeugführung.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzstudienzeit Vorlesung/Übung: 30 h

Selbststudienzeit inkl. Prüfungsvorbereitung: 60 h

Insgesamt 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Bachelor-Abschluss

# M 9.130 Modul: Praktikum Batterien und Brennstoffzellen [M-ETIT-100381]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andre Weber
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100708 | Praktikum Batterien und Brennstoffzellen | 6 LP | Weber |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von Prüfungsleistungen anderer Art.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind in der Lage, Testprozeduren für Batterien und Brennstoffzellen zu entwerfen, entsprechende Tests durchzuführen und die Ergebnisse zu dokumentieren.

**Inhalt**
Das Praktikum besteht aus 8 Versuchen. Im Rahmen der Versuche werden Aufbau und Funktionsweise verschiedener Brennstoffzellentypen und Systeme behandelt. Im Laufe des Praktikums werden Kenntnisse über Betriebsführung, Messverfahren und Messdatenauswertung vermittelt. Die experimentellen Untersuchungen finden an (Vor-) Serienprodukten namhafter Hersteller (Ballard Nexa Power Modul, Idatech FCS 1200) wie auch an speziell für die Forschung entwickelten Prüfständen statt. Weitere Versuche beschäftigen sich mit der elektrischen Charakterisierung und Modellierung von Batterien.

Die Dauer der Versuche liegt zwischen ½ und 1 Tag. Im Anschluss an den Versuch wird in etwa dieselbe Zeit für die Auswertung der gewonnenen Daten benötigt. Zusätzlich sind ca. 5 h Vorbereitung und 6 – 8 h für die Erstellung des Versuchsprotokolls einzuplanen. Um sich während der Praktikumsversuche auf die Durchführung der Tests konzentrieren zu können, erhalten die Teilnehmer im Vorfeld Versuchsunterlagen. Diese setzten sich aus einem kurzen Grundlagenkapitel, Vorbereitungsfragen und der eigentlichen Versuchsbeschreibung zusammen. Weiterhin werden Informationen zu den verwendeten Systemen und Messgeräten in Form von Datenblättern und Handbüchern verteilt.
Die Teilnehmer müssen sich vor der Durchführung des Versuches mit der Theorie, den verwendeten Messverfahren und Geräten und dem Betrieb der Brennstoffzellen-Systeme vertraut machen. Neben der Einführung in den Versuchsaufbau erfolgt eine kurze Wissensüberprüfung am Versuchstag. Über jede Versuchsdurchführung ist ein Protokoll anzufertigen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen die Beurteilung der Versuchsdurchführung und das Versuchsprotokoll ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Anmerkungen**
Praktikum Batterien und Brennstoffzellen kann im Wintersemester 2020/2021 aufgrund von Corona nicht stattfinden. Im Wintersemester 2021/2022 wird es voraussichtlich wieder durchgeführt.

**Arbeitsaufwand**
1. Vorbereitungszeit Versuche: 8 * 5 h = 40 h
2. Durchführung Versuche: 8 Versuche, in Summe 44 h
3. Versuchsdatenauswertung: 8 * 5 h = 40 h
4. Erstellung Versuchsprotokolle: 8 * 7 h = 56 h

Insgesamt: 180 h = 6 LP

**Empfehlungen**
Die Inhalte der Vorlesungen „Batterien und Brennstoffzellen“ sowie „ Batterie- und Brennstoffzellensysteme“ werden als bekannt vorausgesetzt. Studierende, die diese Vorlesungen (noch) nicht gehört haben müssen sich die Inhalte vorab erarbeiten.

# M 9.131 Modul: Praktikum Biomedizinische Messtechnik [M-ETIT-100389]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101934 | Praktikum Biomedizinische Messtechnik | 6 LP | Nahm |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art. Die Prüfung erfolgt durch die Bewertung der schriftlichen Vorbereitungs- und Nachbereitungsprotokolle zu den einzelnen Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Die Versuche und Protokolle werden immer in gemeinsamer Teamarbeit von einem Team bestehend aus zwei, in Sonderfällen auch drei festen Praktikumsteilnehmern durchgeführt bzw. ausgearbeitet. Dabei muss zurechenbar sein welcher Teilnehmer welche Aufgabe bearbeitet hat. Die Vorbereitungsprotokolle werden im Vorfeld eines Praktikumstermins geprüft und eine nicht ausreichende Bewertung führt zum Ausschluss vom Versuch. Es wird sich vorbehalten einzelne Fragen zur Vorbereitung in einer mündlichen Form zu Beginn des Versuchstermins nochmals zu überprüfen. Zu den einzelnen Praktikumsterminen besteht Anwesenheitspflicht. Im Fall einer Abwesenheit oder eines Ausschlusses vom Versuch wird der Einzelversuch mit der Note „mangelhaft“ gewertet. Bei zweimaligem Ausschluss wird das Praktikum als ”nicht bestanden“ gewertet.

**Voraussetzungen**
Die erfolgreiche Teilnahme am Modul "Biomedizinische Messtechnik I" ist Voraussetzung.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-100387 - Biomedizinische Messtechnik I muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

**Qualifikationsziele**
Die Absolventen können ein funktionierendes Messsystem zur Echtzeiterfassung und

-darstellung der Pulswellenlaufzeit ausgelegen und aufbauen.

Sie können die analogen Schaltungen bestehend aus Messverstärker und Filter nach vorgegeben Schaltplänen dimensionieren, aufbauen und testen.

Die Absolventen können die physiologischen Signaleigenschaften analysieren und daraus eine Dimensionierung der Schaltung vornehmen.

Sie können zur Verbesserung der Signal-Rausch-Verhältnisse digitale Filter ausgelegen und in Matlab umsetzen.

Die Absolventen können Algorithmen zur Parameterextraktion und Darstellung entwickeln und in Matlab programmieren.

Die Absolventen können die relevanten Sicherheitsanforderungen vor dem Einsatz des Messsystems am Menschen benennen, umsetzen und nachweisen.

Die Absolventen können ein Messprotokoll definieren und mit dessen Hilfe eine Messung im Selbstversuch gemäß dem Messprotokoll durchführen, dokumentieren und die Ergebnisse interpretieren.

**Inhalt**
Im Praktikum wird ein Messsystem in 8 Terminen entwickelt, das die komplette Signalverarbeitungskette für ein bioelektrisches Signal und ein plethysmografisches Signal berücksichtigt um die Pulswellenlaufzeit zu bestimmen und damit die Blutdruckveränderung in einem Trend anzuzeigen. Die Termine gliedern sich in 4 Praktikumstermine in denen das Messsystem hardwaremäßig aufgebaut und getestet wird und 3 Praktikumstermine in denen die digitale Signalverarbeitung und Algorithmik behandelt wird. Im 8. Praktikumstermin wird eine abschließende Messung am Menschen durchgeführt.

Dabei werden folgende Themen bearbeitet:

- bioelektrisches Signal der Herzerregung
- plethysmografisches Signal der Volumenstromänderung einer Pulswelle
- Signalerfassung mit Sensoren
- Aufbau einer symmetrischen Spannungsversorgung
- Dimensionieren und Aufbauen der Schaltung bestehend aus:

- Verstärker zur Verstärkung des Signals
- Hochpassfilter und Tiefpassfilter zur analogen Filterung des Signals

- Analog/Digital-Wandlung
- Einhaltung der elektrischen Sicherheit von medizinischen Produkten
- Modulares Testen der implementierten Schaltung auf Fehlerfreiheit, Funktionalität und Wirkung mit natürlichen, definiert modulierten Störsignalen
- Prozessfehler die aufgrund der analogen Schaltung und Digitalisierung entstehen
- digitale Filterung IIR/FIR
- Entwicklung und Implementierung einfacher echtzeitfähiger Algorithmen mit Hilfe von Matlab für die Erkennung und Berechnung relevanter Parameter wie:

- R-Zacken-Maxima des erfassten Elektrokardiogramms
- Maxima der Pulswelle
- Herzfrequenz
- Pulsfrequenz
- Pulswellenlaufzeit

- Echtzeitausgabe der Parameter in Matlab
- Entwickeln und Formulieren eines Messprotokolls zur Erzeugung von Änderungen in der Pulswellenlaufzeit mit quantitativen und qualitativen Erwartungen
- Durchführen von Messungen entsprechend dem entwickelten Messprotokoll
- Dokumentieren, Interpretieren und Diskutieren der Ergebnisse mit den Erwartungen aus dem Messprotokoll

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen die Beurteilung der Versuchsprotokolle ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

1. Präsenzzeit in acht Praktikumsterminen
2. Vor-/Nachbereitung der Praktikumstermine

**Empfehlungen**
- Kenntnisse zu physiologischen Grundlagen aus der Vorlesung Physiologie und Anatomie
- Kenntnisse zur Entstehung von bioelektrischen Signalen und Messung dieser aus der Vorlesung Bioelektrische Signale
- Kenntnisse zur Signalverarbeitung aus der Vorlesung Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik
- Grundlegende Matlab-Kenntnisse

# M 9.132 Modul: Praktikum Digitale Signalverarbeitung [M-ETIT-100364]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101935 | Praktikum Digitale Signalverarbeitung | 6 LP | Heizmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Nach diesem Modul besitzen die Studierenden fundiertes Grundwissen über die wesentlichen Verfahren der Signalverarbeitung sowie deren Anwendungsgebiete, wesentliche Parameter und Auswirkungen von Parameteränderungen auf das Verhalten der Verfahren. Die Studenten sind in der Lage, in Gruppenarbeit gegebene Aufgabenstellungen zur Signalverarbeitung zu analysieren, Lösungsansätze zu erarbeiten und deren Ergebnisse zu dokumentieren.

**Inhalt**
Das Praktikum Digitale Signalverarbeitung umfasst gegenwärtig acht Versuche, die die Studierenden mit den Grundlagen der Signalverarbeitung, speziell einigen ausgewählten Messverfahren wie Korrelationsmesstechnik und Modalanalyse sowie der Kalman-Filterung und den Grundlagen der Bildverarbeitung vertraut machen sollen. Im Mittelpunkt der mit verschiedenen Programmen und Geräten zu absolvierenden Versuche steht das Ziel, den Studierenden die praktischen Aspekte der modernen Signalverarbeitung zu vermitteln.

Hinweis: Der Dozent behält sich vor, ohne Vorankündigung andere als die hier genannten Versuche in diesem Praktikum zu behandeln.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Anmerkungen**
Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung ist die Abgabe von Protokollen sämtlicher Versuche. Die Qualität der Protokolle wird bewertet; für eine Zulassung zur Prüfung muss diese akzeptabel sein.

Während sämtlicher Praktikumstermine einschließlich der Einführungsveranstaltung herrscht Anwesenheitspflicht. Bereits bei einmaligem unentschuldigtem Fehlen wird die Zulassung zur Prüfung nicht erteilt.

**Arbeitsaufwand**
Der Arbeitsaufwand ergibt sich durch Besuch von Einführungsveranstaltung (1,5 h), 8 Versuchsterminen à 4 h. Des Weiteren werden die Versuchsvorbereitung mit 8x4 h und das Verfassen der Protokolle sowie die Nachbereitung mit 8x4 h veranschlagt. Die Klausurvorbereitung sowie die Anwesenheit in selbiger beanspruchen ungefähr 60 h. Insgesamt ergibt sich so ein Arbeitsaufwand von ca. 160 h.

**Empfehlungen**
Die Kenntnis der Inhalte der Module „Signale und Systeme“, „Messtechnik“ und „Methoden der Signalverarbeitung“ wird dringend empfohlen.

# M 9.133 Modul: Praktikum Elektrische Antriebe und Leistungselektronik [M-ETIT-100401]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100718 | Praktikum Elektrische Antriebe und Leistungselektronik | 6 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art. Sie besteht aus je einer mündlichen Prüfung pro Versuch. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind in der Lage, Stromrichter und elektrische Maschinen ans elektrische Netz anzuschließen und fachgerecht zu betreiben. Sie implementieren eine Stromregelung im rotierenden Koordinatensystem. Sie analysieren und dokumentieren die Betriebseigenschaften von Gleichstrom-, Asynchron- und Synchronmaschinen durch Messungen. Sie kennen und bedienen Messgeräte, mit denen Kennwerte, Kennlinien und Zeitverläufe der elektrischen und mechanischen Größen aufgezeichnet und abgespeichert werden

**Inhalt**
Das Praktikum soll die Studierenden anhand ausgesuchter Beispiele anleiten, die in Vorlesungen erworbenen theoretischen Kenntnisse in der Praxis anzuwenden und zu vertiefen. Dabei beschäftigen sich die Studierenden bei fast allen Versuchen mit der die Kombination von analoger und digitaler elektrischer Signalverarbeitung, Methoden der Reglungstechnik, einem leistungselektronischen Stellglied und einer anzutreibenden elektrischen Maschine. Konkret werden die folgenden 8 Versuche durchgeführt:

- Versuch DSP:
  „Raumzeigertransformation und Stromregelung mit digitalem Signalprozessor“
- Versuch LH:
  „Leistungshalbleiter – Vermessung statischer und dynamischer Eigenschaften eines IGBTs sowie des Verhaltens im Fehlerfall“
- Versuch PSM:
  „Permanenterregte Synchronmaschine – Drehzahlregelung mit unterlagerter Stromregelung im Konstantfluss- und Feldschwächbereich“
- Versuch FAM:
  „Feldorientierte Regelung der Drehstromasynchronmaschine“
- Versuch GA:
  „Drehzahlgeregelter Gleichstromantrieb für Vier-Quadranten-Betrieb“
- Versuch ST:
  „Netzgeführte Stromrichterschaltungen mit Dioden und Thyristoren“
- Versuch SM:
  „Synchrongenerator mit Vollpolläufer- stationärer Betrieb und Synchronisierung mit dem Versorgungsnetz“
- Versuch VASM:
  „Vermessung der Asynchronmaschine zur Bestimmung der Maschinenparameter“

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen die Beurteilungen der mündlichen Prüfungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzzeit im Praktikum mit Befragung: 40 h
Vorbereitungszeit: 120 h
Nachbereitungszeit: 10 h
Summe. ca. 170 h entspricht 6 LP

**Empfehlungen**
Die Module
- Regelung elektrischer Antriebe und
- Leistungselektronik
sollten absolviert worden sein oder zumindest parallel zum Praktikum gehört werden.

# M 9.134 Modul: Praktikum Entwurf digitaler Systeme [M-ETIT-102264]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104570 | Praktikum Entwurf digitaler Systeme | 6 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer abschließenden mündlichen Prüfung sowie während der Labortermine anhand von Versuchsprotokollen und/oder mündlichen Abfragen. In Summe wird damit die Mindestanforderung an LP erfüllt.

**Voraussetzungen**
keine

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-102266 - Digital Hardware Design Laboratory darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden:

- kennen den praktischen Umgang mit FPGAs
- sind in der Lage moderne Entwicklungswerkzeuge zielführend einzusetzen
- können digitale Hardware in VHDL beschreiben
- können VHDL-Komponenten anhand von vorgegebenen Spezifikationen selbstständig konzipieren und implementieren
- können gängige Konzepte und Prinzipien der Hardwareentwicklung (z.B. Pipelining) praktisch anwenden

**Inhalt**
Die Studierenden werden im Laufe des Praktikums in zweier Teams an den Entwurf komplexer Hardware/Software Systeme herangeführt. Den Rahmen bilden wöchentliche Versuchstermine a 4h. In den ersten Praktikumsterminen lernen die Studierenden in einführenden Übungen die Implementierung von VHDL Komponenten, die Verwendung moderner Synthese- und Simulationswerkzeuge sowie den grundlegenden Umgang mit FPGAs kennen.

Auf Basis dieser Grundlagen bauen die Studierenden in dem zweiten projektorientierten Teil des Praktikums Schritt für Schritt die verschiedenen Komponenten eines Bildverarbeitungssystems als VHDL-Beschreibung auf. Dies umfasst die Implementierungs- und Testschritte für die Einzelkomponenten sowie die sukzessive Integration zu einem Gesamtsystem. Zum Abschluss kann das Gesamtsystem auf FPGA- Hardware realisiert und anhand von Live-Kameradaten erprobt werden.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote setzt sich anteilig aus dem Ergebnis der mündlichen Prüfung und aus den im Rahmen der Praktikumsversuche erbrachten Leistungen (z.B. Versuchsprotokolle, mündliche Abfragen, etc.) zusammen.

**Anmerkungen**
Das Modul M-ETIT-102266 Digital Hardware Design Laboratory darf nicht begonnen oder abgeschlossen sein.

**Arbeitsaufwand**
Aufteilung des Arbeitsaufwands:

- Präsenzzeit in der Veranstaltung: 11 Labortermine zu je 4h = 44h
- Vor- und Nachbereitung: 6h pro Labortermin = 66h
- Prüfungsvorbereitung: 40h

  Insgesamt 150h. Dies entspricht 6LP zu je 25h.

**Empfehlungen**
Vorkenntnisse im Entwurf und in der Entwurfsautomatisierung elektronischer Systeme (z.B. Lehrveranstaltungen SAE, Nr. 23606, HSO, Nr. 23619 oder HMS, Nr. 23608) werden empfohlen.

# M 9.135 Modul: Praktikum Informationssysteme in der elektrischen Energietechnik [M-ETIT-100415]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100727 | Praktikum Informationssysteme in der Elektrischen Energietechnik | 6 LP | Leibfried |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt 3 Benotungen der Versuche (pro Versuch 1 Note).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen grundlegendes Verständnis im Umgang mit gängigen Berechnungsprogrammen aus dem Bereich der Netzberechnung, Feldberechnung und Automatisierung und Steuerung. Sie sind in der Lage grundlegende Berechnungen in den jeweiligen Teilbereichen durchzuführen und sind mit der zugrundeliegenden Theorie vertraut.

**Inhalt**
Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung fundierter Kenntnisse im Bereich der Feldberechnung mithilfe der Finite-Elemente-Methode, der Lastfluss- und Kurzflussberechnung, sowie der Realisierung von Steuerungsprogrammen für SPS-Systeme. Es werden die theoretischen Grundlagen der Teilbereiche vermittelt und die praktische Anwendung mithilfe gängiger Programmen anhand von Fallbeispielen geübt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Notenbildung ergibt sich aus den Teilnoten der Versuche.

**Arbeitsaufwand**
Der Arbeitsaufwand beträgt 180 h und setzt sich wie folgt zusammen:

- Präsenzzeit 40 h
- Selbststudienzeit 140 h

**Empfehlungen**
Grundwissen aus den Vorlesungen Hochspannungstechnik, Berechnung elektrischer Netze und Energieübertragung und Netzregelung. PC-Kenntnisse und Englischkenntnisse.

# M 9.136 Modul: Praktikum Lichttechnik [M-ETIT-102356]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann
Dr.-Ing. Klaus Trampert

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104726 | Praktikum Lichttechnik | 6 LP | Neumann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen praktische Erfahrungen im Umgang mit Messgeräten der Lichttechnik und den Methoden zur Bestimmung der lichttechnischen und elektrischen Eigenschaften von Lampen und Leuchten. Sie besitzen auch Erfahrungen in der Simulation von Leuchten mit CAE Werkzeugen.

Sie können Messergebnisse hinsichtlich ihrer Plausibilität bewerten und den Einfluss der Messmethode auf die Unsicherheit des Ergebnisses abschätzen.

Zudem haben Sie die Kompetenz die Ergebnisse in schriftlicher Form wiederzugeben und die gewonnen Erkenntnisse aus den Messungen wissenschaftlich zu interpretieren und hieraus die physikalischen und lichttechnischen Eigenschaften der Lampen und Leuchten zu erklären.

**Inhalt**
Dieses Modul soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte der Laborarbeit im Bereich der Lichttechnik anhand von eigenständig durchgeführten praktischen Versuchen vermitteln. In den vier Versuchen wird an den wissenschaftlichen Geräten des Institutes der Umgang mit realer Messtechnik geübt. Das Modul vermittelt zudem die Kompetenz zum Verfassen eines wissenschaftlichen Berichtes, sowie die Regeln zur sinnvollen Visualisierung von Datenmengen.

Die Arbeitstitel der Versuche sind:

1. Thermisches Spektralverhalten von LED
2. Fernfeldgoniophotometrie
3. Nahfeldgoniophotometrie
4. Simulation optischer Systeme

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
Aufgrund der Selbstverwaltung der Kleingruppen werden:

1 x 5 h für organisatorische Aufgaben benötigt. Hierrunter fällt der Besuch der Informationsveranstaltung, der Besuch von 2 Sicherheitsunterweisungen (Laser und Reinraum) sowie die individuelle Terminvereinbarung zwischen den Versuchsbetreuer und der Kleingruppe.

Für die 4 Versuche in dem Modul errechnet sich der Arbeitsaufwand hierzu:

4 x 5 h Einarbeitung ins Thema und Literaturstudie zu den Grundlagen incl. Zulassungsprüfungsvorbereitung.

4 x 8 h Präsenz zur Durchführung am Institut

4 x 10 h Datenaufbereitung und Visualisierung

4 x 16 h Verfassen eines individuellen Berichtes auf Basis der Messdaten und Fragestellung zum Versuch.

4 x 1 h Abschlussgespräch zum Versuch mit Feedback zum Bericht

4 x 4 h Nachbesserung des Berichtes auf Basis des Feedbacks zum Bericht

Gesamtstundenaufwand = 181 h = 6 LP

**Empfehlungen**
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Lehrveranstaltungen zu besuchen, da die Kenntnis der theoretischen Grundlagen hilfreich aber nicht zwingend vorausgesetzt werden. Sind die Grundlagen aus den entsprechenden Modulen nicht vorhanden, so bedeutet dies eine längere Vorbereitungszeit für den jeweiligen Versuch.

Hilfreiche Module: Lichttechnik, optoelektronische Messtechnik, Photometrie und Radiometrie

# M 9.137 Modul: Praktikum Mechatronische Messsysteme [M-ETIT-103448]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106854 | Praktikum Mechatronische Messsysteme | 6 LP | Heizmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Bei weniger als 20 Prüflingen kann alternativ eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten stattfinden. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**

- Studierende haben fundiertes Wissen zu unterschiedlichen Verfahren zur messtechnischen Erfassung von Objekten, speziell von Oberflächen.
- Studierende beherrschen unterschiedliche Vorgehensweisen zur messtechnischen Erfassung von Objekten und kennen die dafür jeweils zutreffenden Voraussetzungen, Vorgehensweisen und Ergebnisse.
- Studierende sind in der Lage, Vorgehensweisen zur Auswertung von Sensordaten von (Oberflächen-) Messgeräten rechnertechnisch umzusetzen und die erzielte Qualität des Messergebnisses zu bewerten.

**Inhalt**
Für die Qualitätsprüfung von technisch hergestellten Objekten und deren Oberflächen ist eine Vielzahl von unterschiedlichen Messverfahren und -systemen anwendbar. Beispiele sind die Weißlichtinterferometrie, konfokale Mikroskopie und Systeme auf Basis der Fokusvariation. Dabei unterscheiden sich die Messverfahren und -systeme naturgemäß hinsichtlich des verwendeten physikalischen Messprinzips, aber auch in Bezug auf die Auswertung der erfassten rohen Sensordaten.

In diesem Praktikum werden unterschiedliche Systeme der messtechnischen Erfassung von (technischen) Oberflächen vorgestellt und hinsichtlich ihrer Eigenschaften charakterisiert. Die Studierenden erstellen in den Versuchsterminen selbst Vorgehensweisen und Algorithmen zur Verarbeitung der Sensordaten, um daraus Aussagen über die gewünschten geometrischen und/oder optischen Eigenschaften der untersuchten Oberfläche zu erhalten. Die erhaltenen Algorithmen werden anhand von Sensordaten von beispielhaften Objekten evaluiert und hinsichtlich der erzielten Güte der Messaussagen charakterisiert.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**
Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung ist die Abgabe von Protokollen sämtlicher Versuche. Die Qualität der Protokolle wird bewertet; für eine Zulassung zur Prüfung muss diese akzeptabel sein.

Während sämtlicher Praktikumstermine einschließlich der Einführungsveranstaltung herrscht Anwesenheitspflicht. Bereits bei einmaligem unentschuldigtem Fehlen wird die Zulassung zur Prüfung nicht erteilt.

**Arbeitsaufwand**
Gesamt: ca. 160h, davon

1. Präsenzzeit in Einführungsveranstaltung: 1,5 h

2. Vorbereitung der Versuchstermine: 32 h

3. Präsenzzeit in Versuchsterminen (8 Termine mit je 4 h): 32 h

4. Nachbereitung der Versuchstermine,
Erstellung der Protokolle: 32 h

5. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger:60 h

**Empfehlungen**
Kenntnisse aus den Vorlesungen „Messtechnik“ bzw. „Messtechnik in der Mechatronik“ und „Fertigungsmesstechnik“ sowie Grundkenntnisse der Programmierung (z. B. in Matlab, C/C++) sind hilfreich.

# M 9.138 Modul: Praktikum Mikrocontroller und digitale Signalprozessoren [M-ETIT-100365]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Klaus Dostert
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

**Erfolgskontrolle(n)**
HINWEIS: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls wurden letztmalig im WS15/16 angeboten. Die Prüfungen werden letztmalig im SS17 angeboten.

Die Erfolgskontrolle in diesem Modul umfasst sechs benotete Praktikumsprotokolle und eine schriftliche Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Es soll ein Überblick über verschiedene Prozessoren, deren Architektur und On-Chip Peripherie vermittelt werden. Darüber hinaus soll grundlegendes Verständnis zur Umsetzung digitaler Signalverarbeitungsalgorithmen inklusive Echtzeitprogrammierung (Assembler, C, VHDL) auf entsprechende Hardwareplattformen erarbeitet werden.

**Inhalt**
Das Praktikum setzt sich aus 6 Versuchen zusammen. Die Praktikumsversuche werden in Gruppen zu je drei Studierenden bearbeitet. Es stehen je Versuch zwei Praktikumsplätze zur Verfügung, d.h. es können derzeit maximal 36 Teilnehmer aufgenommen werden.

Im Rahmen dieses Praktikums werden Aufgaben der digitalen Signalverarbeitung behandelt, die typischerweise auf PCs, Mikrocontrollern (MC), digitalen Signalprozessoren (DSP) oder programmierbaren Hardwarekomponenten (wie z.B. FPGAs) abgewickelt werden können.

Die Versuche 1 und 2 beschäftigen sich mit MC-Systemen in Echtzeitanwendungen. In Versuch 1 ist die Drehzahl eines Motors mit einem MC-System zu erfassen und auf einem LED-Display darzustellen. Mit dem gleichen MC-Typ werden in Versuch 2 verschiedene Signale digital synthetisiert.

Versuch 3 und 4 befassen sich mit Anwendungen von digitalen Signalprozessoren (DSP). In Versuch 3 wird die Position einer Unwucht an einer rotierenden Masse mit Hilfe des DSP nach dem Least-Mean-Square (LMS)-Algorithmus bestimmt. In Versuch 4 sind Aufgaben der Audiosignalverarbeitung wie z.B. Echoerzeugung und Störtonauslöschung mit dem DSP zu lösen.

Versuch 5 behandelt die Simulation eines Kommunikationssystems zur digitalen Datenübertragung. Der Einfluss des Signal-Stör-Verhältnisses (S/N) auf die Übertragungsqualität wird innerhalb einer Matlab/Simulink-Umgebung untersucht. Dabei werden auch die Vor- und Nachteile verschiedener Modulationsverfahren analysiert und vergleichend bewertet.

In Versuch 6 werden Signalverarbeitungsfunktionen entworfen und auf einem ‘Field Programmable Gate Array‘ (FPGA) implementiert. Im FPGA ist das digitalisierte Signal zu verstärken und zu filtern. Der Datenverkehr zwischen dem FPGA und AD/DA-Wandern ist dabei durch passende FPGA-Programmierung zu steuern.

Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der Praktikumsdurchführung ohne besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Note für das Praktikum setzt sich je zur Hälfte aus dem Ergebnis der schriftlichen Prüfung und der Bewertung der abgegebenen Protokolle zusammen.

**Anmerkungen**
Eine völlige Präsenz an allen sechs Praktikumsterminen ist Voraussetzung für die Zulassung zur schriftlichen Prüfung.

- im WS15/16 zuletzt gehalten

- im SS17 letzte Prüfung für Wiederholer

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (LP, Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand des Studierenden. Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

1. Präsenzzeit zum Praktikumstermin: 2 LP
2. Vorbereitung derselbigen: 1 LP
3. Protokollierung derselbigen: 2 LP
4. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: 1 LP

**Empfehlungen**
Vorkenntnisse aus den Vorlesungen Integrierte Signalverarbeitungssysteme, Signale und Systeme, Messtechnik und Nachrichtentechnik I sind von Vorteil (Lehrveranstaltungen Nr. 23125, 23109, 23105, 23506). Da die wichtigsten Grundlagen zusammengefasst in den Versuchsunterlagen enthalten sind, ist eine Teilnahme am Praktikum auch ohne Absolvierung der genannten Fächer möglich.

# M 9.139 Modul: Praktikum Mikrowellentechnik [M-ETIT-105300]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110789 | Praktikum Mikrowellentechnik | 6 LP | Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
Zur Vorbereitung der Laborversuche sind von jeder Laborgruppe vor dem Versuch einige Aufgaben als Hausarbeit gemeinsam zu bearbeiten und direkt vor Versuchsbeginn in einfacher Ausfertigung beim Betreuer abzugeben. Die Aufgaben zum Versuch an sich werden während der Durchführung bearbeitet und protokolliert. Das Protokoll soll direkt nach der Versuchsdurchführung beim Betreuer abgegeben werden. Vor jeder Versuchsdurchführung gibt es eine schriftliche Prüfung bzw. mündliche (ca. 20 min., keine Hilfsmittel) über den Versuchsinhalt.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen ein vertieftes Wissen über Hochfrequenzkomponenten und Systeme sowie zur Funktionsweise der wichtigsten Hochfrequenzmessgeräte (Netzwerkanalysator, Spektrumanalysator, Rauschmessung, Leistungsmessung, Oszilloskop, Antennenmessung). Außerdem sind sie vertraut im Umgang mit Hochfrequenzmessgeräten und Komponenten. Sie sind in der Lage, Messgeräte anhand der spezifischen Anwendungsfälle selbstständig auszuwählen und zu bedienen sowie die Messergebnisse zu interpretieren. Darüber hinaus sind sie in der Lage selbstorganisiert in einem Team zusammenzuarbeiten.

**Inhalt**
Unter dem Motto: "Praxisrelevanz durch modernste Ausstattung und aktuelle Problemstellungen" wird den Studierenden ein zeitgemäßes und technisch anspruchsvolles Hochfrequenzlaboratorium auf Masterniveau angeboten. Ziel der Versuche ist es die in den Vorlesungen vermittelte Theorie praxisnah zu vertiefen und den Umgang mit Hochfrequenzmessgeräten und HF-Komponenten zu trainieren. In Gruppen von 2-4 Studierenden werden an 8 Nachmittagen verschiedene Versuche durchgeführt und protokolliert. Die Reihenfolge und Themen der Versuche können variieren.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Note für die Versuchsdurchführung setzt sich aus der Vorbereitung, aus dem Protokoll und der schriftlichen oder mündlichen Lernzielkontrolle zum jeweiligen Versuch zusammen. Die Endnote für das gesamte Labor ergibt sich aus dem Gesamteindruck der Leistungen. Studierende, die unvorbereitet zum jeweiligen Versuch erscheinen, dürfen an der Versuchsdurchführung nicht teilnehmen. Der Versuch muss zu einem anderen Zeitpunkt wiederholt werden.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzstudienzeit Labor: 45 h

Versuchsvorbereitung, Protokolle, Prüfungsvorbereitung: 135 h

Insgesamt 180 h = 6 LP

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Mikrowellenmesstechnik und HF-Komponenten und -Systeme sind hilfreich.

# M 9.140 Modul: Praktikum Nachrichtentechnik [M-ETIT-100442]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100746 | Praktikum Nachrichtentechnik | 6 LP | Jäkel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 30 Minuten. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studentinnen und Studenten können Methoden der Signalverarbeitung und der Nachrichtentechnik in der Implementierung von Systemen der Nachrichtenübertragung anwenden.

Sie sind in der Lage nachrichtentechnische Berechnungen durchzuführen und die für Simulationen benötigten Hilfsmittel methodisch angemessen zu gebrauchen. Hiermit sind die Studierenden fähig, die bei einer Nachrichtenübertragung beteiligten Komponenten bzgl. ihrer Leistungsfähigkeit einzuordnen und ihr Zusammenspiel in einem Gesamtsystem zu verstehen.

**Inhalt**
Das Praktikum besteht aus 11 Versuchen und behandelt die Themenbereiche:

Einführung in MatLab und Python, DFT, das Abtasttheorem, Filterdesign und Multiratenfilter, Stochastische Signale, Digitale Modulationsverfahren, Quellencodierung und Verschlüsselung, Kanalcodierung, GNU Radio und Software Defined Radio, Spreizverfahren, OFDM.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
· Präsenzzeit Praktikum: 11 * 4 h = 44 h

· Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 11 * 8 h = 88 h

· Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 48 h

Insgesamt: 180 h = 6 LP

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesungen „Signale und Systeme“ sowie „Nachrichtentechnik I“.

# M 9.141 Modul: Praktikum Nanoelektronik [M-ETIT-100468]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100757 | Praktikum Nanoelektronik | 6 LP | Kempf |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Bewertung eines schriftlichen Abschlussberichts (Umfang ca. 10-20 Seiten), in dessen Rahmen, in dem eine Einführung in das Thema, die Versuchsdurchführung, die wissenschaftlichen Ergebnisse sowie eine Einordnung der Ergebnisse in den Gesamtkontext zusammengefasst werden sollen.

**Competence Certificate**

The control of success takes place in form of the evaluation of a written report (approx. 10-20 pages) which introduces the topic, discusses the execution of the lab course and the scientific results puts the results into the overall context.

**Voraussetzungen**
Keine

**Prerequisites**

none

**Qualifikationsziele**
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden elementare Prozesse der Mikrosystemtechnik und der Dünnschichttechnologie und können selbstständig und ohne fremde Anleitung die Fertigung von vorgegebenen Dünnschichtstrukturen optimieren und ihre Ergebnisse mittels adäquater Messwerkzeuge analysieren und kritisch bewerten. Durch die Bearbeitung des Praktikums in Kleingruppen erwerben bzw. verbessern die Studierenden zudem Ihre Team-Fähigkeit.

**Competence Goal**

After successful completion of the module, students will be familiar with elementary processes of microsystems and thin-film technology and will be able to optimize the fabrication of thin-film structures independently and without external guidance. In addition, they will be able analyze and critically evaluate their results using adequate measuring tools. By working on the practical course in small groups, students also acquire or improve their teamwork skills.

**Inhalt**
Die Studierenden lernen die grundlegenden Verfahren und Prozesse zur Herstellung von integrierten Schaltkreisen, wie sie auch in der Industrie eingesetzt werden, kennen. Sie arbeiten nach einer Einführung an eigenständigen Aufgaben im Reinraum und Technologielabor des Instituts für Mikro- und Nanoelektronische Systeme und bearbeiten selbstständig einen im Vorfeld mit dem Betreuer abgesprochenen Aufgabenkomplex. Im Einzelnen erlernen die Studierenden folgende Verfahren bzw. Prozesse:

- Herstellung von dünnen Schichten und Multi-Schichtsysteme durch Sputtern und thermisches Aufdampfen.
- Fotolithographie
- Charakterisierung der hergestellten Bauelemente bei Raumtemperatur sowie tiefen Temperaturen.
- Eigenständige Analysen, Messungen und Auswertungen von charakteristischen Größen der hergestellten Strukturen, wie z.B. Kritische Temperatur, Restwiderstandsverhältnis, Strom-Spannungs-Kennlinien usw.

Die gesammelten Ergebnisse werden im Anschluss von den Studierenden in einem Abschlussbericht zusammengefasst, in den Kontext gebracht und kritisch diskutiert.

**Content**

The students learn the basic procedures and processes for the fabrication of integrated circuits as they are also used in industry. After an introduction, they work on specified tasks in the clean room and technology laboratory of the Institute for Micro- and Nanoelectronic Systems and work independently on a set of tasks agreed upon in advance with the supervisor. In detail, the students learn the following methods or processes:

- Fabrication of thin films and multilayer systems by sputtering and thermal vapor deposition.
- Fotolithography
- Characterization of the manufactured devices at room temperature and low temperatures.
- Independent analyses, measurements and evaluations of characteristic quantities of the fabricated structures such as critical temperature, residual resistance ratio, current-voltage characteristics, etc.

The results are subsequently summarized by the students in a final report, put into context and critically discussed.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ergibt sich durch die Note der Abschlussberichts.

**Module grade calculation**

The module grade is the grade of the written report.

**Anmerkungen**
Zwei Wochen Block Praktikum in Vorlesungsfreier Zeit

**Annotation**

Two weeks block course in lecture-free time

**Arbeitsaufwand**
Für den erfolgreichen Abschluss des Moduls ist ein Arbeitsaufwand von 180h erforderlich. Dieser setzt sich wie folgt zusammen:

- Vorbereitung des Praktikums: 20h
- Vorbesprechung und Planung des Praktikums mit dem Betreuer: 10h
- Präsenzzeit im Praktikum: 70h
- Erstellen des Abschlussberichts: 80h

**Workload**

A workload of approx. 180h is required for the successful completion of the module. This is composed as follows:

- Preparation of the lab course: 20h
- Discussion and lab course planning with supervisor: 10h
- Attendance time in the lab course: 70h
- Preparation of the written report: 80h

**Empfehlungen**
Der erfolgreiche Abschluss von M-ETIT-103451 - Thin Films: technology, physics and application I oder des Nachfolgemoduls M-ETIT-105608 - Physics, Technology and Applications of Thin Films ist erwünscht.

**Recommendation**

Successful completion of the module M-ETIT-103451 - Thin Films: technology, physics and application I or M-ETIT-105608 - Physics, Technology and Applications of Thin Films is recommended.

# M 9.142 Modul: Praktikum Nanotechnologie [M-ETIT-100478]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Lemmer
Dr.-Ing. Klaus Trampert

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100765 | Praktikum Nanotechnologie | 6 LP | Lemmer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen praktische Erfahrungen im Umgang mit Messgeräten und Herstellungsverfahren der Nanotechnologie und den Methoden zur Bestimmung der physikalischen und optischen Eigenschaften von optoelektronischen Bauteilen mit funktionalen nanotechnologischen Komponenten.

Sie können Messergebnisse hinsichtlich ihrer Plausibilität bewerten und den Einfluss der Messmethode auf die Unsicherheit des Ergebnisses abschätzen.

Zudem haben Sie die Kompetenz die Ergebnisse in schriftlicher Form wiederzugeben und die gewonnen Erkenntnisse aus den Messungen wissenschaftlich zu interpretieren und hieraus die physikalischen Eigenschaften und den Einfluss der Nanotechnologischen Komponenten zu erklären.

**Inhalt**
Dieses Modul soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte der Laborarbeit im Bereich der Nanotechnologie anhand von eigenständig durchgeführten praktischen Versuchen vermitteln. In den vier Versuchen wird an den wissenschaftlichen Geräten des Institutes der Umgang mit realer Messtechnik geübt. Das Modul vermittelt zudem die Kompetenz zum Verfassen eines wissenschaftlichen Berichtes, sowie die Regeln zur sinnvollen Visualisierung von Datenmengen.

Die Arbeitstitel der Versuche sind:

1. Herstellung und Charakterisierung einer OLED
2. Optische Masken-Lithographie
3. Herstellung und Charakterisierung eines elektrochromen Bauteils
4. Nanoimprint - Lithographie und Rasterelektronenmikroskopie

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
Aufgrund der Selbstverwaltung der Kleingruppen werden:

1 x 5 h für organisatorische Aufgaben benötigt. Hierrunter fällt der Besuch der Informationsveranstaltung, der Besuch von 2 Sicherheitsunterweisungen (Laser und Reinraum) sowie die individuelle Terminvereinbarung zwischen den Versuchsbetreuer und der Kleingruppe.

Für die 4 Versuche in dem Modul errechnet sich der Arbeitsaufwand hierzu:

4 x 5 h Einarbeitung ins Thema und Literaturstudie zu den Grundlagen incl. Zulassungsprüfungsvorbereitung.

4 x 8 h Präsenz zur Durchführung am Institut

4 x 10 h Datenaufbereitung und Visualisierung

4 x 16 h Verfassen eines individuellen Berichtes auf Basis der Messdaten und Fragestellung zum Versuch.

4 x 1 h Abschlussgespräch zum Versuch mit Feedback zum Bericht

4 x 4 h Nachbesserung des Berichtes auf Basis des Feedbacks zum Bericht

Gesamtstundenaufwand = 181 h = 6 LP

**Empfehlungen**
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Lehrveranstaltungen zu besuchen, da die Kenntnis der theoretischen Grundlagen hilfreich aber nicht zwingend vorausgesetzt werden. Sind die Grundlagen aus den entsprechenden Modulen nicht vorhanden, so bedeutet dies eine längere Vorbereitungszeit für den jeweiligen Versuch.

Hilfreiche Module: Festkörperelektronik

# M 9.143 Modul: Praktikum Optoelektronik [M-ETIT-100477]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus Trampert
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100764 | Praktikum Optoelektronik | 6 LP | Trampert |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen praktische Erfahrungen im Umgang mit Messgeräten der Optoelektronik und den Methoden zur Bestimmung der lichttechnischen und elektrischen Eigenschaften von Lichtquellen und deren Betriebsgeräten.

Sie können Messergebnisse hinsichtlich ihrer Plausibilität bewerten und den Einfluss der Messmethode auf die Unsicherheit des Ergebnisse abschätzen.

Zudem haben Sie die Kompetenz die Ergebnisse in schriftlicher Form wiederzugeben und die gewonnen Erkenntnisse aus den Messungen wissenschaftlich zu interpretieren und hieraus die physikalischen Eigenschaften der Lichtquellen oder des Betriebsgerätes zu erklären.

**Inhalt**
Dieses Modul soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte der Laborarbeit im Bereich der Optoelektronik anhand von eigenständig durchgeführten praktischen Versuchen vermitteln. In den vier Versuchen wird an den wissenschaftlichen Geräten des Institutes der Umgang mit realer Messtechnik geübt. Das Modul vermittelt zudem die Kompetenz zum Verfassen eines wissenschaftlichen Berichtes, sowie die Regeln zur sinnvollen Visualisierung von Datenmengen.

Die Arbeitstitel der Versuche sind:

1. Betriebsverhalten von Leuchtstofflampen
2. Spektralphotometer | spektrale Transmission und Reflektion
3. Charakterisierung von Organischen Lasern
4. Spektroskopie & Photosensorik.

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
Aufgrund der Selbstverwaltung der Kleingruppen werden:

1 x 5 h für organisatorische Aufgaben benötigt. Hierrunter fällt der Besuch der Informationsveranstaltung, der Besuch von 2 Sicherheitsunterweisungen (Laser und Reinraum) sowie die individuelle Terminvereinbarung zwischen den Versuchsbetreuer und der Kleingruppe.

Für die 4 Versuche in dem Modul errechnet sich der Arbeitsaufwand hierzu:

4 x 5 h Einarbeitung ins Thema und Literaturstudie zu den Grundlagen incl. Zulassungsprüfungsvorbereitung.

4 x 8 h Präsenz zur Durchführung am Institut

4 x 10 h Datenaufbereitung und Visualisierung

4 x 16 h Verfassen eines individuellen Berichtes auf Basis der Messdaten und Fragestellung zum Versuch.

4 x 1 h Abschlussgespräch zum Versuch mit Feedback zum Bericht

4 x 4 h Nachbesserung des Berichtes auf Basis des Feedbacks zum Bericht

Gesamtstundenaufwand = 181 h = 6 LP

**Empfehlungen**
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Lehrveranstaltungen zu besuchen, da die Kenntnis der theoretischen Grundlagen hilfreich aber nicht zwingend vorausgesetzt werden. Sind die Grundlagen aus den entsprechenden Modulen nicht vorhanden, so bedeutet dies eine längere Vorbereitungszeit für den jeweiligen Versuch.

Hilfreiche Module: Festkörperelektronik, optoelektronische Messtechnik, Plasmastrahlungsquellen

# M 9.144 Modul: Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA [M-ETIT-100470]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100759 | Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA | 6 LP | Kempf |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die 3 Projekte und der Abschlussbericht gehen in die Benotung der Prüfungsleistung anderer Art ein. Der Gesamteindruck wird beurteilt.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden erwerben die Fähigkeit die Problemstellung zu analysieren, strukturieren und formal zu beschreiben. Im weiteren werden die Studierenden in die Lage versetzt, die formalen Beschreibungen in logische Funktionen zu transformieren und diese mittels der Entwicklungsumgebung in den programmierbaren FPGA zu implementieren. Im experimentellen Umgang werden die Studierenden in die Lage versetzt, ihre erzielten Ergebnisse kritisch zu beurteilen und ggfs. zu modifizieren.

**Inhalt**
Die Studierenden lernen die Entwicklungsumgebung für FPGA kennen und erwerben die Kenntnisse um logische Funktionen in programmierbare Schaltkreise zu implementieren. Im Detail werden die folgenden Teilprojekte bearbeitet:

- Einführung in die integrierte Entwicklungsumgebung *Altera Quartus II* anhand der Erstellung von Faltungscodierern.
- Erstellung von Simulationsstimuli und Vergleich der Simulationsergebnisse der erstellten Codierer.
- Erstellung von digitalen Filtern mittels fortgeschrittenen graphischen Entwurfs unter Verwendung der integrierten Werkzeuge der Entwicklungsumgebung.
- Programmierung und Messung der erstellten Filter.
- Erstellung von parametrisierten digitalen Filtern in VHDL unter Berücksichtigung verschiedener Varianten der Implementierung.

- Vergleich und Diskussion des Bedarfs an Logikzellen und der Leistungsfähigkeit der Filter.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die 3 Projekte und der Abschlussbericht gehen in die Benotung der Prüfungsleistung anderer Art ein. Der Gesamteindruck wird beurteilt.

**Arbeitsaufwand**
Der Arbeitsaufwand in Stunden ist nachfolgend aufgeschlüsselt:

1. Präsenzzeit im Praktikum 48 h
2. Vor-/Nachbereitung 82 h
3. Erstellen des Abschlussberichtes 50 h

# M 9.145 Modul: Praktikum Software Engineering [M-ETIT-100460]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100681 | Praktikum Software Engineering | 6 LP | Sax |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen von zwei mündlichen Abfragen (Bewertungen) während des Labors sowie einer mündlichen Abschlussprüfung (20 min.). Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ein mittelgroßes und anspruchsvolles Softwareprojekt im Bereich eingebetteter Systeme durchzuführen. Dies umfasst die selbstständige Durchführung des gesamten Projekts von der Analyse der Problemstellung über das Design, die Implementierung und den Test innerhalb einer Simulationsumgebung bis zur Dokumentation der erarbeiteten Lösung. Hierbei werden vorhandene Kenntnisse im objektorientierten Entwurf und Programmierkenntnisse in C++ vertieft.

Die Studentinnen und Studenten können eine gegebene Spezifikation analysieren und verstehen. Die Studierenden sind in der Lage, eine Modellierung eines Softwareprojekts anhand unterschiedlicher Diagramme vorzunehmen. Die Studierenden sind in der Lage, ein Projekt in Teamarbeit durchzuführen, die Verteilung von Aufgaben im Team zu koordinieren, auftretende Konflikte zwischen Teammitgliedern konstruktiv zu lösen und die eigenen Arbeitsergebnisse zu bewerten und ansprechend zu präsentieren.

**Inhalt**
Im Labor entwerfen und implementieren die Studenten Software zur Realisierung einer automatischen Fahrfunktion, z.B. eines Highway-Pilot. Dies umfasst die Verarbeitung von Sensordaten zur Regelung der Aktorik des Fahrzeuges innerhalb einer Simulationsumgebung.

Die Aufgabe wird projektorientiert selbstständig in Teams von 3-4 Studenten bearbeitet. Kommerzielle Entwicklungswerkzeuge für computergestützte Softwaretechnik (CASE Tools) sowie die Simulationsumgebung CarMaker begleiten den Entwicklungsprozess.

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote ergibt sich aus der Kombination der Mitarbeit, der 2 Bewertungen während des Labors und der mündlichen Abschlussprüfung. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit in Laborterminen: 12*4 = 48 Stunden
2. Vor-/Nachbereitung: 12*8 = 96 Stunden
3. Vorbereitung der Präsentation: 10 Stunden
4. Vorbereitung der mündlichen Prüfung: 10 Stunden

Summe: 164 Stunden

**Empfehlungen**

- Kenntnisse in System-Design (z.B. LV 23605)
- Softwareentwurf (z.B. LV 23611)
- C++

# M 9.146 Modul: Praktikum Solarenergie [M-ETIT-102350]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Bernd Pätzold
Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
Dr.-Ing. Klaus Trampert

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104686 | Praktikum Solarenergie | 6 LP | Trampert |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden besitzen praktische Erfahrungen im Umgang mit Messgeräten der Solar Energie und den Methoden zur Bestimmung der optischen und elektrischen Eigenschaften von Solarzellen.

Sie können Messergebnisse hinsichtlich ihrer Plausibilität bewerten und den Einfluss der Messmethode auf die Unsicherheit des Ergebnisses abschätzen.

Zudem haben Sie die Kompetenz die Ergebnisse in schriftlicher Form wiederzugeben und die gewonnen Erkenntnisse aus den Messungen wissenschaftlich zu interpretieren und hieraus die physikalischen und technischen Eigenschaften der Solarzelle zu erklären.

**Inhalt**
Dieses Modul soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte der Laborarbeit im Bereich der Solartechnologie anhand von eigenständig durchgeführten praktischen Versuchen vermitteln. In den vier Versuchen wird an den wissenschaftlichen Geräten des Institutes der Umgang mit realer Messtechnik geübt. Das Modul vermittelt zudem die Kompetenz zum Verfassen eines wissenschaftlichen Berichtes, sowie die Regeln zur sinnvollen Visualisierung von Datenmengen.

Die Arbeitstitel der Versuche sind:

1. Herstellung und Charakterisierung von Perowskit Solarzellen
2. Optische und Elektrische Modellierung von Dünnschicht Solarzellen
3. Quanteneffizenzmessungen an Solarzellen
4. Messungen von PV Modulen im Außenbereich

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
Aufgrund der Selbstverwaltung der Kleingruppen werden:

1 x 5 h für organisatorische Aufgaben benötigt. Hierrunter fällt der Besuch der Informationsveranstaltung, der Besuch von 2 Sicherheitsunterweisungen (Laser und Reinraum) sowie die individuelle Terminvereinbarung zwischen den Versuchsbetreuer und der Kleingruppe.

Für die 4 Versuche in dem Modul errechnet sich der Arbeitsaufwand hierzu:

4 x 5 h Einarbeitung ins Thema und Literaturstudie zu den Grundlagen incl. Zulassungsprüfungsvorbereitung.

4 x 8 h Präsenz zur Durchführung am Institut

4 x 10 h Datenaufbereitung und Visualisierung

4 x 16 h Verfassen eines individuellen Berichtes auf Basis der Messdaten und Fragestellung zum Versuch.

4 x 1 h Abschlussgespräch zum Versuch mit Feedback zum Bericht

4 x 4 h Nachbesserung des Berichtes auf Basis des Feedbacks zum Bericht

Gesamtstundenaufwand = 181 h = 6 LP

**Empfehlungen**
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Lehrveranstaltungen zu besuchen, da die Kenntnis der theoretischen Grundlagen hilfreich aber nicht zwingend vorausgesetzt werden. Sind die Grundlagen aus den entsprechenden Modulen nicht vorhanden, so bedeutet dies eine längere Vorbereitungszeit für den jeweiligen Versuch.

Hilfreiche Module: Festkörperelektronik, Solar Energie

# M 9.147 Modul: Praktikum Supraleitende Quantenelektronik [M-ETIT-105605]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111233 | Praktikum Supraleitende Quantenelektronik | 6 LP | Kempf |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Bewertung eines schriftlichen Abschlussberichts (Umfang ca. 10-20 Seiten), in dessen Rahmen eine Einführung in das Thema, die Versuchsdurchführung, die wissenschaftlichen Ergebnisse sowie eine Einordnung der Ergebnisse in den Gesamtkontext zusammengefasst werden sollen.

**Competence Certificate**

The control of success takes place in form of the evaluation of a written report (approx. 10-20 pages) which introduces the topic, discusses the execution of the lab course and the scientific results puts the results into the overall context.

**Voraussetzungen**
keine

**Prerequisites**

none

**Qualifikationsziele**
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die Funktionsweise elementarer Bauelemente der Quantenelektronik und können mit Hilfe dieser Bauelemente selbstständig und ohne fremde Anleitung quantenelektronische Schaltungen entwerfen, aufbauen und charakterisieren. Sie wissen, gemessene Kenngrößen und Kennlinien zu interpretieren und mit den Schaltungseigenschaften in Verbindung zu bringen. Darüber hinaus verstehen die Studierenden elementare Aspekte der Charakterisierung von quantenelektronischen Schaltungen bei tiefen Temperaturen und haben einen Einblick in die erforderliche Verbindungstechnik sowie die Realisierung konkreter Anwendungen mit Hilfe quantenelektronischer Schaltungen. Durch die Bearbeitung des Praktikums in Kleingruppen erwerben bzw. verbessern die Studierenden zudem Ihre Team-Fähigkeit.

**Competence Goal**

After successful completion of the module, students will know how elementary components of quantum electronics work and will be able to design, build and characterize quantum electronic circuits independently and without external guidance using these components. They know how to interpret measured parameters and characteristics and how to relate them to circuit properties. Furthermore, the students understand elementary aspects of the characterization of quantum electronic circuits at low temperatures and have an insight into the required interconnection technology as well as the realization of specific applications using quantum electronic circuits. By working on the practical course in small groups, students also acquire or improve their teamwork skills.

**Inhalt**
Die supraleitenden Quantenelektronik spielt heute in vielen Bereichen der Forschung, der Gesellschaft und der Industrie eine wichtige Rolle. So übertreffen zum Beispiel Quanten-Computer mittlerweile nachweislich die Leistungsfähigkeit von klassischen Computern und auf supraleitenden Quanteninterferenzdetektoren basierende diagnostische Systeme im Bereich der Medizintechnik sind aus dem klinischen Alltag nicht mehr wegzudenken.

Vor diesem Hintergrund lernen die Studierenden m Rahmen dieses Moduls die grundlegende Funktionsweise elementarer Bauelemente der supraleitenden Quantenelektronik (Josephson-Kontakt, SQUID, supraleitende Verdrahtung, etc.) kennen und erfahren, wie man mit Hilfe dieser mit Hilfe dieser Bauelemente selbstständig und ohne fremde Anleitung quantenelektronische Schaltungen entwerfen, aufbauen und charakterisieren kann. Konkret charakterisieren die Studierenden im Rahmen des Praktikums in Absprache mit dem Betreuer etwa Josephson-Tunnelkontakte, supraleitende Quanteninterferenzdetektoren oder supraleitende Mikrowellenresonatoren und bauen mit diesen Elementen Schaltungen für eine spezielle Anwendung auf. Beispielsweise kann ein Quasi-Primärthermometer für tiefe Temperaturen oder ein nA-Stromsensor realisiert werden. Die Studierenden charakterisieren die von Ihnen aufgebaute Schaltungen und vergleichen die Ergebnisse mit den Design-Parametern. In diesem Umfeld erlangen die Studierenden auch einen kurzen Einblick in die Methoden der Tieftemperaturtechnik, die im Bereich der supraleitenden Quantenelektronik eine wesentliche Rolle spielt.

**Content**

Today, superconducting quantum electronics plays an important role in many areas of research, society and industry. For example, quantum computers have been shown to outperform classical computers, and diagnostic systems based on superconducting quantum interference detectors in the field of medical technology have become an indispensable part of everyday clinical practice.

Against this background, students will learn the basic operation of elementary components of superconducting quantum electronics (Josephson junctions, SQUID, superconducting wiring, etc.) and how to design, build and characterize quantum electronic circuits independently and without external guidance using these components. In fact, students characterize Josephson tunnel junctions, superconducting quantum interference detectors or superconducting microwave resonators in consultation with the supervisor and build circuits for a specific application using these elements. For example, a quasi-primary thermometer for low temperatures or an nA current sensor can be realized. Students characterize the circuits they build and compare the results to the design parameters. In this environment, students also gain a brief insight into the methods of low-temperature engineering, which plays an essential role in the field of superconducting quantum electronics.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ergibt sich durch die Note der Abschlussberichts.

**Module grade calculation**

The module grade is the grade of the written report.

**Arbeitsaufwand**
Für den erfolgreichen Abschluss des Moduls ist ein Arbeitsaufwand von 180h erforderlich. Dieser setzt sich wie folgt zusammen:

- Vorbereitung des Praktikums: 20h
- Vorbesprechung und Planung des Praktikums mit dem Betreuer: 10h
- Präsenzzeit im Praktikum: 70h
- Erstellen des Abschlussberichts: 80h

**Workload**

A workload of approx. 180h is required for the successful completion of the module. This is composed as follows:

- Preparation of the lab course: 20h
- Discussion and lab course planning with supervisor: 10h
- Attendance time in the lab course: 70h
- Preparation of the written report: 80h

**Empfehlungen**
Der erfolgreiche Abschluss der Module „Quantum detectors and sensors“ und „Nano- and quantum electronics“ ist empfohlen.

**Recommendation**

Successful completion of the modules "Quantum detectors and sensors" and "Nano- and quantum electronics" is recommended.

# M 9.148 Modul: Praktikum System-on-Chip [M-ETIT-100451]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Prof. Dr. Ivan Peric

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100798 | Praktikum System-on-Chip | 6 LP | Becker, Peric |

**Erfolgskontrolle(n)**
Prüfungsleistungen anderer Art

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden können grundlegende Kenntnisse des digitalen und analogen Schaltungsentwurfs sowie der hardwarenahen Softwareprogrammierung wiedergeben.

In der Praxis sind die Studierenden in der Lage anhand einer aktuellen System-on-Chip-Architektur diese Methoden in den folgenden Bereichen anzuwenden:

- Entwurf einer Systemarchitektur für Mixed-Signal Systeme
- Simulation der entworfenen Digital- und Analogschaltungen
- Debugging der Implementierungen auf Simulations- und Realisierungsebene
- Verifikation des entwickelten Gesamtsystems durch Testbenches

Darüber hinaus können sie den Ansatz des Hardware/Software-Codesigns anwenden und können Realisierungstargets anhand der gegebenen Anforderungen bewerten (FPGA und ASIC).

**Inhalt**
Im Praktikum System-on-Chip wird eine vollwertige Mixed-Signal-Hardwarearchitektur zur Audio-Wiedergabe auf Basis eines System-On-Chip (SoC) entwickelt.

Der Systementwurf umfasst dabei das Erstellen notwendiger Teilkomponenten, deren Integration in ein Gesamtsystem sowie die Simulation und Verifikation der individuellen Komponenten und des Gesamtsystems. Ein Prototyp wird auf FPGA-Basis implementiert und getestet. Anschließend wird die Integration für eine mögliche ASIC-Fertigung vorbereitet. Dabei werden auch Analog-Schaltungen betrachtet und entworfen, um einen Audio-Verstärker aufzubauen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Notenbildung ergibt sich aus der Kombination der Bearbeitung der Übungsblätter, der Bewertungen während des Praktikums und einer abschließenden Präsentation inkl. Diskussion der im Projekt erarbeiteten Ergebnisse.

**Arbeitsaufwand**

1. Präsenzzeit in Laborterminen: 15*4 = 60 Stunden
2. Vor-/Nachbereitung: 15*4 = 60 Stunden
3. Vorführung und Integrationstests: 3*3 = 9 Stunden
4. Vorbereitung der abschließenden Präsentation: 15 Stunden

**Empfehlungen**

- Kenntnisse im Verilog Entwurf, z.B. aus Design digitaler Schaltkreise
- Kenntnisse im Entwurf analoger Schaltungen (Verstärkerschaltungen, Stabilitätsbetrachtungen), z.B. aus Design analoger Schaltkreise
- Kenntnisse im VHDL Entwurf, z.B. aus Hardware Modeling and Simulation
- Kenntnisse in Simulation digitaler Schaltungen, z.B. aus Hardware Modeling and Simulation
- Kenntnisse von Hardware Entwurfsprozessen und Algorithmen, z.B. aus Hardware-Synthese und -Optimierung

# M 9.149 Modul: Praxis elektrischer Antriebe [M-ETIT-100394]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100711 | Praxis elektrischer Antriebe | 4 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung von 120 Minuten Dauer.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden verstehen die Funktion aller Komponenten moderner elektrischer Antriebssysteme. Sie verfügen über Detailwissen der grundlegenden elektrischen Maschinentypen und kennen die Funktion und das physikalische Verhalten von Lasten und weiteren Antriebskomponenten. Die Studierenden können elektrische Antriebssysteme für einen anwendungsspezifischen Einsatz unter Berücksichtigung aller Randbedingungen auslegen und ihr mechanisches sowie elektrisches Verhalten berechnen.

**Inhalt**
Die Vorlesung gliedert sich in folgende Bereiche

- Antriebssysteme
- Elektromotoren
- Übertragungselemente
- Antrieb und Last
- Anlauf, Bremsen, Positionieren
- Thermik und Schutz
- Drehzahlveränderbare Antriebe
- Elektromagnetische Verträglichkeit
- Kleinantriebe
- Geräusche
- Antriebe mit begrenzter Bewegung

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
14x V + 7x Ü à 1,5 h = 31,5 h
14x Nachbereitung von V à 1 h = 14 h
6x Vorbereitung von U à 2 h = 12 h
Vorbereitung zur Prüfung = 50 h
Summe = 107,5 h (entspricht 4 LP)

**Empfehlungen**
Zum Verständnis des Moduls ist Grundlagenwissen im Bereich von elektrischen Maschinen empfehlenswert (erworben beispielsweise durch Besuch der Module "Elektrische Maschinen und Stromrichter"

# M 9.150 Modul: Praxis leistungselektronischer Systeme [M-ETIT-102569]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-105279 | Praxis leistungselektronischer Systeme | 3 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind in der Lage, die Leistungshalbleiter und passiven Bauelemente einer Stromrichterschaltung elektrisch und thermisch auszulegen.
Sie kennen die normativen Isolationsanforderungen und können die Anforderungen an den Schutz eines Stromrichters analysieren und erklären.
Außerdem sind sie in der Lage, die Wechselwirkungen zwischen Stromrichtern und den anderen Systemkomponenten zu beurteilen und ggf. geeignete Abhilfemaßnahmen zu definieren.

**Inhalt**
In der Vorlesung wird die elektrische und thermische Auslegung sowie die Dimensionierung von Stromrichtern der Antriebs- und Energietechnik vorgestellt und eingehend behandelt.

Ausgehend vom Klemmenverhalten der verschiedenen Stromrichtertopologien wird die Wechselwirkung mit anderen Systemkomponenten vorgestellt und bewertet.
Die Vorlesung gibt einen Überblick über mögliche Maßnahmen zur Verbesserung des Systemverhaltens und geht auf den Schutz von Stromrichterschaltungen ein.

- Einleitung
- kurze Vorstellung der wichtigsten Stromrichtertopologien
- Entwärmungskonzepte von Leistungshalbleitern und passiven Bauelementen, Sperrschichttemperaturberechnung
- Lastwechselfestigkeit von Leistungshalbleitern
- Kurzschlussstromauslegung für Netz- und Motorseite
- Schutzkonzept,
- Isolationskoordination, Normen
- Trafo, Netzanbindung
- Netz- und motorseitige Filter
- Kabelmodelle
- Wechselwirkung Umrichter, Maschine (Isolation, Lagerströme)
- Exkursion Stromrichterwerk

Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
14x V à 1,5 h = 21 h

14x Nachbereitung von V à 1 h = 14 h

Vorbereitung zur Prüfung = 40 h

Summe = 75 h (entspricht 3 LP)

**Empfehlungen**
V: Elektrische Maschinen und Stromrichter, Leistungselektronik

# M 9.151 Modul: Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen [M-ETIT-104475]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Manfred Nolle
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-109148 | Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen | 4 LP | Nolle |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO-MA2018-053. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse aller im Projektmanagement wichtigen Begriffe, Methoden und Prozesse, die in den verschiedenen Phasen eines Projekts zur Anwendung kommen. Die Studierenden können in internationalen Projekten zur Entwicklung von elektronischen Systemen im Projektmanagement konstruktiv mitarbeiten und sind befähigt, auch kleinere Projekte selbst zu leiten sowie ein Projektteam zu führen. Sie kennen die spezifischen Anforderungen überall dort, wo Produkt-Sicherheit ein wesentliches Merkmal ist. Als Projektleiter wissen die Studierenden, worauf es dabei ankommt, ohne selbst Experte in technischen Belangen zu sein.

Für die grundlegenden Kenntnisse können die Studierenden optional ein vom KIT unabhängiges Zertifikat der GPM (Dt. Ges. für Projektmanagement e.V.) erwerben, was eine weitere Qualifizierung außerhalb des Studiums ermöglicht!

**Inhalt**
Die Vorlesung vermittelt:

1. Begriffe und grundlegende Kenntnisse des Projektmanagements (PM)
2. Aufteilung der Durchführung von Projekten in Phasen mit den jeweiligen Aufgaben, Methoden und Prozessen des PMs einerseits und der Projektrealisierung andererseits
3. Kenntnis unterschiedlicher Vorgehensmodelle bei der Projektrealisierung wie planbasiert, agil und hybrid sowie die Umsetzung spezifischer Vorgaben, die bei Produkten für sicherheitskritischen Anwendungen für eine Zertifizierung zwingend zu befolgen sind
4. Kenntnis und Anwendung der typischen Prozesse wie
    - Planung / Steuerung
    - Organisation / Teambildung / Führung
    - Anforderungsmanagement
    - Änderungs- und Konfigurationsmanagement
    - Risiko- (& Chancen-) Management
    - Stakeholdermanagement
    - Qualitätsmanagement
    - Vertrags- & Nachforderungsmanagement

mit Hinweisen zu den spezifischen Herausforderung bzgl. Sicherheit

1. Kenntnis der Anforderungen aus dem Projektumfeld innerhalb und außerhalb der das Projekt initiierenden Organisation (Normen, Standards, Prozesse, Zulassungen etc.)
2. eine Einführung in soziale Kompetenzen wie Teambildung, Führung eines Projektteams, Kommunikation, Konfliktmanagement etc.
3. kulturellen Unterschiede und daraus resultierende Herausforderungen bei internationalen Vorhaben allgemein.

Beispielhaft dargestellt und erläutert für die Entwicklung von Produkten für sicherkritische Anwendungen.

Übungen, in denen die erworbenen Kenntnisse angewandt und vertieft werden:

1. durch Abfragen und Wiederholen der vermittelten Kenntnisse
2. mit der Durchführung kleinerer Projekte
3. mit Planspielen und Fallbeispielen

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 45h
2. Vor-/Nachbereitung der selbigen: 30h
3. Klausurvorbereitung und -teilnahme: 45h

**Empfehlungen**
Grundlegende Kenntnisse im Hardware- und Softwareentwurf

# M 9.152 Modul: Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning [M-ETIT-105594]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111214 | Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning | 3 LP | Borchert, Heizmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Mündliche Prüfung, Dauer circa 30 Minuten , Note gemäß Ergebnis der Prüfung

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden lernen aus der Sicht der industriellen Praxis Fragestellungen der Prozesstechnik kennen, die mit Hilfe von Methoden der physico-chemischen Modellierung und Datenwissenschaften behandelt werden. Studierende lernen wichtige Zusammenhänge der Prozesstechnik kennen und können diese anhand von Beispielprozessen erläutern. Sie sind in der Lage, relevante Prozessdaten zu erkennen und geeignete Modellierungsansätze zu deren Interpretation auszuwählen und anzuwenden. Mit Prozessdaten können die Studierenden Analysen praktisch durchführen und wenden dabei Methoden unterschiedlicher Komplexität an. Die Studierenden kennen die Wertschöpfungskette der Datenanalyse und verfügen über die Fähigkeit, ein geeignetes Datenanalyseverfahren auszuwählen. Der Lernschwerpunkt liegt auf der Vermittlung von breitem Methodenwissen und Anwendung anhand von praxisnahen Beispielen. Es wird auf spezialisierte Vertiefungsvorlesungen und/oder tiefergehende Literatur verwiesen.

## Inhalt

**Ziele der Prozesstechnik**

- Stoff- und Energiewandlung mittels chemischer, mechanischer, thermischer oder biologischer Operationen
- Grundoperationen (Auswahl)
- Systembeispiele
- Wichtige Größen der Prozesstechnik (Temperatur, Druck, Zusammensetzung,...)
- Wirtschaftlichkeit in der Prozessindustrie

**Erfassung von Daten**

- Messgrößen und Messprinzipien (Auswahl)
- Messunsicherheit

**Modelle der Prozesstechnik**

- Bilanzgleichungen (Auswahl)
- Konstitutive Gleichungen (Auswahl)
- Lösen von Bilanzgleichungen (Beispiel in Matlab)
- Parameterunsicherheit und Schätzung
- Datengetriebene Modelle
- Grey-Box Modelle / Hybride Modelle

**Datenanalyse**

- Anforderungen an Datenanalyse in der Prozessindustrie
- Wirtschaftlichkeit und Priorisierung von Prozessanalysen
- Datenvorbehandlung
- Anwendung von Data Mining und maschinellem Lernen
- Online-Verfahren

**Exkursion**

- Exkursion zu BASF Ludwigshafen

**Hausarbeit 1:** Prozessmodell und Simulation.

**Hausarbeit 2:** Identifikation und Analyse.

**Hausarbeit 3:** Predictive Maintenance.

## Arbeitsaufwand

28 Stunden Lehre,

30 St. Hausarbeiten,

32 St. Vor- und Nachbereitung, Prüfungsvorbereitung und -durchführung.

## Empfehlungen

Grundlagen in: Mathematik, Differentialgleichungen, Lineare Algebra, Statistik, Grundkenntnisse in Matlab

## Literatur

Bequette (1998). Process Dynamics: Modeling, Analysis and Simulation. Prentice Hall.

Russel & Novig (2016). Artificial Intelligence – A modern approach. Pearson.

Matlab Documentation (In2019). Mathworks.

# M 9.153 Modul: Quantum Detectors and Sensors [M-ETIT-105606]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111234 | Quantum Detectors and Sensors | 6 LP | Kempf |

**Erfolgskontrolle(n)**
The assessment of success takes place in the form of a written examination lasting 120min. The grade corresponds to the result of the written examination.

**Voraussetzungen**
None

**Qualifikationsziele**
Students know the basics and fundamentals of quantum detectors and sensors and understand how quantum technology can be used to design and realize devices those performance reaches far beyond the limits of any classical sensor or detector. They know the basic components of quantum sensors and detectors, in particular in the field of superconducting quantum technology, and are able to analyze the operation of such detectors and sensors on the basis of circuit diagrams. Students are able to develop quantum sensors and detectors for given applications and know how to consider special requirements in a concrete component.

**Inhalt**
This module provides a comprehensive overview of the basics and physical principles of quantum detectors and sensors and discusses in detail how quantum technology can be used to design and realize detectors and sensors with performance that reaches far beyond the limits of any classical sensor or detector. The discussion includes particularly an introduction to the basic components of quantum sensors and detectors, especially in the field of superconducting quantum technology, and their fabrication. Using simplified circuit diagrams, the functionality and operation of quantum detectors and sensors such as superconducting quantum interference devices, low-temperature detectors, noise thermometers or superconducting radiation detectors is analyzed. Furthermore, methods and simple models are developed allowing to realize quantum sensors and detectors that are matched to given applications. Within this context, typical applications of quantum detectors and sensors are also discussed.

The tutorial is closely related to the lecture and deals with special aspects concerning the development of quantum detectors and sensors. In particular, the development and system integration of quantum detectors and sensors for applications in precision metrology, particle detection or applied sciences is discussed by means of exercises.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written examination.

**Arbeitsaufwand**
A workload of approx. 180h is required for the successful completion of the module. This is composed as follows:

- Attendance time in lectures and exercises: 21*1.5h + 7*1.5h = 42h
- Preparation and follow-up of lectures: 21*3h= 63h
- Preparation and follow-up of tutorials: 7*5h= 35h
- Preparation for the exam: 40h

**Empfehlungen**
Successful completion of the module "Superconductivity for Engineers" is recommended.

# M 9.154 Modul: Quellencodierung [M-ETIT-105273]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110673 | Quellencodierung | 3 LP | Schmalen |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Methoden und Hilfsmittel der Quellencodierung zu verstehen und anzuwenden. Die Studierenden lernen verschiedenste Werkzeuge zur Quantisierung von Signalen, der Transformation in eine Darstellung zur effizienten Speicher sowie Methoden der verlustlosen Komprimierung. Sie lernen weiterhin die theoretischen Grenzen der Quellencodierung und können verschiedene praktische Verfahren anhand der theoretischen Grenzen bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit einordnen. Mit Hilfe numerischer Methoden können Sie selber Problemstellungen der Quellencodierung lösen

**Inhalt**
Die Lehrveranstaltung erweitert die in der Vorlesung Nachrichtentechnik I behandelten Fragestellungen. Der Fokus liegt hierbei auf Methoden, die sich bei der Betrachtung der Quellencodierung ergeben. Hierzu müssen teilweise bekannte Techniken erweitert, teilweise neue Methoden erlernt werden. Die Quellencodierung ist ein unerlässliches Hilfsmittel in der Nachrichtentechnik, um einerseits Multimediasignale kompakt darzustellen und für die Übertragung vorzubereiten und andererseits Speicherkapazität effizient und ökonomisch zu nutzen. Die Quellencodierung stellt das direkte Bindeglied zwischen dem Benutzer des Nachrichtensystems und der eigentlichen Datenübertragung dar. Der erste Teil der Vorlesung behandelt verlustlose Verfahren zur Quellencodierung, wie Sie zum Beispiel zur Reduktion der Dateigröße im populären zip-Format verwendet werden, aber auch allgemeinere Verfahren zur verlustlosen Übertragung von Signalen mit hoher Qualität. Der zweite Teil widmet sich der Quellencodierung von Multimediasignalen und betrachtet insbesondere die Quellencodierung von Audio- und Bildsignalen. Dabei werden verschiedene Methoden der Quantisierung von Multimediasignalen diskutiert und anschließend gezeigt, wie die quantisierten Signale codiert werden können, um eine möglichst kompakte Darstellung zu erhalten. Neben prädiktiven Verfahren wird auch die Transformationscodierung beschrieben. Alle Verfahren werden im Hinblick auf ihren Einsatz in modernen Verfahren der Quellencodierung wie MP3, JPEG, H264 beschrieben. Viele der Anwendungen werden mit Beispielimplementierungen in Software (python/MATLAB) illustriert.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h

Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h

Prüfungsvorbereitung und Präsenz: 30 h

Insgesamt: 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung "Nachrichtentechnik I“, "Wahrscheinlichkeitstheorie“ sowie "Signale und Systeme“ wird empfohlen. Kenntnisse aus den Vorlesungen "Angewandte Informationstheorie“ sind hilfreich, aber nicht notwendig.

# M 9.155 Modul: Radar Systems Engineering [M-ETIT-100420]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100729 | Radar Systems Engineering | 6 LP | Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
Success control is carried out as part of a written overall examination (120 minutes) of the selected course, which in total meets the minimum requirement for LP.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
Students can name the basic radar principles and explain how they work, their primary uses and their advantages and disadvantages. They are able to characterize the basic characteristics and mechanisms of propagation of electromagnetic waves and to apply the relevant equations. You can evaluate the influence of various system parameters on accuracy, resolution, false alarm rate, etc. and optimize systems. You can describe different radar system configurations (CW, FMCW, pulse, SAR) and apply the relevant radar signal processing methods. They are especially able to use and use the technologies and system configurations for the radars of the future for surveillance, automotive and industrial applications for research and development. In this lecture system technology is specifically taught.

**Inhalt**
Based on electromagnetic field theory, the lecture teaches the basics of radar principles and their system technology. An insight into the system hardware is given and processing techniques are presented. All relevant, known radar systems (CW, FMCW, pulse and synthetic aperture radar) are described in detail. The system technology for the radars of the future is specifically dealt with. The reflective properties of radar targets are analyzed for their classification. In particular, polarimetry is taught. In this lecture, students learn how system technology contributes to the implementation of a radar system.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written exam.

**Anmerkungen**
Unterscheidung der Modulversion 2 zu 1, die ab WS20/21 gilt:

Erweiterung der Vorlesung um die Themen Radar Modulation Schemes, Radar Performance Analysis, Radar Interference
- Einführung eines zusätzlichen Workshops "Rechnerübung", in dem unterschiedliche Radarsysteme simuliert und die Auswirkung verschiedener Größen (Doppler, ausgedehnte Ziele etc.) auf die Radar-Performance untersucht werden
- Der Umfang erhöht sich damit von 2 SWS = 3 ECTS auf 3+1 SWS = 6 ECTS

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds to approximately 25-30 hours of work (of the student). This is based on the average student who achieves an average performance. The workload includes:

Attendance study time lecture: 44 h

Attendance time computer exercise: 16 h

Self-study time including exam preparation: 120 h

A total of 180 h = 6 LP

# M 9.156 Modul: Radiation Protection [M-ETIT-100562]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100825 | Radiation Protection | 3 LP | Dössel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Success control is carried out as part of an overall written examination (2 h).

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
Basic understanding of radiation and radiation effects and the basic principles of radiation protection with ionizing radiation.

**Inhalt**
Introduction to radiation protection The lecture deals with the basics of radiation protection (for ionizing radiation) and gives an overview of the field. The topics covered are:

- Radiation and radiation applications,
- Interaction of radiation with matter,
- Measurement of radiation - principles and detectors,
- Biological effects of radiation, Dosimetry (external and internal exposures),
- Legal aspects (legal regulations, ethics) and
- Radiation protection - principles and applications

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written exam.

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds to approximately 25-30 hours of work (of the student). This is based on the average student who achieves an average performance. The workload includes:

Attendance time in lectures (2 h 15 appointments each) = 30 h

Self-study (3 h 15 appointments each) = 45 h

Preparation / post-processing = 20 h

Total effort approx. 95 hours = 3 LP

# M 9.157 Modul: Radio Frequency Integrated Circuits and Systems [M-ETIT-105123]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110358 | Radio Frequency Integrated Circuits and Systems | 6 LP | Ulusoy |

**Erfolgskontrolle(n)**
The success criteria will be determined by an oral examination (approx. 20-30 min.)

**Qualifikationsziele**

- The students acquire a comprehensive understanding in the design of monolithic integrated circuits for millimeter-wave frequencies, and they can apply the acquired knowledge using modern design tools.
- They have a good understanding of the critical performance parameters of high-frequency circuits such as stability, power gain and efficiency and reflection coefficient.
- They can describe the benefits and disadvantages of modern transistor technologies for millimeter-wave applications.T
- They can identify potential applications of integrated millimeter-wave circuits and understand the specific requirements of each application.
- They are familiar with basic elements of a high-frequency system, which consists of linear and non-linear circuits, low-noise and power amplifiers, as well as oscillators, switches and frequency converting circuits such as frequency multipliers and mixers.

**Inhalt**
In this module the theory and the design methodology of monolithic integrated millimeter-wave circuits will be studied in detail. The focus of the module is on the active linear and non-linear circuits in high-frequency frontends up to an application frequency of 300 GHz. In addition to this, fundamental topics such as impedance matching, stability, performance parameters of high-frequency transistors, and properties of active and passive circuit elements will be studied in detail. The operation principal of critical building blocks of a millimeter-wave system will be introduced including low-noise and power amplifiers, mixers, oscillators and switches. In the workshop, the students will have the chance to apply the acquired theoretical knowledge to design a millimeter-wave frontend using state-of-the art integrated circuit technology.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral examination.

**Arbeitsaufwand**
1. Attendance to the lectures (15*(2)=30h)
2. Attendance to the exercises (15*(2)=30h)
3. Preparation to the lectures and exercises (15*(2+2)=60h)
4. Preparation to the oral exam (40h)

Total: 160h

**Empfehlungen**
The lecture materials to „Grundlagen der Hochfrequenztechnik“ and „Halbleiterbauelemente“ are recommended.

# M 9.158 Modul: Radio-Frequency Electronics [M-ETIT-105124]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110359 | Radio-Frequency Electronics | 5 LP | Ulusoy |

**Erfolgskontrolle(n)**
The success criteria will be determined by a written examination of 120 min.

**Voraussetzungen**
Passing the workshop is a prerequisite for the exam.

**Qualifikationsziele**
* The students have a comprehensive understanding of the theory and the basic design methodology of electronic circuits at high frequencies.

* They understand the limitations of active and passive circuit elements including various transistor technologies and their impact on the applications.

* They understand the limitations and how linear network theory is applied for advanced electronic circuits.

* The students can apply the acquired theoretical knowledge using modern design tools.

**Inhalt**
In this module, the theory and design methodology of high-frequency electronic circuits will be studied in detail. The focus of the module is on the fundamentals of active linear circuits. The important topics are phasor analysis, resonance, impedance matching networks, two-port parameters of transistors, high-frequency behavior of basic amplifier circuits, practical design methodology of high-frequency amplifiers, and introduction to the design of non-linear circuits using the linear design methodology. In the tutorial the student will have the possibility to apply their theoretical knowledge by designing, assembling and testing a radio-frequency amplifier in the framework of a design challeng

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written examination.

**Arbeitsaufwand**
1. Attendance to the lectures (15*(2)=30h)

2. Attendance to the exercises and workshop (15*(2)=30h)

3. Preparation to the lectures, exercises and workshop (15*(1+1)=30h)

4. Preparation of homework assignments and to the oral exam (20+40h)

Total: 150h = 5L

**Empfehlungen**
Contents of the modules "Linear electrical networks" and "Electronic circuits".

# M 9.159 Modul: Regelung leistungselektronischer Systeme [M-ETIT-105915]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andreas Liske
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111897 | Regelung leistungselektronischer Systeme | 6 LP | Liske |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden sind in der Lage, PI-Regler für Kaskadenregelungen in den typischen Anwendungen leistungselektronischer Systeme (Strom-, Spannungs-, Drehmoment- und Drehzahlregelkreise) auszulegen. Sie kennen Standardauslegungsmethoden (Betragsoptimum, symmetrisches Optimum) sowie das Frequenzkennlinienverfahren. Sie wissen um die Notwendigkeit von Erweiterungen des Regelkreises wie Vorsteuerung, Störgrößenaufschaltung und Anti-Windup-Maßnamen. Sie kennen die gängigen Methoden zur Modellbildung von leistungselektronischen Systemen, sowie von Gleichstrommaschine und Drehstrommaschinen. Die Studierenden kennen die Raumzeigerdarstellung und deren Anwendung in der Regelung von Umrichtern in Drehstromnetzen, sowie von Synchron- und Asynchronmaschinen. Sie beherrschen die Regelverfahren der rotorflussorientierten Regelung und kennen die üblichen Methoden zur Betriebsführung von Drehstrommaschinen (Feldschwächung, MTPA).

**Inhalt**
Leistungselektronische Schaltungen durchdringen zunehmend alle Anwendungsbereiche der elektrischen Energietechnik. Dies reicht von der notwendigen Umformung der elektrischen Energie von dezentralen, regenerativen Energiequellen, über die Energieversorgungsnetze bis hin zu den Energieverbrauchern, wie beispielsweise die elektrische Antriebstechnik.

Qualitätssteigerung, Zuverlässigkeit und Energieeffizienz dieser leistungselektronischen Systeme werden maßgeblich durch eine schnelle, präzise und der Last angepassten Steuerung der elektrischen Energie erzielt.

In der Vorlesung werden die Regelverfahren vorgestellt, die eine Regelung von Strom, Spannung, Drehzahl- oder Drehmoment ermöglichen. Die Anwendung der Verfahren und ihre Wirkung auf das Systemverhalten werden anhand von technisch relevanten Lösungen aus der Praxis besprochen. Hierbei dienen einphasige DC/DC-Steller, dreiphasige „Active Front End“, sowie Antriebslösungen mit Gleichstrommaschine, Synchronmaschine und Asynchronmaschine als praktische Lehrbeispiele.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht.

56h = 21x V + 7x Ü à 2h

21h = 21x Nachbereitung von V à 1 h

12h = 6x Vorbereitung von Ü à 2 h

80h = Vorbereitung zur Prüfung

Summe = 169h = (entspricht 6 LP)

# M 9.160 Modul: Regelung linearer Mehrgrößensysteme [M-ETIT-100374]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100666 | Regelung linearer Mehrgrößensysteme | 6 LP | Kluwe |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten) über die Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
- Die Studierenden haben zunächst grundlegende Kenntnisse über die verschiedenen Beschreibungsformen linearer Mehrgrößensysteme in Frequenz- und Zeitbereich mit sowohl zeitkontinuierlichen als auch zeitdiskreten Modellen erworben.
- Insbesondere sind sie in der Lage, Mehrgrößensysteme im Zustandsraum je nach Anforderungen auf unterschiedliche Normalformen zu transformieren.
- Die Studierenden haben ein Verständnis über fundamentale Eigenschaften wie z.B. Stabilität, Trajektorienverläufe, Steuer- und Beobachtbarkeit sowie Pol-/Nullstellenkonfiguration erlangt und können die Systeme entsprechend analysieren.
- Sie beherrschen die grundlegenden Prinzipien zur Regelung linearer Mehrgrößensysteme sowohl im Frequenzbereich (Serienentkopplung) als auch im Zeitbereich (Polvorgabe mit Vorfilter)
- Konkret kennen die Studierenden die Entwurfsverfahren Modale Regelung, Entkopplungsregelung im Zeitbereich und die Vollständige Modale Synthese.
- Sie sind vertraut mit dem Problem der Zustandsgrößenermittlung durch Zustandsbeobachter und dem Entwurf vollständiger und reduzierter Beobachter.
- Die Studierenden sind in der Lage, bei Bedarf auch weiterführende Konzepte wie Ausgangsrückführungen und Dynamische Regler einzusetzen zu können.
- Sie können weiterhin der Problematik hoher Modellordnungen im Zustandsraum durch eine Ordnungsreduktion auf Basis der Dominanzanalyse begegnen.

**Inhalt**
Ziel ist die Vermittlung von grundlegenden und weiterführenden Methoden zur Behandlung linearer Mehrgrößensysteme, wobei der Schwerpunkt in der Betrachtung im Zustandsraum liegt. Dadurch wird den Studierenden eine Modellform nahegebracht, die modernere und insbesondere nichtlineare Verfahren zulässt. Zum einen liefert das Modul dabei einen umfassenden Überblick über die wichtigsten Aspekte bei der variablen Beschreibung der Systeme und der Analyse ihrer charakteristischen Eigenschaften. Zum anderen werden alle Facetten der Synthese von Regelungen für Anfangs- und Dauerstörungen und hierzu häufig erforderlichen Beobachtern vermittelt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht 30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Unter den Arbeitsaufwand fallen

1. Präsenzzeit in Vorlesung/Übung (3+1 SWS: 60h = 2 LP)
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung/Übung (90h = 3 LP)
3. Vorbereitung/Präsenzzeit schriftliche Prüfung (30h = 1 LP)

**Empfehlungen**
Zum tieferen Verständnis sind unbedingt Grundlagenkenntnisse zur Systemdynamik und Regelungstechnik erforderlich, wie sie etwa im ETIT-Bachelor-Modul „Systemdynamik und Regelungstechnik“ M-ETIT-102181 vermittelt werden.

# M 9.161 Modul: Robotik I - Einführung in die Robotik [M-INFO-100893]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 3 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-108014 | Robotik I - Einführung in die Robotik | 6 LP | Asfour |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**
Studierende sind in der Lage die vorgestellten Konzepte auf einfache und realistische Aufgaben aus der Robotik anzuwenden. Dazu zählt die Beherrschung und Herleitung der für die Robotermodellierung relevanten mathematischen Konzepte. Weiterhin beherrschen Studierende die kinematische und dynamische Modellierung von Robotersystemen, sowie die Modellierung und den Entwurf einfacher Regler.

Die Studierenden kennen die algorithmischen Grundlagen der Bewegungs- und Greifplanung und können diese Algorithmen auf Problemstellungen der Robotik anwenden. Sie kennen Algorithmen aus dem Bereich der Bildverarbeitung und sind in der Lage, diese auf Problemstellungen der Robotik anzuwenden. Sie können Aufgabenstellungen als symbolisches Planungsproblem modellieren und lösen. Die Studierenden besitzen Kenntnisse über intuitive Programmierverfahren für Roboter und kennen Verfahren zum Programmieren und Lernen durch Vormachen.

**Inhalt**
Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über die Grundlagen der Robotik am Beispiel von Industrierobotern, Service-Robotern und autonomen humanoiden Robotern. Dabei wird ein Einblick in alle relevanten Themenbereiche gegeben. Dies umfasst Methoden und Algorithmen zur Modellierung von Robotern, Regelung und Bewegungsplanung, Bildverarbeitung und Roboterprogrammierung. Zunächst werden mathematische Grundlagen und Methoden zur kinematischen und dynamischen Robotermodellierung, Trajektorienplanung und Regelung sowie Algorithmen der kollisionsfreien Bewegungsplanung und Greifplanung behandelt. Anschließend werden Grundlagen der Bildverarbeitung, der intuitiven Roboterprogrammierung insbesondere durch Vormachen und der symbolischen Planung vorgestellt.

In der Übung werden die theoretischen Inhalte der Vorlesung anhand von Beispielen weiter veranschaulicht. Studierende vertiefen ihr Wissen über die Methoden und Algorithmen durch eigenständige Bearbeitung von Problemstellungen und deren Diskussion in der Übung. Insbesondere können die Studierenden praktische Programmiererfahrung mit in der Robotik üblichen Werkzeugen und Software-Bibliotheken sammeln.

**Anmerkungen**
Dieses Modul darf nicht gerprüft werden, wenn im Bacherlor-Studiengang Informatik SPO 2008 die Lehrveranstaltung ***Robotik I*** mit ***3 LP*** im Rahmen des Moduls ***Grundlagen der Robotik*** geprüft wurde.

**Arbeitsaufwand**
Vorlesung mit 3 SWS + 1 SWS Übung.

6 LP entspricht ca. 180 Stunden

ca. 45 Std. Vorlesungsbesuch,

ca. 15 Std. Übungsbesuch,

ca. 90 Std. Nachbearbeitung und Bearbeitung der Übungsblätter

ca. 30 Std. Prüfungsvorbereitung

**Empfehlungen**
Siehe Teilleistung.

# M 9.162 Modul: Robotik II: Humanoide Robotik [M-INFO-102756]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-105723 | Robotik II: Humanoide Robotik | 3 LP | Asfour |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden haben einen Überblick über aktuelle Forschungsthemen bei autonomen lernenden Robotersystemen am Beispiel der humanoiden Robotik und sind dazu in der Lage aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der kognitiven humanoiden Robotik einzuordnen und zu bewerten.

Die Studierenden kennen die wesentlichen Problemstellungen der humanoiden Robotik und können auf der Basis der existierenden Forschungsarbeiten Lösungsvorschläge erarbeiten.

**Inhalt**
Die Vorlesung stellt aktuelle Arbeiten auf dem Gebiet der humanoiden Robotik vor, die sich mit der Implementierung komplexer sensomotorischer und kognitiver Fähigkeiten beschäftigen. In den einzelnen Themenkomplexen werden verschiedene Methoden und Algorithmen, deren Vor- und Nachteile sowie der aktuelle Stand der Forschung diskutiert.

Es werden folgende Themen behandelt: Anwendungen und reale Beispiele der humanoiden Robotik; biomechanische Modell des menschlichen Körpers; biologisch inspirierte und datengetriebene Methoden des Greifens, Aktive Wahrnehmung, Imitationslernen und Programmieren durch Vormachen; semantische Repräsentationen von sensomotorischem Erfahrungswissen sowie kognitive Software-Architekturen der humanoiden Robotik.

**Arbeitsaufwand**
Vorlesung mit 2 SWS, 3 LP.
3 LP entspricht ca. 90 Stunden, davon
ca. 15 * 2h = 30 Std. Präsenzzeit Vorlesung
ca. 15 * 2h = 30 Std. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung
ca. 30 Std. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger

**Empfehlungen**
Der Besuch der Vorlesungen *Robotik I – Einführung in die Robotik* und *Mechano-Informatik in der Robotik* wird vorausgesetzt

# M 9.163 Modul: Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik [M-INFO-104897]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-109931 | Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik | 3 LP | Asfour |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**
Studierende können die wesentlichen in der Robotik gebräuchlichen Sensorprinzipien benennen.

Studierende können den Datenfluss von der physikalischen Messung über die Digitalisierung bis hin zur Verwendung der aufgenommenen Daten für Merkmalsextraktion, Zustandsabschätzung und semantische Szenenrepräsentation erklären.

Studierende können für gängige Aufgabenstellungen der Robotik geeignete Sensorkonzepte vorschlagen und begründen.

**Inhalt**
Die Vorlesung ergänzt die Vorlesung Robotik I um einen breiten Überblick über in der Robotik verwendete Sensorik und Methoden der Perzeption in der Robotik. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der visuellen Perzeption, der Objekterkennung, der simultanen Lokalisierung und Kartenerstellung (SLAM) sowie der semantischen Szeneninterpretation. Die Vorlesung ist zweiteilig gegliedert:

Im ersten Teil der Vorlesung wird ein umfassender Überblick über aktuelle Sensortechnologien gegeben. Hierbei wird grundlegend zwischen Sensoren zur Wahrnehmung der Umgebung (exterozeptiv) und Sensoren zur Wahrnehmung des internen Zustandes (propriozeptiv) unterschieden. Der zweite Teil der Vorlesung konzentriert sich auf den Einsatz von exterozeptiver Sensorik in der Robotik. Die behandelten Themen umfassen insbesondere die taktile Exploration und die Verarbeitung visueller Daten, einschließlich weiterführender Themen wie der Merkmalsextraktion, der Objektlokalisierung, der simultanen Lokalisierung und Kartenerstellung (SLAM) sowie der semantischen Szeneninterpretation.

**Arbeitsaufwand**
Vorlesung mit 2 SWS, 3 LP.
3 LP entspricht ca. 90 Stunden
ca. 30 Std. Vorlesungsbesuch,
ca. 30 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Vorlesung
ca. 30 Std. Prüfungsvorbereitung

**Empfehlungen**
Der Besuch der Vorlesung *Robotik I – Einführung in die Robotik* wird empfohlen.

# M 9.164 Modul: Robotik in der Medizin [M-INFO-100820]

**Verantwortung:** Jun.-Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-101357 | Robotik in der Medizin | 3 LP | Kröger, Mathis-Ullrich |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

- Der Student versteht die spezifischen Anforderungen der Chirurgie an die Automatisierung mit Robotern.
- Zusätzlich kennt er grundlegende Verfahren für die Registrierung von Bilddaten unterschiedlicher Modalitäten und die physikalische Registrierung mit ihren verschiedenen Flexibilisierungsstufen und kann sie anwenden.
- Der Student kann den kompletten Workflow für einen robotergestützten Eingriff entwerfen.

**Inhalt**
Zur Motivation werden die verschiedenen Szenarien des Robotereinsatzes im chirurgischen Umfeld erläutert und anhand von Beispielen klassifiziert. Es wird auf Grundlagen der Robotik mit den verschiedenen kinematischen Formen eingegangen und die Kenngrößen Freiheitsgrad, kinematische Kette, Arbeitsraum und Traglast eingeführt. Danach werden die verschiedenen Module der Prozesskette für eine robotergestützte Chirurgie vorgestellt. Diese beginnt mit der Bildgebung p, mit den verschiedenen tomographischen Verfahren. Sie werden anhand der physikalischen Grundlagen und ihrer meßtechnischen Aussagen zur Anatomie und Pathologie erläutert. In diesem Kontext spielen die Datenformate und Kommunikation eine wesentliche Rolle. Die medizinische Bildverarbeitung mit Schwerpunkt auf Segmentierung schliesst sich an. Dies führt zur geometrischen 3D-Rekonstruktion anatomischer Strukturen, die die Grundlage für ein attributiertes Patientenmodell bilden. Dazu werden die Methoden für die Registrierung der vorverarbeiteten Meßdaten aus verschiedenen tomographischen Modalitäten beschrieben. Die verschiedenen Ansätze für die Modellierung von Gewebeparametern ergänzen die Ausführungen zu einem vollständigen Patientenmodell. Die Anwendungen des Patientenmodells in der Visualisierung und Operationsplanung ist das nächste Thema. Am Begriff der Planung wird die sehr unterschiedliche Sichtweise von Medizinern und Ingenieuren verdeutlicht. Neben der geometrischen Planung wird die Rolle der Ablaufplanung erarbeitet, die im klinischen Alltag immer wichiger wird. Im wesentlichen unter dem Gesichtspunkt der Verifikation der Operationsplanung wird das Thema Simulation behandelt. Unterthemen sind hierbei die funktionale anatomiebezogene Simulation, die Robotersimulation mit Standortverifikation sowie Trainingssysteme. Der intraoperative Teil der Prozesskette beinhaltet die Registrierung, Navigation, Erweiterte Realität und Chirurgierobotersysteme. Diese werden mit Grundlagen und Anwendungsbeispielen erläutert. Als wichtige Punkte werden hier insbesondere Techniken zum robotergestützten Gewebeschneiden und die Ansätze zu Mikro- und Nanochirurgie behandelt. Die Vorlesung schliesst mit einem kurzen Diskurs zu den speziellen Sicherheitsfragen und den rechtlichen Aspekten von Medizinprodukten.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzzeit in Vorlesung „Robotik in der Medizin“ (2h für 2 SWS = 30h)

2. Vor-/Nachbereitung derselben (1h / 2 SWS = 15h)

3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger. (45h)

Der Arbeitsaufwand beziffert sich auf 90 Stunden; daraus ergeben sich 3 LP

# M 9.165 Modul: Satellite Communications [M-ETIT-105272]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 2 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110672 | Satellite Communications | 3 LP | Schmalen |

**Erfolgskontrolle(n)**
Oral exam approx. 20 minutes.

**Voraussetzungen**
Knowledge of basic engineering mathematics including probability theory and analysis, as well as basic knowledge of communications engineering.

**Qualifikationsziele**
Students will be able to understand and apply the basics of satellite communications and navigation. They will be able to design and evaluate a satellite communication link and compute the achievable data rates over the link. They understand the key components of a satellite communication system, and get to distinguish the different types of satellite systems. Additionally, they know about existing satellite systems and novel ideas such as mega constellations

**Inhalt**
The course covers the following contents:

- Introduction and Historical Notes
- Orbits and Geometry (including also constellations)
- Link BudgetsInformation Transmission Aspects
- Multiple Access and Multiplexing * Multi-Beam Satellite Systems
- Spacecraft Payload Aspects
- Network Aspects
- Overview of Existing Satellite Systems
- Overview of Future Satellite Systems
- Satellite Systems for Navigation

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
Attendance lecture: 15 * 2 h = 30 h

Preparation / Postprocessing Lecture: 15 * 2 h = 30 h

Exam preparation and presence: 30 h Total: 90 h = 3 LP

Total: 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Previous attendance of the lectures "Communication Engineering I" and "Probability Theory" is recommended. Knowledge from the lecture "Communications Engineering II" can be helpful, but is not necessary

# M 9.166 Modul: Schaltungstechnik in der Industrieelektronik [M-ETIT-100399]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andreas Liske
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100716 | Schaltungstechnik in der Industrieelektronik | 3 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Absolventinnen und Absolventen kennen den Aufbau und den Herstellungsprozess von gedruckten Schaltungen um selbst elektronische Schaltungen zu designen und in Betrieb nehmen zu können. Sie kennen für die Praxis relevante schaltungstechnische Eigenschaften von real am Markt verfügbaren elektronischen Bauteilen und können damit ein praxistaugliches Schaltungskonzept entwerfen, in Betrieb nehmen und beurteilen.

**Inhalt**
Dieses Modul soll Studierenden die Grundkenntnisse in der Schaltungstechnik vermitteln, da diese unbedingte Voraussetzung sind, um eine Aufgabe mit elektronischen Hilfsmitteln erfüllen zu können. In diesem Modul werden Grundprinzipien des Schaltungsentwurfs, Herstellungsverfahren, passive und aktive elektronische Bauteile, analoge und digitale Schaltungen sowie programmierbare Logikschaltungen, auch anhand von Beispielen, vorgestellt.

**Arbeitsaufwand**

1. Präsenszeit Vorlesung (2SWS): 15 Termine * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 Termine * 2 h Selbststudium = 30 h
3. Prüfungsvorbereitung und Präsens in selbiger: 30 h
4. Insgesamt: 90 h = 3 LP

# M 9.167 Modul: Semiconductor Process Technologies [M-ETIT-105306]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110793 | Semiconductor Process Technologies | 3 LP | Ulusoy |

**Erfolgskontrolle(n)**
The success criteria will be determined by an oral examination (approx. 20-30 min.)

**Qualifikationsziele**

- The students acquire a comprehensive understanding of the integrated circuit fabrication of CMOS, BiCMOS and different MEMS processes, especially for mm-wave and THz applications.
- They have a good understanding of the different process steps (i.e. lithography, chemical vapor deposition, reactive ion etch, cleaning and etc.) of a CMOS process flow.
- They can describe a complex process flow of a CMOS process together with different high frequency modules such as MEMS and photonics.
- They can identify the pros and cons of different process flows; thus correlate it with the throughput, yield and cost aspects of the semiconductor industry.
- They are familiar with basic packaging approaches of integrated circuits and also special advanced packaging technologies for mm-wave and THz integrated circuits as well.
- They have the basic understanding of the scaling of CMOS industry and the future trends.

**Inhalt**
In this lecture the basic fabrication technologies of integrated circuits will be given together with the each individual process steps. The front-end and back-end of line parts of the full CMOS/BiCMOS process will be provided. The testing, process monitoring and throughput/yield studies of a CMOS process will be followed after basic understanding of the semiconductor process technologies. A special emphasis on MEMS process technologies will also be given and the integration challenges of additional modules into a CMOS/BiCMOS process will be detailed. Finally, the packaging aspect of the integrated circuit industry will be given for standard and advanced packaging needs. A basic topics planned to be studied under the course are given below:

1. Integrated Circuit Processes
2. Cleaning and wet processes
3. Patterning Processes: Optical and E-beam lithography
4. Thermal Processes: Oxidation, Diffusion, chemical vapor deposition
5. Junction Formation: Ion Implantation, spin-on, annealing
6. In-process monitoring, measurement techniques,
7. Packaging: dicing , wire bonding, encapsulation
8. Testing of Semiconductor Devices; Process Modelling and Yields
9. MOS process integration and MEMS processes
10. Scaling and Future trends
11. Non Silicon processing: III-V , MBE, OMCVD

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds to an approximately 25-30h of workload in average. Based on this, the amount of work for this lecture is calculated as follows:

1. Attendance to the lectures (15*2=30h)
2. Preparation to the lectures (15*2=30h)
3. Preparation to the oral exam (25h)

Total: 85h

**Empfehlungen**
Basic understanding on electronic circuits and semiconductors are recommended.

# M 9.168 Modul: Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik [M-ETIT-100441]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100962 | Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik | 4 LP | Jäkel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle des Moduls besteht aus:

1. einer sonstigen Erfolgskontrolle durch Abgabe einer Hausarbeit

2. einer sonstigen Erfolgskontrolle mittels eines Vortrags

Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden können sich selbstständig in ein Themengebiet einarbeiten und sich hierbei auf eigenständiges Zeitmanagement stützen. Sie sind in der Lage Erarbeitetes zu reflektieren und in verständlicher Weise sowohl schriftlich zusammenzufassen als auch zu präsentieren.

Die Studierenden beherrschen die Methoden und die Instrumente zur Erstellung von wissenschaftlichen Texten und Präsentationen.

**Inhalt**
Die Teilnehmer arbeiten sich durch eine eigenständige Literaturrecherche in eine vorgegebene nachrichtentechnische Fragenstellung ein, fassen die Thematik in einer Übersicht zusammen und präsentieren diese den anderen Seminarteilnehmern in einem Vortrag.

Neben den fachlichen Fähigkeiten, die zur Einarbeitung und zum Verständnis der Thematik notwendig sind, wird der Schwerpunkt auf die Vermittlung wissenschaftlicher Sachverhalte gelegt. Eine strukturierte und verständliche Darstellung der Thematik in einem Artikel ist hierbei ebenso wichtig wie eine übersichtliche Gestaltung der Folien und ein souveräner Vortragsstil.

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen die Beurteilung der Hausarbeit und des Seminarvortrags ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
1. Selbstständige Einarbeitung in ein Thema: 60 h

2. Erstellen eines wissenschaftlichen Artikels: 40 h

3. Vorbereitung und Halten des Vortrags: 20 h

Insgesamt: 120 h = 4 LP

# M 9.169 Modul: Seminar Batterien II [M-ETIT-105321]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andre Weber
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110801 | Seminar Batterien II | 3 LP | Weber |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von einer schriftlichen Ausarbeitung und einem Seminarvortrag. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Nach Abschluss des Seminars sind die Studierenden in der Lage sich selbstständig in eine ingenieurswissenschaftliche Fragestellung im Themengebiet Batterien einzuarbeiten, die zugehörige Literatur zu analysieren und diese in Form einer schriftlichen Ausarbeitung sowie einer Präsentation vorzustellen.

**Inhalt**
Das Seminar „Batterien II“ richtet sich in erster Linie an Studierende im Masterstudiengang, die planen, eine Masterarbeit im Forschungsgebiet Batterien durchzuführen.
In diesem Seminar werden von den Teilnehmern wissenschaftliche Fragestellungen im Themengebiet Batterien bearbeitet. Dies umfasst in der Regel eine Literaturrecherche, die Zusammenstellung der in den Veröffentlichungen beschriebenen Methoden, Verfahren und Ergebnisse sowie eine kritische Bewertung derselben. Im Einzelfall können neben einer Literaturrecherche auch andere, praxisnahe Themen bearbeitet werden.

Die Ergebnisse werden in einer Seminararbeit zusammengefasst und im Rahmen des Seminars in einem Vortrag präsentiert. In die Benotung der Arbeit fließt die schriftliche Ausarbeitung sowie ein Vortrag, der im Rahmen der Veranstaltung zu halten ist, ein.

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitung und des Seminarvortrags ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenszeit Seminar: 15 * 2 h = 30 h
2. Erstellung Seminararbeit: 30 h
3. Erstellung Seminarvortrag: 30 h

Insgesamt: 90 h = 3 LP

# M 9.170 Modul: Seminar Brennstoffzellen II [M-ETIT-105322]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andre Weber
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110799 | Seminar Brennstoffzellen II | 3 LP | |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von einer schriftlichen Ausarbeitung und einem Seminarvortrag. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Nach Abschluss des Seminars sind die Studierenden in der Lage sich selbstständig in eine ingenieurswissenschaftliche Fragestellung im Themengebiet Brennstoffzellen einzuarbeiten, die zugehörige Literatur zu analysieren und diese in Form einer schriftlichen Ausarbeitung sowie einer Präsentation vorzustellen.

**Inhalt**
Das Seminar „Forschungsprojekte Brennstoffzellen“ richtet sich in erster Linie an Studierende, die planen, eine wissenschaftliche Abschlussarbeit im Forschungsgebiet Brennstoffzellen durchzuführen.
In diesem Seminar werden von den Teilnehmern wissen¬schaftliche Fragestellungen im Themengebiet Brennstoffzellen bearbeitet. Dies umfasst eine Literaturrecherche, die Zusammenstellung der in den Veröffentlichungen beschriebenen Methoden, Verfahren und Ergebnisse sowie eine kritische Bewertung derselben.

Die Ergebnisse werden in einer Seminararbeit zusammengefasst und im Rahmen des Seminars in einem Vortrag präsentiert. In die Benotung der Arbeit fließt die schriftliche Ausarbeitung sowie ein Vortrag, der im Rahmen der Veranstaltung zu halten ist, ein.

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitung und des Seminarvortrags ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenszeit Seminar: 15 * 2 h = 30 h
2. Erstellung Seminararbeit und Vortrag: 30 h
3. Erstellung Seminarvortrag: 30 h

Insgesamt: 90 h = 3 LP

# M 9.171 Modul: Seminar Eingebettete Systeme [M-ETIT-100455]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Prof. Dr. Wilhelm Stork

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100753 | Seminar Eingebettete Systeme | 3 LP | Becker, Sax, Stork |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Ausarbeitung sowie eines Vortrags. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Teilnehmer des Seminars können sich selbstständig in ein gegebenes technisches Thema einarbeiten, alle relevanten Aspekte zu identifizieren und die Ergebnisse zusammenfassend darzustellen. Sie können die Ergebnisse einer Arbeit prägnant in Form eines kurzen Textes (etwa 10-seitige Ausarbeitung) sowie einem etwa 30-minütigen Vortrag in Wort und Bild (Folien) präsentieren.

**Inhalt**
Im Seminar „Eingebettet Systeme“ wird durch die Studenten unter Anleitung der wissenschaftlichen Mitarbeiter ein gegebenes Thema durch Literatur- und Internetrecherche aufgearbeitet und dann in einem kurzen Text (etwa 10-seitige Ausarbeitung) sowie einem etwa 30-minütigen Vortrag in Wort und Bild (Folien) den Kommilitonen dargestellt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Notenbildung ergibt sich aus der Ausarbeitung und dem Vortrag.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen (für eine Vorlesung)

1. Präsenzzeit in Vorlesungen: 20h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen:35h
3. Erstellung der Ausarbeitung und des Vortrages: 35h

# M 9.172 Modul: Seminar Elektrokatalyse [M-ETIT-105629]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ulrike Krewer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111256 | Seminar Elektrokatalyse | 3 LP | Krewer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art. Sie besteht aus einer schriftlichen Ausarbeitung des wissenschaftlichen Themas und einem Vortrag mit nachfolgender Diskussion im Umfang von jeweils 15 min. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Nach Abschluss des Seminars sind die Studierenden in der Lage, ein ingenieur-wissenschaftliches Thema aus dem Bereich der Elektrokatalyse/Elektrolyse zu recherchieren, Wesentliches herauszuarbeiten und in Form einer schriftlichen Arbeit und eines Vortrages auszuarbeiten und schließlich zu präsentieren.

**Inhalt**
In dem Seminar bearbeiten die Studierenden selbständig ein wissenschaftliches Thema aus den aktuellen Forschungsgebieten der Elektrokatalyse/Elektrolyse und präsentieren diese, um ihre Fähigkeiten bei der Literaturrecherche, im wissenschaftlichen Schreiben und ihre Präsentationsfähigkeiten zu verbessern.

Zuerst wird es eine Einführung in die Literaturrecherche, das wissenschaftliche Schreiben, Präsentationstechnik und in Feedback Regeln geben. Schließlich wählen die Studenten ein Thema aus dem Bereich der Elektrokatalyse/Elektrolyse für ihre wissenschaftliche Arbeit aus und bereiten eine schriftliche Ausarbeitung und einen Fachvortrag über dieses Thema vor.

**Zusammensetzung der Modulnote**
In die Modulnote gehen die Beurteilung der schriftliche Ausarbeitung und des Vortrags ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenszeit Seminar: 15*2 h = 30 h

2. Erstellung Seminararbeit: 30 h

3. Erstellung Seminarvortrag: 30 h

Insgesamt: 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen aus dem Bereich Brennstoffzellen sind hilfreich.

# M 9.173 Modul: Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik [M-ETIT-100396]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100713 | Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik | 4 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Endvortrag, ca. 20-30 min mit anschließender Fragerunde.

Bewertet werden:

Folienqualität (Form und Inhalt)

Vortrag (Aufbau, Stil, Inhalt)

Verhalten bei der Fragerunde

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Teilnehmer des Seminars sollen eigenständig Recherchen zu aktuellen Themen der Wissenschaft und Forschung durchführen. Neben der Recherche ist die Auswahl der relevanten Ergebnisse und deren Präsentation vor Fachpublikum Hauptbestandteil des Seminars.

Der Schwerpunkte liegt auf neuen Komponenten und Systemen der Leistungselektronik.

Das genaue Thema wird in jedem Semester neu definiert.

**Inhalt**
Die Teilnehmer des Seminars sollen eigenständig Recherchen zu aktuellen Themen der Wissenschaft und Forschung durchführen. Neben der Recherche ist die Auswahl der relevanten Ergebnisse und deren Präsentation vor Fachpublikum Hauptbestandteil des Seminars.

Der Schwerpunkte liegt auf neuen Komponenten und Systemen der Leistungselektronik.

Das genaue Thema wird in jedem Semester neu definiert. Vergangene Seminare hatten beispielsweise folgende Themen:

- Hybride Antriebssysteme für PkW
- Aufbau und Eigenschaften moderner Hochleistungshalbleiter
- Speicherung elektrischer Energie
- Stromrichter in der Energieübertragung

Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne

besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote setzt sich aus der Vortragsbewertung (mit den oben genannten Kriterien) zusammen.

Sieht man den Prüfling zwischen zwei Notenwerten gibt die Mitarbeit in den vorbereitenden Treffen den Ausschlag.

**Anmerkungen**
Teilnahme an insgesamt 7 vorbereitenden Treffen (ca. alle 14 Tage mit durchschnittlich 3 h Dauer) mit den Themen:
Infoveranstaltung
Besprechung und Verteilung der Themen
Vortrags- und Präsentationstechniken
Präsentation der Materialsammlungen
Vorstellung von Struktur und Aufbau der Vorträge
Vorstellung der fertigen Folienpräsentation
Probevorträge

**Arbeitsaufwand**

| | |
|---|---|
| Anwesenheit an vorbereitenden Treffen: | = 21 h |
| 4x Vorbereitung à 20 h | = 80 h |
| Insgesamt | ca: 101 h (entspricht 4 LP) |

# M 9.174 Modul: Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting [M-ETIT-103447]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-108344 | Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting | 3 LP | Richards |

**Erfolgskontrolle(n)**
The examination consists of a written journal article and an oral presentation of the student's work, both given in English. The overall impression is rated.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
After completion of the seminar, students are able to independently familiarize themselves with a new research topic, recapitulate the corresponding literature and present the topic in the form of a review journal article as well as an oral overview presentation. Besides the exposure to new scientific research topics, the students will develope their know-how in scientific presentations and scientific writing in English which are key competences for their future (e.g. MSc thesis projects and research).

**Inhalt**
We are offering an advanced seminar on „ Novel Concepts for Solar Energy Harvesting" for students curious in latest research topics on devices, materials and physics of next generation solar energy harvesting. The students will get the opportunity to familiarize themselves with a state-of-the-art research topic of their choice under the guidance of a mentor and present the topic during the seminar. The students must attend the seminar regularly, present the research topic in a 30-min scientific talk and submit a short scientific paper (3-5 pages). The seminar addresses master students from electrical engineering, physics, mechanical engineering, material science, KSOP and related MSc programs.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade results of the assessment of the written paper and the oral presentation. Details will be given during the lecture.

**Arbeitsaufwand**

1. participation in the seminar lectures: 22,5 h
2. preparation of the seminar presentation: 50 h
3. preparation of the journal article: 47,5 h

**Empfehlungen**
Good knowledge of semiconductor components/optoelectronics is desirable.

# M 9.175 Modul: Seminar on Applied Superconductivity [M-ETIT-105615]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tabea Arndt
Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
Prof. Dr. Sebastian Kempf
Prof. Dr. Mathias Noe

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111243 | Seminar on Applied Superconductivity | 3 LP | Arndt, Holzapfel, Kempf, Noe |

**Erfolgskontrolle(n)**
Elaboration of a scientific topic and presentation of a talk on the topic within the seminar of about 30min.

**Qualifikationsziele**
Students are to familiarize themselves with an unknown scientific topic in the field of applied superconductivity. They independently prepare a presentation on the topic they have chosen and are able to present it to the general audience. In this role, the students will learn to clearly and didactyly communicate scientific topics and to lead a scientific discussion. As audience members, students are also enabled to recognize strengths and weaknesses of a presentation and to give constructive feedback to the person giving the presentation.

**Inhalt**
In the seminar, students choose a current topic from the fields of

- Superconducting materials
- Superconducting magnet technology
- Superconducting power supply systems
- Superconducting detectors and sensors
- Superconducting Quantum Bits and Quantum Computing

and present this topic in a lecture to the other seminar participants.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade corresponds to the grade of the oral examination.

**Arbeitsaufwand**
For the successful completion of the module, a workload of approx. 90h is required. This is composed as follows:

1.) Attendance time in the seminar: 12*1.5h = 18h
2.) Preparation and follow-up of the seminar: 12*3h = 36h
3.) Preparation and execution of the presentation with handouts: 36h

**Empfehlungen**
None

# M 9.176 Modul: Seminar Radar and Communication Systems [M-ETIT-100428]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100736 | Seminar Radar and Communication Systems | 4 LP | Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
The performance evaluation takes place by means of an overall examination according to § 4 Paragraph 2 No. 3 SPO-MA-2015, 2018 of the selected courses, the sum total of which fulfills the minimum requirement of course credits.

The examination takes place in the form of submission of a written report (paper) along with an oral presentation of the individual work.

Both are taken into account, while grading the examination performance. The overall impression will be evaluated.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
The students are provided with an overview of a broad range of topics in the field of radio frequency engineering. You are in a position to work independently in the following areas: carrying out literature research, the art of holding lectures and presentations and writing research papers. You can work in a self-organized manner and acquire communicative, organizational and initial-level didactic skills. You are given the opportunity to work independently on a radio frequency engineering topic, to analyze the topic and present it in front of an expert audience.

**Inhalt**
The seminar in particular offers the opportunity to learn and sharpen the skills of holding lectures and oral presentations, conducting literature research and writing research papers. Although these skills constitute a decisive qualification in the professional life, they are seldom promoted in other courses. The seminar provides a remedial action in this regard: each participant works independently on a topic (predominantly in english language) and presents it in front of an expert audience. In the final discussion, besides technical aspects, presentation style and written report are also taken into consideration.

Apart from presenting the topic, the required written report in LaTeX provides an excellent preparation for fulfilling the requirements of scientific and technical thesis works.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The course grade is calculated on the basis of the presentation as well as the written report. Both are taken into account for the performance evaluation. An assessment will be made based on the overall impression.

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds to approximately 25-30 hours of work (of the student). This is based on the average student who achieves an average performance. The workload includes:

Literature research: 40 h

Writing of the paper: 40 h

Presentation including preparation: 40 h

A total of 120 h = 4 LP

**Empfehlungen**
Knowledge of fundamentals of radio frequency engineering are helpful.

# M 9.177 Modul: Seminar Sensorik [M-ETIT-100380]

**Verantwortung:** Dr. Wolfgang Menesklou
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100707 | Seminar Sensorik | 3 LP | Menesklou |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von Prüfungsleistungen anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO Master 2015 in Form einer schriftlichen Ausarbeitung sowie einer Präsentation.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Teilnehmer des Seminars können sich selbstständig in ein gegebenes technisches Thema einarbeiten, alle relevanten Aspekte identifizieren und die Ergebnisse zusammenfassend darzustellen. Sie können die Ergebnisse prägnant in Form eines Textes (ca. 20-seitige Ausarbeitung) sowie in einem etwa 15-minütigen Vortrag in Wort und Bild präsentieren.

**Inhalt**
Das Seminar richtet sich an Studierende im Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik, Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen. Im Seminar werden von den Teilnehmern Fragestellungen zum Themengebiet Sensorik bearbeitet. Insbesondere sollen neue Mess- und Sensorprinzipien auf ihr Innovationspotential bewertet werden. Dies umfasst eine Literaturrecherche, die Beschreibung der Messprinzipien sowie eine vergleichende Bewertung. Die Ergebnisse werden in einer schriftlichen Seminararbeit zusammengefasst und im Rahmen des Seminars in einem Vortrag abschließend präsentiert.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Notenbildung ergibt sich aus der Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung und der Präsentation. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Arbeitsaufwand**

1. Präsenzzeit Seminar: 15 h
2. Vor-/Nachbereitung: 25 h
3. Erstellung Ausarbeitung und Vortrag: 50 h

Insgesamt: 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung Sensoren (M-ETIT-100378 Sensoren) wird empfohlen.

# M 9.178 Modul: Seminar über Quantentechnologische Detektoren und Sensoren [M-ETIT-105607]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111235 | Seminar über Quantentechnologische Detektoren und Sensoren | 3 LP | Kempf |

**Erfolgskontrolle(n)**
Ausarbeitung eines vorgegebenen wissenschaftlich-technischen Themas und Präsentation eines Abschlussvortrag über das Thema im Rahmen des Seminars im Umfang von ca. 30min.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden werden befähigt, sich in ein in ein zuvor unbekanntes wissenschaftlich-technisches Themengebiet aus den Forschungsschwerpunkten des Instituts einzuarbeiten. Sie erstellen eine Präsentation. über das von ihnen ausgewählte wissenschaftliches oder technisches Thema mit anschließender Diskussion. Sie werden befähigt, komplizierte fachliche Zusammenhänge zu vermitteln und eine Diskussion zu leiten.

**Inhalt**
Im Rahmen des Seminars können die Studierenden Themen aus den nachfolgend genannten Bereichen für ihre Präsentation wählen:

- Verstärkerschaltungen für quantentechnologische Detektoren und Sensoren
- Entwurf passiver Mikrowellenfilter und Resonatoren
- Grundlagen der Supraleitung
- Quantentechnologische Detektoren und Sensoren (SQUIDs, Mikrokalorimeter, Bolometer)
- Eigenschaften breitbandiger HF-Verstärker
- Quantenbauelemente und Quantencomputern
- Josephson-Effekt und Anwendungen
- Low-Power Low-Voltage Circuit Design
- Rauschen in elektronischen Bauelementen und Detektoren

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Für den erfolgreichen Abschluss des Moduls ist ein Arbeitsaufwand von ca. 90h erforderlich. Dieser setzt sich wie folgt zusammen:

- Präsenzzeit im Seminar: 12*1.5h = 18h
- Vorbereitung und Nachbereitung des Seminars: 12*3h = 36h
- Erstellung und Durchführung der Präsentation mit Handouts: 36h

# M 9.179 Modul: Sensoren [M-ETIT-100378]

**Verantwortung:** Dr. Wolfgang Menesklou
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-101911 | Sensoren | 3 LP | Menesklou |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 min.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Funktionen der wichtigsten industriell und kommerziell eingesetzten Sensoren (Temperatur, Druck, Gas, etc.). Sie haben ein grundlegendes Verständnis der physikalischen und chemischen Prozesse der Signalbildung und können dieses Wissen zur Problemanalyse, zum Entwurf und der Applikation von Sensoren einsetzen sowie auf andere Bereiche ihres Studiums übertragen. Sie sind in der Lage, mit Spezialisten verwandter Disziplinen auf dem Gebiet der Sensorik zu kommunizieren und können in der Gesellschaft aktiv zum Meinungsbildungsprozess in Bezug auf wissenschaftliche und technische Fragestellungen beitragen.

**Inhalt**
Die Vorlesung vermittelt die wichtigsten Grundlagen zum Verständnis marktüblicher Sensoren. Neben den Sensoreffekten werden auch Werkstoffaspekte und die technische Realisierung in Bauelementen, sowie die Applikation der Sensoren in elektrischen Schaltungen und Systemen erörtert. Behandelt werden: mechanische Sensoren, Temperatursensoren, optische Sensoren, magnetische Sensoren, Ultraschallsensoren, Gassensoren, chemische Sensoren.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Anmerkungen**
das Modul wird statt im WS20/21 im SS21 angeboten. Ob eine generelle Verschiebung erfolgen soll, ist noch in Klärung

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 4 h = 60 h
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: in Vor- und Nachbereitungszeit verrechnet.

Insgesamt: 90 h = 3 LP

# M 9.180 Modul: Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration [M-INFO-104877]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-109911 | Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration | 3 LP | Kurth |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**
Die Teilnehmer kennen die verschiedenen Formen der Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) mit ihren jeweiligen Vorteilen. Sie verstehen die Anforderungen aus der Maschinenrichtlinie und den relevanten Normen an die Sicherheit von MRK-Applikationen. Die Teilnehmer sind in der Lage, Risiken zu erkennen und ein Sicherheitskonzept für MRK-Anlagen zu entwickeln

Lernziele:

- Erfolgreiche Teilnehmer kennen alle relevanten Aspekte der Mensch-Roboter-Kollaboration von der Planung bis zur Realisierung einer MRk-Anwendung sowie die Anforderungen an die Sicherheit.
- Erfolgreiche Teilnehmer verstehen den Ablauf einer Risikobeurteilung, die Bedeutung von funktionaler Sicherheit und vorhersehbarer Fehlanwendung.
- Erfolgreiche Teilnehmer verstehen und beherrschen die unterschiedlichen Sicherheitsfunktionen von Robotern und deren Verwendung zur Reduzierung des Risikos auf ein akzeptables Restrisiko und wissen wie ergänzend sichere Lichtgittern und Laserscannern eingesetzt werden können.
- Die Teilnehmer wissen, was beim Layout einer MRK-Anlage zu beachten ist und können für diese Anlage ein Sicherheitskonzept erstellen und auf Vollständigkeit prüfen.

**Inhalt**

- Einführung und Grundlagen der Mensch–Roboter-Kollaboration (MRK)
  - Verschiedene Formen der MRK und Abgrenzung zur Vollautomation
  - Praxisbeispiele aus der Serienanwendung
  - Vorteile von MRK im Vergleich zur Vollautomation mit Robotern
- Definition Sicherheit
  - Maschinenrichtlinie / Normen
  - Einbauerklärung / CE-Konformität
  - Sicherheitslevel
  - Sicherheitsanforderungen in der Robotik
- Mögliche Gefährdungen bei der Mensch-Roboter-Kollaboration
  - Stoß und Quetschen
  - vorhersehbare Fehlanwendung
  - Fehler in der Applikation
- „Sichere(?)“ Roboter
  - Anforderungen für den kollaborierenden Betrieb nach ISO 10218-1
  - Überblick über Roboter und ihre Sicherheitskonzepte
  - Sicher überwachte Roboter
  - Graue Technik / gelbe Technik in der Robotersteuerung
  - Sicherheitsfunktionen basierend auf Positionswerten und auf Kraft-/Momentenwerten
- Sichere MRK-Anlagen
  - Risikobeurteilung
  - MRK gerechtes Layout
  - Konstruktive Gestaltung von Endeffektoren, Peripherie
  - Verwendung von Sicherheitsfunktionen
  - Beispiele aus der industriellen Praxis
- Von der Planung bis zur Realisierung von MRK-Anlagen
  - MRK gerechtes Engineering
  - Detaillierung in der Konstruktion
  - Programmierung und Validierung
  - Messungen zum Nachweis der Einhaltung von biomechanischen Grenzwerten
- Biomechanische Grenzwerte
  - TS 15022
  - Unterscheidung Stoß / Quetschen
  - Körperatlas mit Grenzwerten
- Sichere Sensorik für Schutzeinrichtungen
- Grundlagen
- Laserscanner
- Lichtgitter
- Trittmatten
- Sichere Bildverarbeitung
- Planung und Auslegung des Einsatzes von sicheren Sensoren
  - Reaktionszeit vom auslösenden Event bis zur Roboterreaktion
  - Notwendige Abstände für Schutzeinrichtungen
-

**Arbeitsaufwand**
(2 SWS + 1,5 x 2 SWS) x 15 + 15 h Prüfungsvorbereitung = 90 h = 3 ECTS

**Empfehlungen**
Erfolgreicher Abschluss des Moduls Robotik I - Einführung in die Robotik [T-INFO-101465]

**Literatur**
Wird in der der Veranstaltung bekanntgegeben.

# M 9.181 Modul: Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik [M-ETIT-100443]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100747 | Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik | 4 LP | Jäkel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Methoden der Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik anzuwenden, indem diese anhand von verschiedenen Themen eingeführt und illustriert werden. Sie entwickeln ein Bewusstsein für mögliche Lösungsansätze und geeignete Methoden.

Zudem sind Absolventen der Vorlesung mit verschiedenen Aspekten nachrichtentechnischer Signalverarbeitung vertraut und können die erworbenen Methodenkenntnisse in andere Themenbereiche übertragen.

**Inhalt**
Gegenstand der Vorlesung ist die Vermittlung der vielfältigen Signalverarbeitungsvorgänge bei der Nachrichtenübertragung. Neben einer kurzen Wiederholung der digitalen Signalverarbeitung ist insbesondere deren Anwendung auf nachrichtentechnische Systeme zu nennen, die bzgl. Abtastung, Faltung und Gruppenlaufzeit spezielle Anforderung stellen und angepasste Modellierungen/Analysen erfordern. Eine Betrachtung von Grundlagen der Schätztheorie findet in der Spektralschätzung Anwendung.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Anmerkungen**
Ab SS 2021 2+1 SWS = 4 LP mit schriftlicher Prüfung

**Arbeitsaufwand**

1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 15 * 4 h = 60 h
3. Präsenzzeit Übung: 15 * 1 h = 15 h
4. Vor-/Nachbereitung Übung: 15 * 2 h = 30 h
5. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet

Insgesamt: 135 h = 4 LP

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung „Signale und Systeme“ wird empfohlen.

# M 9.182 Modul: Single-Photon Detectors [M-ETIT-101971]

**Verantwortung:** Dr. Konstantin Ilin
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-108390 | Single-Photon Detectors | 4 LP | Ilin |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: Oral exam
Duration of Examination: approx. 20 minutes

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
After completing the module, students will get basic knowledges on various physical mechanisms underlying optical response of the currently available detectors with the ultimate sensitivity – the single-photon detectors (SPDs) – thereby will be able to explain their functionality in details. The grasp of these knowledges enables students to critically analyze advantages and limitations of different types of SPDs and to make a decision on development of the detection system for particular applications.

**Inhalt**
The students will get an overview of the modern types of single-photon detectors already widely used in applications and currently developing as well. Basics of the response mechanisms of the detectors and particular areas of their application will be considered as well as the main directions of development and optimization of new types of SPDs and detection systems. In particular the following topics will be addressed:

- Applications of single-photon detectors (SPD)
- Detection system and light-matter interaction
- Basic characteristics of SPDs and experimental methods of their determination
- Photoelectric effect: photomultiplier tubes (PMT); microchannel plate (MCP)
- Semiconducting detectors: photoresistor, PIN photodiode, avalanche photodiode (APD), single-photon avalanche diode (SPAD), visible light photon counter (VLPC), quantum dot field effect transistor (QD-FET)
- Superconducting detectors: transition edge sensor (TES), superconducting tunnel junction (STJ), superconducting nanowire single-photon detector (SNSPD)
- Hybrid detection system

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**

1. Lecture presence time in winter semester– 18 h
2. Exercises presence time – 9 h
3. Pre- /Post-preparation on lectures/exercises- 36 h
4. Preparation to and examination – 57 h

# M 9.183 Modul: Software Engineering [M-ETIT-100450]

**Verantwortung:** Dr. Clemens Reichmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-108347 | Software Engineering | 3 LP | Reichmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen die Begriffe und Prozesse der systematischen Softwareentwicklung. Sie können die gängigen Methoden und Werkzeuge anwenden und beschreiben. Sie sind in der Lage verschiedene Lösungsansätze zu vergleichen und die jeweiligen Vor- und Nachteile zu beurteilen. Sie besitzen ein weitreichendes Verständnis der Modellierungssprache UML und können diese auf softwaretechnische Problemstellungen anwenden.

**Inhalt**
Aufbauend auf die Vorlesung Systems and Software Engineering (SSE) werden softwarespezifische Kenntnisse vertieft. Für die Kompetenzentwicklung der Studierenden wird ein vertieftes Verständnis über Notwendigkeit und Anwendung von Vorgehensweisen, Hilfsmitteln und Werkzeugen aus allen Bereichen der Softwareentwicklung angestrebt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 22,5h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 22,5h
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger.: 30h-45h

**Empfehlungen**
Kenntnisse aus Systems and Software Engineering (Lehrveranstaltung 2311605) sind hilfreich.

# M 9.184 Modul: Software Radio [M-ETIT-100439]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden erwerben tiefer gehende Kenntnisse zur Mobilkommunikation, zu den dort benutzten Standards und zu aktuellen Entwicklungen auf den Gebieten Software Defined Radio, Cognitive Radio und cognitive Netze. Sie sind in der Lage, Funksysteme zu verstehen und zu analysieren.

**Inhalt**
Die Vorlesung vermittelt tiefer gehende Kenntnisse zur Mobilkommunikation, zu den dort benutzten Standards und zu aktuellen Entwicklungen auf den Gebieten Software Defined Radio (SDR), Cognitive Radio (CR) und cognitive Netze (CN).

Im ersten Kapitel wird die Entwicklung von Mobilfunksystemen seit den fünfziger Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts nachvollzogen. Vielfachzugriffsverfahren werden durch die Brille von SDRs betrachtet. Die Modellierung des Mobilfunkkanals im Rahmen verschiedener Standards wird diskutiert.

Das zweite Kapitel behandelt die Architektur von Software Radios, wobei insbesondere die Prinzipien des Superhet sowie des direkt mischenden Empfänger ausführlich dargestellt werden. Als besonders wichtige Komponente werden Analog-Digital-Wandler ausführlich diskutiert. Darüber hinaus werden, ausgehend von den Anwendungsszenarien Gemeinsamkeiten und Unterschiede von militärischen und zivilen SDRs herausgearbeitet.

Das dritte Kapitel ist den Bausteinen eines Radios gewidmet. Nach einer ausführlichen Diskussion der Eigenschaften des Mobilfunkkanals werden unterschiedliche Modulations- und Demodulationsverfahren vorgestellt. Danach werden Direct Sequence Spread Spectrum und Code Division Multiple Access behandelt. Nach einem kurzen Überblick zur Kanalentzerrung werden verschiedene wichtige Kanalcodierungsverfahren unter Gesichtspunkten der Vereinheitlichung ihrer Signalverarbeitung diskutiert. Die Quellencodierung wird am Beispiel von GSM dargestellt. Eine Übersicht zum RAKE-Empfänger und über Multi User Detektoren schließt das Kapitel ab.

Das vierte Kapitel stellt die gängigen Mobilfunkstandards ausführlich zusammen. Auf die Beschreibung der Standards der zweiten Generation (DECT, GSM, IS-136, IS-95) folgen Diskussionen der Standards der dritten Generation (cdma2000, UMTS) sowie der Wireless Local Area Network Standards (IEEE 802.x).

Die einem SDR bzw. einem CR zugrunde liegende Hardware ist Inhalt des fünften Kapitels. Hier werden die Eigenschaften von General Purpose Prozessoren (GPPs), digitalen Signalprozessoren (DSPs) und Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) herausgearbeitet. Darüber hinaus werden Aspekte rekonfigurierbarer Hardware vorgestellt.

Im sechsten Kapitel wird der Aufbau eines SDRs erklärt, wobei insbesondere auf die benutzten Simulationstools sowie auf die Harmonisierung der Standards eingegangen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h

2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 15 * 4 h = 60 h

3. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet

Insgesamt: 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung „Nachrichtentechnik I“ wird empfohlen.

# M 9.185 Modul: Solar Energy [M-ETIT-100524]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100774 | Solar Energy | 6 LP | Richards |

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: written exam

Duration of Examination: 120 Minutes

Modality of Exam: One written exam at the end of each semester.

**Voraussetzungen**
Students not allowed to take either of the following modules in addition to this one: „Solarenergie“ (M-ETIT-100476) and „Photovoltaik“ (M-ETIT-100513).

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-100513 - Photovoltaik darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**
The students:

• understand the basic working principle of pn-junction solar cells,

• learn about the different kinds of solar cells (crystalline and amorphous silicon, CIGS, Cadmium telluride, organic, dye-sensitized solar cells, etc.),

• get an overview over upcoming third-generation photovoltaic concepts,

• receive information on photovoltaic modules and module fabrication,

• develop an understanding of solar cell integration and feeding the electrical power to the grid,

• get insight into solar concentration and tandem solar cells for highly efficient energy conversion,

• compare photovoltaic energy harvesting with solar thermal technologies

• understand the environmental impact of solar energy technologies.

Die Studentinnen und Studenten können in englischer Fachsprache sehr gut kommunizieren.

**Inhalt**
**I. Introduction: The Sun**

**II. Semiconductor fundamentals**

**III. Solar cell working principle**

**IV. First Generation solar cells: silicon wafer based**

**V. Second Generation solar cells: thin films of amorphous silicon, copper indium gallium diselenide, cadmium telluride, organic photovoltaics and dye sensitized solar cells**

**V. Third Generation Photovoltaics: high-efficiency device concepts incl. tandem solar cells**

**VI. Modules and system integration**

**VII. Cell and module characterization techniques**

**VIII. Economics, energy pay-back time, environmental impact**

**IX. Other solar energy harvesting processes, incl. thermal and solar fuels**

**X. Excursion**

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written exam.

**Arbeitsaufwand**
Total 180 h, thereof 60h contact hours (45h lecture, 15h problems class), and 120h homework and self-studies

**Empfehlungen**
Knowledge of optoelectronics is a prerequisite, e.g. M-ETIT-100480 – Optoelektronik.

**Literatur**
P. Würfel: Physics of Solar Cells

V. Quaschning: Renewable Energy Systems

C. Honsberg and S. Bowden, PV Education CD-ROM and website, http://www.pveducation.org/pvcdrom

# M 9.186 Modul: Space-Born Microwave Radiometry - Advanced Methods and Applications [M-ETIT-100545]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100810 | Space-Born Microwave Radiometry-Advanced Methods and Applications | 3 LP | Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
Success control is carried out as part of an overall oral examination (approx. 20 minutes) of the selected courses, with which the minimum requirement for CP is met.

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
The students have a basic knowledge of remote sensing with microwave radiometers on satellites. Applications of microwave radiometry on the ground, on airplanes and satellites. They are familiar with modern methods for the detection of anti-personnel mines, detection of hidden explosives and weapons. They can describe and evaluate the different types of radiometers and are able to apply the theoretical basics.

**Inhalt**
The term microwave radiometry is the measurement of the natural thermal electromagnetic radiation in our natural environment. It has its origin in the atomic and molecular state transitions in matter at a physical temperature above 0K. It appears as unpolarized, random, broadband radiation (noise) and is dependent on the chemical / physical composition of the body to be imaged, its surface quality, frequency, polarization and the physical temperature.

Microwave radiometry is the logical continuation of photographic imaging in the optical range and radiometry in the infrared wavelength range.

The lecture is interdisciplinary and covers the entire system chain of imaging systems (radiation properties of the measurement object - propagation medium - sensor technology - data analysis) on the ground, on aircraft and satellites.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds to approximately 25-30 hours of work (of the student). This is based on the average student who achieves an average performance. The workload includes:

Attendance study time lecture / exercise: 30 h

Self-study time including exam preparation: 60 h

A total of 90 h = 3 LP

**Empfehlungen**
Knowledge of the basics of high frequency technology is helpful.

# M 9.187 Modul: Spaceborne Radar Remote Sensing [M-ETIT-103042]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-106056 | Spaceborne Radar Remote Sensing | 6 LP | Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
Success control is carried out as part of a written overall examination (120 minutes) of the selected courses, which in total meet the minimum requirement for LP.

Written

**Voraussetzungen**
"M-ETIT-100426 - Spaceborne SAR Remote Sensing" is not allowed to be started or to be completed.

**Qualifikationsziele**
The students obtain a sound knowledge on the fundamentals, theory and applications of spaceborne radar systems. They understand the principle and function of synthetic aperture radars (SAR). They are able to explain the theory, techniques, algorithms for data processing and system concepts as well as to report on several application examples.

**Inhalt**
The lecture is interdisciplinary and well suited for students interested in learning different aspects of the entire end-to-end system chain of spaceborne radar systems. Today, Synthetic Aperture Radar (SAR) systems are generating images of the Earth´s surface with a resolution better than 1 meter. Due to their ability to produce high-resolution radar images independent of sunlight illumination and weather conditions, SAR systems have demonstrated their outstanding capabilities for numerous applications, ranging from environmental and climate monitoring, generation of three-dimensional maps, hazard and disaster monitoring as well as reconnaissance and security related applications. We have entered a new era of spaceborne and airborne SAR systems. New satellite systems like TerraSAR-X and TanDEM-X provide radar images with a resolution cell of more than a hundred times better than the one of conventional SAR systems. The lecture will cover all aspects of spaceborne radar systems including an overview of new technologies, applications and future developments.

Supporting the main lecture, exercise assignments are distributed to the students. The exercise solutions are presented and discussed in detail during lecture hall exercises. Further dedicated topics are explained to deepen the understanding of the main lecture contents.

The aim of the computer-workshop is to gain practical experience on radar systems using data and parameter simulations which are based on the evaluation of simplified models.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Reports (answers) that are submitted as part of the SAR calculator workshop (approx. Two weeks after the workshop) can improve the grade.

The grade formation results from the written exam and a grade bonus for the computer workshops.

**Note bonuses**

Reports (answers) that are submitted as part of the SAR calculator workshop (approx. Two weeks after the workshop) are evaluated and are included in the grade bonuses. The maximum grade is 0.4 grade points, but will only be taken into account when passing exams. The exact value of the grade bonus is calculated in proportion to the evaluated workshop reports. The evaluation of the reports and the award of the bonus performance is carried out by an examiner in the sense of. § 18 paragraphs 2 and 3 and is documented in ILIAS.

**Anmerkungen**
Actual information can be found at the internet page of the IHE (www.ihe.kit.edu).

**Arbeitsaufwand**
Each credit point corresponds to approximately 25-30 hours of work (of the student). This is based on the average student who achieves an average performance. Workload (for a lecture)

Attendance time in lectures, exercises: 60 h

Present study time computer exercise: 40 h

Self-study time including exam preparation: 80 h

A total of 180 h = 6 LP

**Empfehlungen**
Signal processing and radar fundamentals.

**Literatur**
Material to the lecture can be found online at www.ihe.kit.edu/VorlesungenSS_892.php or ftp://sar-lectures@www.microwaves-and-radar.dlr.de (Password required).

# M 9.188 Modul: Stochastische Informationsverarbeitung [M-INFO-100829]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-101366 | Stochastische Informationsverarbeitung | 6 LP | Hanebeck |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**
Qualifikationsziel: Studierende können ein gegebenes nichtlineares dynamisches Modell probabilistisch beschreiben und die Gleichungen zur Bayes-Inferenz aufstellen. Sie können, sofern keine analytische Lösung existiert, die Stärke der Nichtlinearität einschätzen und ein dafür geeignetes praktisches Filter zur Echtzeit-Zustandsschätzung auswählen und implementieren.

Lernziel: Studierende kennen dynamische Zustandsmodelle und Verfahren, den Zustand rekursiv zu schätzen. Vor- und Nachteile der verschiedenen praktischen Filter können problemorientiert eingeschätzt werden.

**Inhalt**
Die SI vermittelt die fundamentalen und formalen Grundlagen der Zustandsschätzung rund um Prädiktion und Filterung. Zunächst werden für nichtlineare wertediskrete Systeme sowie lineare wertekontinuierliche Systeme einfache und praktisch anwendbare Schätzer hergeleitet. Dies entspricht dem Wonham-Filter und dem bekannten Kalman-Filter.

In praktischen Anwendungen (Robotik, Inertialnavigation, Tracking, Meteorologie etc.) ist jedoch das nichtlineare wertekontinuierliche System von größtem Interesse. Dieses liegt daher im weiteren Verlauf der Vorlesung im Fokus. Es wird aufgezeigt, warum die auftretenden Integrale i.A. weder analytisch noch numerisch mit beliebiger Genauigkeit lösbar sind und welche approximativen Algorithmen sich stattdessen etabliert haben. Behandelt werden u.a. die Taylor-Linearisierung des Extended Kalman Filter (EKF), die Sample-basierte stochastische Linearisierung des Unscented Kalman Filter (UKF), das Ensemble Kalman Filter (EnKF), sowie grundlegende Particle Filter.

**Anmerkungen**
Als theoretische Grundlagenvorlesung stellt "Stochastische Informationssysteme" einen optimalen Einstieg in die Vorlesungen des ISAS dar. Umgekehrt können Vorkenntnisse aus "Lokalisierung mobiler Agenten" (LMA) [LV-Nr. 24613] und"Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken" (IIS) [LV-Nr. 24102],
aber je nach Lerntyp trotzdem hilfreich sein – dort werden mehr konkrete Anwendungen beleuchtet. Sämtliche Inhalte werden in allen unseren Vorlesungen grundsätzlich von Anfang an hergeleitet und ausführlich erklärt; es ist also möglich in SI, LMA oder IIS einzusteigen.

**Arbeitsaufwand**
[1,5 h Vorlesung + 1,5 h Übung (3 SWS)] x 15
+ [4,5 h Nachbereitung Vorlesung + 3,5 h Vorbereitung Übung] x 15
+ 15 h Klausurvorbereigung
= 180 h ≙ 6 ECTS

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen aus der Wahrscheinlichkeitstheorie sind hilfreich.

# M 9.189 Modul: Stromrichtersteuerungstechnik [M-ETIT-100400]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100717 | Stromrichtersteuerungstechnik | 3 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
14x V à 1,5 h = 21 h

Prüfungsvorbereitung = 60 h

Insgesamt ca. 80 h (entspricht 3LP)

# M 9.190 Modul: Student Innovation Lab [M-ETIT-105073]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Prof. Dr. Werner Nahm
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Prof. Dr. Wilhelm Stork
Prof. Dr. Orestis Terzidis
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 2 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-110291 | Innovation Lab | 9 LP | Hohmann, Nahm, Sax, Stork, Zwick |
| T-WIWI-102864 | Entrepreneurship | 3 LP | Terzidis |
| T-WIWI-110166 | SIL Entrepreneurship Projekt | 3 LP | Terzidis |

**Erfolgskontrolle(n)**
This module consists of an approx. 60-minute written exam on the contents of the Entrepreneurship lectures, as well as 5 other types of exams on the contents of the seminar Entrepreneurship and Innovation Lab in the form of term papers and presentations. All exams results are graded.

In addition, smaller, ungraded term papers are due during the course to monitor progress.

**Voraussetzungen**
An application is required to participate in this module. Information about the application: www.kit-student-innovation-lab.de/index.php/for-students/

**Qualifikationsziele**
**Personal competence**

- Reflection faculty:
  The students are able to analyze, evaluate and develop an alternative for action for certain elements of action in social interaction
- Decision-making ability:
  The students are able to prepare a decision template in time and to provide the necessary arguments for alternative decisions and therefore are able to decide in time.
- Interdisciplinary teamwork
  Students are able to detect their limits of competence in one domain and to adjust to a the non-specialist domain. The students are able to detect a lack in competence and to compensate this lack via competences of other team members. The students are able to communicate their domain-specific knowledge and develop a basic understanding of other domains.
- Value-based action:
  The students are able to use selected psychological tools to determine their own values. They are able to match these values with team members and reflect if their offer fits these values.

**Social competence**

- Ability to cooperate:
  The students are able to analyze and judge their cooperative behavior in a group.
- Communication competence:
  The students are able to present their information in persuasive, focused and target group oriented way.
- Ability to deal with conflicts:
  The students are able to detect conflicts in advance, analyze them and name solution concepts.

**Innovation and entrepreneurship competence**

- Agile product development:
  The students are able to apply methods of agile product development e.g. Scrum.
- Methodical innovation retrieval:
  The students are able to conduct processes for user- and technology-centered innovation to develop sustainable value propositions for certain target groups (e.g. Design Thinking (DT), Technology Application Selection (TAS)-process).
- Orientation on management of new technology-based firms (NTBF):
  The students are able to name central concepts of intellectual property and legal structures. The students are able to name the most important tasks of entrepreneurial leadership. They are able to name the most common form of business modeling and to setup a business plan. The students know important approaches to establish an organization. The students are able to determine the ownership structure in an investment situation. The students are able to name marketing concepts and setup a business model.
- Generate investment readiness:
  The students are able to setup rudimentary revenue and cost plan. Furthermore, they are able to establish a project plan for a company in order to derive an investment plan. The students are able to present their business proposal to investors and develop empathy for the investors.
- Competence to develop a business model:
  The students are able to apply respective tools for business modeling e.g. Business Model Canvas. The students are able to develop and assess alternative business models.
- Risk handling:
  The students are able to name basic risks w.r.t. requirements, technical limitations and profitability. The students are able to apply methods of customer interaction for evaluation of requirements and willingness to pay. The students are able to setup a rudimentary competitors analyze. The students are able to name and identify risks and present potential reactions.

**Systemic technical competence**

- Problem solution competence:
  The students are able to analyze, assess and structurally solve a technical problem.
- Agile methodology of system development:
  The students are able to name and apply different system development processes.
- Validation in volatile environment:
  The students are able to conduct technical and economical validation under volatile constraints. For this, they are able to name the constraints and interpret the results of the validation.
- Functional decomposition:
  The students are able to identify, interpret and derive functional requirements from complex customer needs.
- Architecture development:
  The students are able to recognize coherences from the functional requirements and derive a suitable system architecture.

**Inhalt**
This module strives to combine technical, social and personal competences from the technical and entrepreneurial domain. The objective is to prepare students as best as possible for entrepreneurial activity within or outside of an established organization. Our teaching methods are research-based with a practical orientation.

The lecture Entrepreneurship as the essential component offers the theoretical basis and provides insight in important theoretical concepts and empirical evidence. Currently released case studies and practical experiences of successful founders support the theoretical and empirical content. In order to run a company for the long term additional knowledge is important. That's why the lecture also teaches basic principles for opportunity recognition, business modeling, an introduction to entrepreneurial marketing and leadership. Customer-based design methods from the lean startup approach as well as methods of technology-centered innovation are presented. Future founders have to be able to develop and handle resources such as financial and human capital, infrastructure and intellectual property. Further aspects tackle the establishment of an organization and funding of the own project.

The knowledge taught in the lecture Entrepreneurship will be applied in an application-oriented seminar and the labs. Hence we use an action learning approach to extend the taught knowledge by practical skills and reflection capabilities. In an team of five, the students will experience their way from the ideation process to the final pitch in front of investors.

The students are able to choose between the following options concerning the labs:

- The Automation Innovation Lab offers drones as an innovation platform for cooperative swarm solutions.
- The Industry 4.0 Innovation Lab enables innovation in the context of the next industrial revolution via mobile robot platforms.
- In the Interconnected Intelligent Systems Lab innovations in the context of Assisted Living and Smart Housing are enabled by providing a rich assembly set of mobile robots, actuators and sensors.
- The Computer Vision for Health Lab offers a selection of state-of-the-art imaging devices and powerful computing hardware for innovative image-based applications for medicine and healthcare.

The module also presents methods of agile system development (Scrum) along with associated validation methods as well as methods for functional prototyping. Gate plans are used within the module to determine the progress of the project. Methods for single person work and teamwork are presented and applied. Additionally group-specific knowledge of the different roles of team members, solutions to conflict situations and interdisciplinary teams are presented.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade consists of the written exam of the Lecture Entrepreneurship (40%), of the submissions and presentation of the Innovation Lab (40%) and of the submissions and presentation of the SIL Entrepreneurship Project (20%).

**Anmerkungen**
**Related courses:**

Lecture Entrepreneurship
Seminar Entrepreneurship Project
Innovation Labs
Please note that the courses must be booked in parallel.

**Related exams:**

Written exams covering the content of lecture Entrepreneurship
Presentation of the Value Profile (seminar Entrepreneurship)
Submission of the Business Plan (seminar Entrepreneurship)
Submission of a Technical Report with requirements list and system architecture (Innovation Lab)
Submission of the reflection of the Gate Plans (Innovation Lab)
Presentation of the High-fidelity (Innovation Lab)

**Arbeitsaufwand**
**Lecture Entrepreneurship:** 32h attendance time, 48h preparation and follow-up time, 10h preparation time for assessment

**Seminar Entrepreneurship:** 34h attendance time, 3h preparation and follow-up time, 53h preparation time for assessment.

**Innovation Lab:** 8h attendance time, 213h preparation and follow-up time, 49h preparation time for assessment.

This results in a total of 450 hours and a total of 15 LPs for both semesters (15*30/2 = 225).

**Empfehlungen**
It is recommended to attend the lecture Entrepreneurship at the same time as the seminar Entrepreneurship Project and the Innovation Lab in the winter semester.

# M 9.191 Modul: Superconducting Materials [M-ETIT-105521]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 2 Semester | Englisch | 4 | 2 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111096 | Superconducting Materials | 6 LP | Holzapfel |

**Erfolgskontrolle(n)**
The assessment of success takes place in the form of an oral examination lasting 40 minutes.

The oral examination includes the contents of Superconducting Materials Part I (offered every winter term) and Superconducting Materials Part II (offered every summer term).

**Voraussetzungen**
none

**Qualifikationsziele**
The students have a good knowledge and can describe and compare the properties of different superconducting materials including those currently employed in energy and electronic applications (niobium-based superconductors, oxocuprates, MgB2) and also promising recently discovered ones (pnictides), including their synthesis methods.

Students have a thorough understanding of the synthesis variations of superconducting materials in bulk, thin film and wire form as well as the close relationship between microstructural properties of superconductors and their current carrying capabilities. They are able to select the appropriate superconducting materials for the different application scenarios of superconductors.

The students are able to talk about topic-related aspects in English using the technical terminology of the field of study.

**Inhalt**
This lecture series gives an overview on the basic properties of the known different classes of superconducting materials as well as their synthesis routes in bulk, thin film and wire form. Special emphasis s given to the close interaction of micro- and nanoscale microstructural properties and the superconducting electrical transport properties, which are the key to all large scale applications in power and magnet technology.
The lecture series will cover basic properties of superconductors, superconducting elements, classical metallic superconducting alloys and compounds, high temperature superconductors, Fe-based superconductors and some other “exotic” superconductors, synthesis of superconducting films and wires, superconducting critical currents and pinning in type II superconductors as well an overview on the most prominent applications of superconductors in electronics, medicine and power application.
The obligatory practical work covers a few experiments regarding the synthesis and characterization of superconducting materials.
The lecturer reserves the right to alter the contents of the course without prior notification.
Course material will be available on ILIAS. Up-to-date information will be available via the ITEP- homepage prior to the beginning of the semester.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Anmerkungen**
WS: Superconducting Materials Part I

SoSe: Superconducting Materials Part II

**Arbeitsaufwand**
A workload of approx. 186h is required for the successful completion of the module. This is composed as follows:

- Attendance time in lectures: 28*1.5h = 42h
- Preparation and follow-up of lectures: 28*3h = 84h
- Preparation for the exam: 60h

**Empfehlungen**
Knowledge of the basic course “Superconductivity for Engineers” is required

# M 9.192 Modul: Superconducting Nanowire Detectors [M-ETIT-105609]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111236 | Superconducting Nanowire Detectors | 3 LP | Kempf |

**Erfolgskontrolle(n)**
Oral Exam (20 min.)

**Voraussetzungen**
Module "M-ETIT-102332 - Thin films: technology, physics and applications" + Thin Films: Technology, Physics and Applications II must not be started.

**Qualifikationsziele**
Students should be able to discuss interplay between growth conditions of thin films, physical and geometrical properties of nanostructure made of these films, and performance and suitable areas of application of detectors of radiation based on interaction of these nanostructures with electromagnetic power. The knowledge obtained by students should provide a theoretical basis for the most important steps in development of thin film nanoelectronic devices.

**Inhalt**
Students will get practically oriented information about technology of thin films including different methods of deposition of thin films like magnetron sputtering, thermal evaporation, pulsed laser ablation, about basics of vacuum technology, and about mechanisms of growth of thin films of different materials at different conditions.

Patterning methods (photo- and e-beam lithography, reactive ion etching, ion milling, and lift-off techniques) suitable for nanometer scale features of electronic devices will be considered in details.

Experimental methods of characterization of material, geometrical, optical, physical, superconducting, electron and phonon properties of thin films, nanostructures made of these films, and devices based on these nanostructures will be discussed.

Consideration of technology and physics of thin film structures will be done on example of development of three types of fast and sensitive detectors of electro-magnetic radiation for applications in optical and THz spectral ranges: superconducting nanowire single-photon detector, hot-electron bolometer, and YBCO ps-fast detector of synchrotron emission. Dependence of detector's performance on their fabrication condition will be analyzed in frame of physical models which describe response mechanisms of the detectors to absorbed radiation.

Practical actualization of the knowledge is possible in frame of Praktikum Nanoelektronik (LVN 23669).

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**
The workload in hours is broken down below:

1. Attendance time in lectures in the winter semester 18 h
2. Preparation / follow-up of the same 24 h
3. Exam preparation and attendance in the same 48 h

**Empfehlungen**
Previous participation on Module "Physics, Technology and Applications of thin films " is recommanded.

# M 9.193 Modul: Superconductivity for Engineers [M-ETIT-105611]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111239 | Superconductivity for Engineers | 5 LP | Holzapfel, Kempf |

**Erfolgskontrolle(n)**
The assessment of success takes place in the form of a written examination lasting 120min. The grade corresponds to the result of the written examination.

**Qualifikationsziele**
Students know the physical fundamentals of superconductivity and can place various theoretical and practical aspects of superconductivity in the overall context. They understand the principles behind specific applications of superconductivity and are able to communicate with experts in the field.

**Inhalt**
Superconductivity is one of the most fascinating and astonishing effects in solid state physics. It plays technologically an important role in many modern, scientific, medical and industrial applications. It establishes, for example, the basis of realizing high field electromagnets to be used in magnetic resonance imaging systems in healthcare or for guiding charged particle in modern particle accelerators such as the LHC. Moreover, it allows to build state-of-the-art energy systems as well as sensing devices such as magnetic field sensors or energy-dispersive single particle. In addition, it is conceivable that superconductivity will be utilized in near future for energy and traffic engineering applications, e.g. for dissipationless power transmission over large distances or high-speed trains connecting major cities.

Within this context, this module gives a comprehensive introduction in the basics of superconductivity paving the way for the discussion of state-of-the-art applications of superconductivity. In particular, the module will cover the following topics:

- Historical remarks
- Overview of superconducting materials and applications of superconductivity
- Reminder of normal metals: free electron gas, Drude and Sommerfeld model, electrical and thermal properties, band structure
- Phenomena of superconductivity: zero electrical dc resistance, Meissner Ochsenfeld effect
- Thermodynamics and thermal properties of superconductors
- Phenomenological theories of superconductors: Two-fluid model, London theory, Pippard theory, Ginzburg-Landau theory
- Microscopic theory of conventional superconductors
- Type-I and type-II superconductivity
- Magnetic properties of type-I and type-II superconductors
- Irreversible magnetic properties, Bean model
- AC losses
- Electrical and thermal stabilization
- Energy gap and quasiparticle tunneling
- Unconventional superconductors
- High-frequency electrodynamics of superconductors
- Macroscopic quantum effects
- Overview of applications of superconductivity

The tutorial is closely connected to the lecture and deepens important aspects from the field of superconductivity. Using exercises, important theories and effects as well as the realization of applications of superconductivity is discussed.

**Zusammensetzung der Modulnote**
The module grade is the grade of the written examination.

**Arbeitsaufwand**
A workload of approx. 149h is required for the successful completion of the module. This is composed as follows:

- Attendance time in lectures and exercises: 12*1.5h + 6*1.5h = 27h
- Preparation and follow-up of lectures: 12*3h = 36h
- Preparation and follow-up of tutorials: 6*6h = 36h
- Preparation for the exam: 50h

**Empfehlungen**
None

# M 9.194 Modul: Systems and Software Engineering [M-ETIT-100537]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100675 | Systems and Software Engineering | 5 LP | Sax |

**Erfolgskontrolle(n)**
Schriftlich Prüfung, ca. 120 Minuten. (nach §4 (2), 1 SPO).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden:

- kennen die wichtigsten Lebenszyklus- und Prozessmodelle (inkl. V-Modell und Agile Methoden).
- sind in der Lage geeignete Verfahren für den Entwurf, die Modellierung und die Bewertung von komplexen Systemen auszuwählen.
- kennen die wichtigsten Diagrammformate von Hardware und Software Modellierungssprachen und können anhand von der Problembeschreibung eines Anwendungsgebiets entsprechende Diagramme aufstellen.
- kennen grundlegende Maßnahmen zur Qualitätssicherung, die während der Bearbeitung eines Projektes anzuwenden sind. Sie kennen die unterschiedlichen Testphasen in einem Projekt und können die Zuverlässigkeit eines Systems beurteilen.
- Sie sind mit den Anforderung der Funktionalen Sicherheit und des Prozessevaluierungsstandards vertraut.

**Inhalt**
Schwerpunkte sind Techniken und Methoden für den Entwurf komplexer elektrischer, elektronischer und elektronisch programmierbarer Systeme mit Software-Anteilen und Hardware-Anteilen. Die angestrebten Kompetenzen der Lehrveranstaltung umfassen die Kenntnis und den zielorientierte Einsatz von Modellierungstechniken, Entwurfsprozessen, Beschreibungs- und Darstellungsmitteln sowie Spezifikationssprachen entsprechend dem aktuellen Stand der Stand der Technik.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Notenbildung ergibt sich aus der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Für jeden Credit Point (CP) sind 30h Arbeitsaufwand angesetzt. Die hieraus resultierenden 150h verteilen sich wie folgt:

- 15 Wochen à 1,5h Anwesenheit in Vorlesung und 2h Vor- und Nachbereitung pro Woche = 52,5h

- 15 Wochen à 1,5h Anwesenheit in Übung und 2h Vorbereitung (enthält Bearbeitung der Übungsblätter) pro Woche = 52,5h

Vorbereitung für die Klausur = 45h

**Empfehlungen**
Kenntnisse in Digitaltechnik und Informationstechnik (Lehrveranstaltungen Nr.23615,23622)

# M 9.195 Modul: Systems Engineering for Automotive Electronics [M-ETIT-100462]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Jürgen Bortolazzi
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100677 | Systems Engineering for Automotive Electronics | 4 LP | Bortolazzi |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Art und Weise (schriftliche oder mündliche Prüfung) der Erfolgskontrolle wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

Die Prüfung findet ohne Hilfsmittel statt.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden kennen den systematischen Entwicklungsprozess von elektrischen und elektronischen Systemen und Architekturen im Umfeld der Fahrzeugtechnik sowie der Automobilindustrie. Sie sind in der Lage die systematische Entwicklung unterstützenden Werkzeuge anzuwenden sowie Elektrik- und Elektronikarchitekturen modellbasiert zu beschreiben. Sie können in den Domänen funktionale und physikalische Modellierung Systeme analysieren und beurteilen.

**Inhalt**
Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse bezüglich Methoden, Techniken und Vorgehensweisen die in den Phasen der Entwicklung von elektrischen und elektronischen Systemen für Fahrzeuge zum Einsatz kommen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung. Der Besuch von Labor / Übung zur Vorlesung ist Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung.

**Anmerkungen**
Die Art und Weise (schriftliche oder mündliche Prüfung) der Erfolgskontrolle wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

Die Vorlesung wird im Haupttermin schriftlich geprüft, für den Nacholtermin kann die Prüfung auch mündlich erfolgen.

Die Prüfung findet ohne Hilfsmittel statt.

Der Besuch von Labor / Übung zur Vorlesung ist Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand. Dieser ist gegeben durch

1. Präsenzzeit in Vorlesung und Übung
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger

**Empfehlungen**
Empfohlen wird der Besuch der Vorlesung SE (23611)

# M 9.196 Modul: Team Project: Sensors and Electronics [M-ETIT-105465]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | best./nicht best. | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-111007 | Team Project: Sensors and Electronics | 3 LP | Ulusoy, Zwick |

**Erfolgskontrolle(n)**
Finaler Designbericht

**Voraussetzungen**
Eine eigene Bewerbung ist Voraussetzung zur Teilnahme. Informationen zur Bewerbung: https://www.ihe.kit.edu/VorlesungenWS_4850.php

**Qualifikationsziele**

- Die Studierenden vertiefen selbstständig ihr Wissen in ausgewählten Gebieten der Sensorik und Elektronik über Vorlesungsinhalte hinaus
- Die Studierenden durchlaufen mehrere Phasen von der Konzeptionierung bis zur Messung und können dadurch in praktischen Aspekten Erfahrungen sammeln
- Die Studierenden verstehen theoretisches Wissen mit praktischen Limitierungen in Einklang zu bringen
- Die Studierenden sind in der Lage messtechnische Limitierungen bei ihren Designs zu berücksichtigen
- Die Studierenden können innerhalb eines Teams arbeiten und ein Projekt eigenverantwortlich und selbstständig organisieren

**Inhalt**
Die Studierenden entwickeln ein System oder eine Komponente aus der Sensorik oder Elektronik. Die inhaltliche Tiefe der Arbeit muss über den Inhalt einzelner Vorlesungen hinausgehen oder Inhalte mehrerer Vorlesungen verbinden und Bezug zu aktuellen Problemen bzw. allgemeinen Herausforderungen in der Forschung haben. Studierende sollen neben theoretischer Aspekte und Simulationen auch die praktische Umsetzung und Realisierung des Projekts planen und durchführen. Praktische Limitierungen durch Herstellungstoleranzen und zur Verfügung stehende Messtechnik müssen berücksichtigt werden. Das Projekt kann auch in Zusammenhang mit einem internationalen Designwettbewerb durchgeführt werden.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Keine Note, nur bestanden oder nicht

**Arbeitsaufwand**
Es werden insgesamt 90 Stunden (pro Studierendem) für die Durchführung des Projekts angesetzt.

1. Planung und Konzeptionierung: 10h
2. Simulation und Design: 50h
3. Aufbau, Verifikation und Messung: 15h
4. Finaler Bericht: 15h

**Empfehlungen**
Vertiefende Vorlesungen des Instituts für Hochfrequenztechnik und Elektronik (IHE)

# M 9.197 Modul: Technische Akustik [M-ETIT-101835]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
Dr. Nicole Ruiter

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-104579 | Technische Akustik | 3 LP | Dössel, Ruiter |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Akustik und deren technische Anwendungen und können die prinzipielle technische Umsetzung nachvollziehen.

**Inhalt**
Die Vorlesung behandelt die Grundlagen von Schall und Schallausbreitung. Neben der Schallerzeugung, den Mess- und Analysemethoden für Schall, werden auch die Wahrnehmung von Schall beim Menschen und besprochen. Ausgewählte Anwendungen und ihre technische Umsetzung werden vorgestellt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen:

Präsenzzeit in Vorlesungen (2 h je 15 Termine) = 30 h

Selbststudium (3 h je 15 Termine) = 45 h

Vor-/Nachbereitung = 20 h

Gesamtaufwand ca. 95 Stunden = 3 LP

# M 9.198 Modul: Technische Optik [M-ETIT-100538]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100804 | Technische Optik | 5 LP | Neumann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden lernen die Grundlagen der abbildenden und nichtabbildenden Optik, sowie deren Anwendungen an Beispielen der optischen Beobachtungs- & Messmethoden, Datenspeicherung, Mikro & Nanooptik, sowie die Herstellungsmethoden für optische Komponenten. Die Veranstaltung erlaubt es den Studierenden einen Überblick bezüglich der vielfachen Anwendungsmöglichkeiten der optischen Technologie zu erwerben.

Sie sind fähig das erlernte Wissen auf die Auslegung verschiedener Optiksysteme anzuwenden und hierzu eigenständige Konzepte zu entwickeln.

Sie wissen anhand der erlernten Beispiele um den sozialen und gesellschaftlichen Einfluss neuartiger optischer Technologien und sind in der Lage die Wirkungen neuer Entwicklungen in Forschung und industriellen Anwendungen abzuschätzen.

**Inhalt**
Die technische Optik behandelt die wesentlichen physikalischen Grundlagen der Optik, sowie eine Vielzahl von technischen Anwendungen optischer Systeme. Dies reicht von Anwendungen im Automobil, Medizin, Messtechnik, Druck, optische Datenspeicherung, bis zu Mikro-/Nanooptik und Herstellungsverfahren für Kunststoff- und Glasoptiken.

Behandelt werden die folgenden Kapitel:

Motivation

Grundlagen

Reflexion & Brechung

Absorption

Spiegel

Prismen & Linsen

Anwendungen: Prismenstab, Fresnellinse, Teleskop, Kamera

Beugung & Interferenz

Anwendung: Mikroskop

Paraxiale Strahlmatrizen

Anwendung: Fokussierung von Strahlen

Anwendung: Entfernungs- & Winkelmessung

Optik in der Datenspeicherung

Mikro- und Nanooptik

Herstellung von Optik

Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
3. Präsenzzeit Übung: 15 * 2 =30 h
4. Vor- und Nachbereitungszeit Übung: 15 * 2 h = 30 h
5. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 30 h

Insgesamt: 150 h = 5 LP

**Empfehlungen**
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

# M 9.199 Modul: Telematik [M-INFO-100801]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Martina Zitterbart
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-INFO-101338 | Telematik | 6 LP | Zitterbart |

**Erfolgskontrolle(n)**
Siehe Teilleistung

**Voraussetzungen**
Siehe Teilleistung

**Qualifikationsziele**
Studierende

- beherrschen Protokolle, Architekturen, sowie Verfahren und Algorithmen, die im Internet für die Wegewahl und für das Zustandekommen einer zuverlässigen Ende-zu-Ende-Verbindung zum Einsatz kommen, sowie verschiedenen Medienzuteilungsverfahren in lokalen Netzen und weitere Kommunikationssysteme wie das leitungsvermittelte ISDN.
- besitzen ein Systemverständnis sowie Verständnis für die in einem weltumspannenden, dynamischen Netz auftretenden Probleme und der zur Abhilfe eingesetzten Mechanismen.
- sind mit aktuellen Entwicklungen wie z.B. SDN und Datacenter-Networking vertraut.
- kennen Möglichkeiten zur Verwaltung und Administration von Netzen.

Studierende beherrschen die grundlegenden Protokollmechanismen zur Etablierung zuverlässiger Ende-zu-Ende-Kommunikation. Studierende besitzen detailliertes Wissen über die bei TCP verwendeten Mechanismen zur Stau- und Flusskontrolle und können die Problematik der Fairness bei mehreren parallelen Transportströmen erörtern. Studierende können die Leistung von Transportprotokollen analytisch bestimmen und kennen Verfahren zur Erfüllung besonderer Rahmenbedingungen mit TCP, wie z.B. hohe Datenraten und kurze Latenzen. Studierende sind mit aktuellen Themen, wie der Problematik von Middleboxen im Internet, dem Einsatz von TCP in Datacentern und Multipath-TCP, vertraut. Studierende können Transportprotokolle in der Praxis verwenden und kennen praktische Möglichkeiten zu Überwindung der Heterogenität bei der Entwicklung verteilter Anwendungen, z.B. mithilfe von ASN.1 und BER.

Studierende kennen die Funktionen von Routern im Internet und können gängige Routing-Algorithmen wiedergeben und anwenden. Studierende können die Architektur eines Routers wiedergeben und kennen verschiedene Ansätze zur Platzierung von Puffern sowie deren Vor- und Nachteile. Studierende verstehen die Aufteilung von Routing-Protokolle in Interior und Exterior Gateway Protokolle und besitzen detaillierte Kenntnisse über die Funktionalität und die Eigenschaften von gängigen Protokollen wie RIP, OSPF und BGP. Die Studierenden sind mit aktuellen Themen wie IPv6 und SDN vertraut.

Studierende kennen die Funktion von Medienzuteilung und können Medienzuteilungsverfahren klassifizieren und analytisch bewerten. Studierende besitzen vertiefte Kenntnisse zu Ethernet und kennen verschiedene Ethernet-Ausprägungen und deren Unterschiede, insbesondere auch aktuelle Entwicklungen wie Echtzeit-Ethernet und Datacenter-Ethernet. Studierende können das Spanning-Tree-Protocol wiedergeben und anwenden. Studierende kennen die grundlegende Funktionsweise der Hilfsprotokolle LLC und PPP.

Studierende kennen die physikalischen Grundlagen, die bei dem Entwurf und die Bewertung von digitalen Leitungscodes relevant sind. Studierende können verbreitete Kodierungen anwenden und kennen deren Eigenschaften.

Studierende kennen die Architektur von ISDN und können insbesondere die Besonderheiten beim Aufbau des ISDN-Teilnehmeranschlusses wiedergeben. Studierende besitzen grundlegende Kenntnisse über das weltweite Telefonnetz SS7. Studierende können die technischen Besonderheiten von DSL wiedergeben. Studierende sind mit dem Konzept des Label Switching vertraut und können existierende Ansätze wie ATM und MPLS miteinander vergleichen. Studierende sind mit den grundlegenden Herausforderungen bei dem Entwurf optischer Transportnetze vertraut und kennen die grundlegenden Techniken, die bei SDH und DWDM angewendet werden.

**Inhalt**

- Einführung
- Ende-zu-Ende Datentransport
- Routingprotokolle und -architekturen
- Medienzuteilung
- Brücken
- Datenübertragung
- ISDN
- Weitere ausgewählte Beispiele
- Netzmanagement

**Arbeitsaufwand**
Vorlesung mit 3 SWS plus Nachbereitung/Prüfungsvorbereitung, 6 LP.
6 LP entspricht ca. 180 Arbeitsstunden, davon

ca. 60 Std. Vorlesungsbesuch

ca. 60 Std. Vor-/Nachbereitung

ca. 60 Std. Prüfungsvorbereitung

**Empfehlungen**
Siehe Teilleistung

# M 9.200 Modul: Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld [M-ETIT-100546]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100811 | Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld | 4 LP | Sax |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studenten können nach Abschluss des Moduls die gelehrten Testmethoden gruppieren und benennen. Weiterhin sind die Studenten in der Lage, aufbauend auf den theoretischen Grundlagen für konkrete Anwendung eine Auswahl geeigneter Testmethodiken auszuwählen und in verschiedenen Szenarien zu testen. Hierzu können die Studenten die demonstrierten State-of-the-Art Technologien einsetzen und haben einen Einblick in aktuelle Werkzeuge. Die praxisnahen Inhalte der Vorlesung können von den Studenten in anderem Kontext, z.B. in der Standard-Software-Entwicklung, erfolgreich eingesetzt werden.

**Inhalt**
Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse bezüglich Methoden, Technologien und Vorgehensweisen, die beim Test von Software für eingebettete Systeme zum Einsatz kommen. In der angeschlossenen praktischen Übung werden Übungsaufgaben bearbeitet und aktuelle Testwerkzeuge eingesetzt.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeit in Vorlesungen + Übung: 60h
2. Vor-/Nachbereitung von Übung und Vorlesung = 35h
3. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger = 20h

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen aus der angewandten Informatik zum Beispiel der Besuch des Praktikums Informationstechnik sind hilfreich.

# M 9.201 Modul: Thermische Solarenergie [M-MACH-102388]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Robert Stieglitz
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Angewandte Thermofluidik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-MACH-105225 | Thermische Solarenergie | 4 LP | Stieglitz |

**Erfolgskontrolle(n)**
Eine Erfolgskontrolle muss stattfinden, Prüfung mündlich ca. 30 Minuten

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Aufbauend auf der Vermittlung der physikalischen Grundlagen der solaren Einstrahlung, der Wärmeabstrahlung, der Optik und der Thermohydraulik ist der Studierende* am Ende der Vorlesung in der Lage

- gezielt solarthermische Komponenten wie Spiegel, Gläser, selektive Absorber und Isolationsmaterialien auszuwählen, entsprechende Fertigungsverfahren zu identifizieren und deren Leistungsfähigkeit zu ermitteln und beurteilen,
- unterschiedliche Kollektortypen zu erkennen, und potenzielle Anwendungsbereiche anzugeben,
- den Gesamtverbund eines solarthermischen Kollektors hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit charakterisieren und aus der Kollektorkennlinie deren Eignung hinsichtlich optimaler Nutzungsarten abzuleiten,
- Kollektoren in ein technisches Gesamtsystem für Wärme (Haushalt, Prozesswärme, Wärmespeichernetze) bzw. Stromerzeugung (Kraftwerk) einzubinden, den Systemwirkungsgrad zu berechnen sowie die Grundlagen einer Optimierung selbstständig zu erarbeiten,
- adäquate Speichertypen zur zeitlichen Trennung von Erzeugung und Verbrauch zu identifizieren, diese angemessen zu dimensionieren und in ein Systemkonzept zu integrieren,
- solarthermische Systeme in der Gesamtheit (Kapazität, Abschätzung der Systemdynamik, Ansprechverhalten, Wirkungsgrade) technisch beurteilen zu können und kennen Optionen zur Integration in Netzverbünde (Wärme, Kälte, Strom).

**Inhalt**
Grundlagen der thermischen Solarenergie von der solaren Einstrahlung (Orts- und Zeiteinfluss, Modifikationen in der Atmosphäre) und deren Umsetzung in einem Kollektor bis hin Integration in ein technisches Gesamtsystem. Im Detail:

*1. Einführung* in den Energiebedarf und Evaluation des Einsatzpotenzials der Solarthermie.

*2. Primärenergieträger SONNE*: Sonne, Solarkonstante, solare Strahlung (Streuung, Absorption in der Atmosphäre, direkte-diffuse Strahlung, Winkeleinflüsse, Strahlungsbilanz).

*3. Solarkollektoren*: prinzipieller Aufbau eines Kollektors, Grundlagen der Ermittlung des Wirkungsgrads, Bedeutung der Konzentration und ihre Begrenzungen, solarthermische Kollektortypen (Bauformen, Wirkungsgrad, Systemtechnik).

*4. Passive Mechanismen der Solarthermie*: Wärmeleitung in Festkörpern und Gasen, Strahlungswärmetransport in transparenten und opaken Körpern. Designanforderungen und physikalische Grundlagen solarthermischer Gläser, Spiegel und selektiver Absorber. Gezielte Auswahl von Materialien- und Herstellungsverfahren.

*5. Impuls- und Wärmetransport*: Grundgleichungen des ein- u. mehrphasigen Transports, Grundgedanken lokaler und systemtechnische Berechnungsverfahren, Stabilitätsgrenzen.

Optional

*6. Solarthermische Niedertemperatursysteme:* Kollektorvarianten, Methoden zur Systemsimulation, Planung und Dimensionierung von Anlagen, systemtechnischer Anlagenaufbau und Stillstandsszenarien und deren Handhabung.

*7. Solarthermische Hochtemperatursysteme:* Solarthermische Kraftwerke (Klassifizierung Systemkomponenten, Verlustmechanismen, Aufwindkraftwerke), Kopplung Kollektor Energieerzeugungsprozess.

Am Ende

*8. Thermische Energiespeicher:* Begriffserläuterungen (Energieinhalte, Speicherformen und -materialien, Potenziale...), Speicherkonzepte (Systemaufbau, Auslegungsverhältnis), Systemintegration.

*9. Solare Klimatisierung:* Kühlleistungsbestimmung, Raumklima, solare Kühlverfahren und Bewertung der Klimatisierung.

**Arbeitsaufwand**
Präsenzzeit Vorlesung: 30 Stunden
Vor- und Nachbereitung 60 Stunden (incl.ergänzender Recherchen)

Prüfungsvorbereitung 30 Stunden

**Empfehlungen**
wünschenswert sind sichere Grundkenntnisse der Physik in Optik sowie Thermodynamik

Grundlagen der Wärme-Stoffübertragung, der Werkstoffkunde, Energietechnik und Strömungsmechanik

**Lehr- und Lernformen**
Präsentation ergänzt durch Ausdrucke

**Literatur**
Bereitstellung des Studienmaterials in gedruckter und elektronischer Form.

Stieglitz & Heinzel; Thermische Solarenergie - Grundlagen - Technologie - Anwendungen. Springer Vieweg Verlag. 711 Seiten. ISBN 978-3-642-29474-7

# M 9.202 Modul: Überfachliche Qualifikationen [M-ETIT-105767]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Überfachliche Qualifikationen

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | best./nicht best. | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 2 |

**Wahlinformationen**
Zur Selbstverbuchung abgelegter überfachlicher Qualifikationen von HoC, ZAK oder SPZ sind die Teilleistungen mit dem Titel "Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-..." passend zur Notenskala, benotet oder unbenotet, auszuwählen. Titel und LP der Leistung werden übernommen.
Die Verbuchung erfolgt im Studierendenportal über den Menüpunkt „Prüfungsanmeldung und -abmeldung“,

| Überfachliche Qualifikationen (Wahl: mind. 6 LP) | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100819 | Das Berufsbild des Ingenieurs in modernen Unternehmen | 3 LP | N.N. |
| T-ETIT-111316 | Einführung in die wissenschaftliche Methode (Seminar) | 1 LP | Nahm |
| T-WIWI-100796 | Industriebetriebswirtschaftslehre | 3 LP | Fichtner |
| T-ETIT-111317 | Introduction to the Scientific Method (Seminar) | 1 LP | Nahm |
| T-MACH-105442 | Patente und Patentstrategien in innovativen Unternehmen | 4 LP | Albers, Matthiesen, Zacharias |
| T-MACH-106738 | ProVIL – Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor | 4 LP | Albers |
| T-ETIT-100814 | Seminar Project Management for Engineers | 3 LP | Noe |
| T-ETIT-108820 | Seminar Projekt Management für Ingenieure | 3 LP | Day, Noe |
| T-ETIT-111369 | Seminar Strategieableitung für Ingenieure | 3 LP | Arndt |
| T-ETIT-100754 | Seminar Wir machen ein Patent | 3 LP | Stork |
| T-ETIT-111923 | Technikethik - ARs ReflecTIonis | 2 LP | Kühler |
| T-ETIT-100797 | TutorInnenprogramm - Start in die Lehre | 2 LP | |
| T-ETIT-111529 | Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-benotet | 2 LP | |
| T-ETIT-111688 | Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-benotet | 2 LP | |
| T-ETIT-111689 | Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-benotet | 2 LP | |
| T-ETIT-111533 | Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-unbenotet | 2 LP | |
| T-ETIT-111690 | Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-unbenotet | 2 LP | |
| T-ETIT-111691 | Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-unbenotet | 2 LP | |

# M 9.203 Modul: Ultraschall-Bildgebung [M-ETIT-100560]

**Verantwortung:** Dr. Nicole Ruiter
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100822 | Ultraschall-Bildgebung | 3 LP | Ruiter |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden beherrschen die heute üblichen Methoden von Ultraschallbildgebung in der Medizin, verstehen ihre Funktionsprinzipien und physikalischen Grundlagen und können die technische Umsetzung nachvollziehen.

**Inhalt**
Ultraschallanwendungen in der Medizin: 3D/4D Ultraschall, Doppler, Tissue Harmonic Imaging, Compounding, Elastographie, Ultrafast US-Imaging, Ultraschallkontrastmittel, Ultraschalltomographie, Ultraschalltherapie. Jeweils mit Funktionsprinzip, physikalischen Grundlagen, technischer Umsetzung und medizinischen Anwendungen.

- Anwendungsgebiete von Ultraschall in der Medizin
- Grundlagen und prinzipielle Abbildung
- 2D/3D/4D Ultraschall
- Elastographie
- (Gewebe-)Doppler
- Tissue Harmonic Imaging
- Bildfehler, Beschränkungen als Chance,
- Compounding
- Ultraschall-Sicherheit und -Therapie
- Ultrafast US-Imaging, SAFT und Tomographie
- Ultraschallkontrastmittel

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
1. Präsenzzeiten in Vorlesungen
2. Vor-/Nachbereitung derselben
3. Mündliche Prüfung und Präsenz in selbiger

# M 9.204 Modul: Verifizierte numerische Methoden [M-ETIT-104493]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-109184 | Verifizierte Numerische Methoden | 4 LP | Hohmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**

- Die Studierenden kennen die Grundlagen verifizierter numerischer Methoden zur Einschließung von Lösungen von (endlich-dimensionalen) Gleichungssystemen sowie Differentialgleichungen.
- Die Studierenden sind vertraut mit allen Aspekten von der Modellbildung über die Entwicklung verifizierter numerischen Verfahren bis zur algorithmischen Umsetzung und konkreten Programmierung z.B. in MATLAB/INTLAB.
- Die Studierenden beherrschen die Anwendung von verifizierten numerischen Methoden auf praktische Aufgabenstellungen.

**Inhalt**

- Intervall-Arithmetik
- Funktionalanalytische Grundkonzepte
  - Sobolev-Räume
  - Einbettung und Einbettungssätze
  - Fixpunkt Formulierung
  - Fixpunktsatz
- Verifizierte numerische Methoden für lineare Gleichungssysteme
- Verifizierte numerische Methoden für (endlich-dimensionale) nichtlineare Gleichungen
- Computerunterstützte Beweismethoden für Differentialgleichungen
- Einschließung von Eigenwerten

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht 30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Unter den Arbeitsaufwand fallen:

1. Präsenzzeit in Vorlesung/Übung (2+1 SWS: 45h1.75 LP)
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung/Übung (60h2 LP)
3. Vorbereitung/Präsenzzeit mündliche Prüfung (7.5h0.25 LP)

**Empfehlungen**
Kenntnisse folgender Module werden empfohlen:

- Mathematik I-III im Bachelor
- M-MATH-100536 - Numerische Methoden
- M-ETIT-104595 Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen

# M 9.205 Modul: Verteilte ereignisdiskrete Systeme [M-ETIT-100361]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100960 | Verteilte ereignisdiskrete Systeme | 4 LP | Heizmann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Mit Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der ereignisdiskreten Systeme. Sie haben mit der Markov-Theorie Wissen über die wesentlichen theoretischen Grundlagen erlangt, können ereignisdiskrete Problemstellungen erkennen und diese mithilfe der Theorie der Warteschlangensysteme und der Max-Plus-Algebra lösen.

**Inhalt**
Das Modul behandelt die Grundlagen zur Beschreibung und Analyse ereignisdiskreter Systeme. Der Inhalt der Vorlesung setzt sich aus folgenden Themengebieten zusammen: Markov-Theorie, Warteschlangensysteme und Max-Plus-Algebra.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Notenbildung ergibt sich aus der schriftlichen Prüfung

**Arbeitsaufwand**
Die Vorbereitung (0,5 h), der Besuch (1,5 h) und die Nachbereitung (1 h) der wöchentlichen Vorlesung und der 14-täglich stattfinden Übung sowie die Vorbereitung (40-50 h) und Teilnahme (2 h) an der Klausur ergibt insgesamt einen Arbeitsaufwand von 110-120 h.

**Empfehlungen**
Die Kenntnis der Inhalte der Module „Wahrscheinlichkeitstheorie“, „Signale und Systeme“ und „Messtechnik“ wird dringend empfohlen.

# M 9.206 Modul: Visuelle Wahrnehmung im KFZ [M-ETIT-100497]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100777 | Visuelle Wahrnehmung im KFZ | 3 LP | Neumann |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Die Studierenden lernen die physiologischen Wirkungen der automobilen Lichttechnik auf Fahrer und andere Verkehrsteilnehmer. Zudem nehmen sie Einblick in die Versuchsplanung und Gestaltung von Probandenstudien.

Sie sind fähig die physiologischen Einflüsse verschiedener Technologien auf die Fahrsicherheit zu beurteilen und einfache Planungen für experimentelle Untersuchungen auszuarbeiten und zu beurteilen.

Die Studierenden sind sensibilisiert auf die Folgen fehlerhafter Entwicklungen auf dem Gebiet der KFZ Beleuchtung und können im späteren Berufsleben diese beurteilen und gestaltend

**Inhalt**
Rekapitulation: Das menschliche Auge

Mesopisches Sehen

Wahrnehmung von Signalfunktionen

Mensch Maschine Interaktion in der Displaytechnik

Fahrzeuginnenraum

Wahrnehmung und Blendung durch Scheinwerfer

Reklame

Der Dozent behält sich vor, im Rahmen der aktuellen Vorlesung ohne besondere Ankündigung vom hier angegebenen Inhalt abzuweichen.

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Arbeitsaufwand (des Studierenden). Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht. Unter den Arbeitsaufwand fallen (für eine Vorlesung)

1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen
3. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger.

**Empfehlungen**
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

# M 9.207 Modul: Workshop Finite Elemente Methode in der Elektromagnetik [M-ETIT-100555]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** Vertiefungsrichtung

| Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Level | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Deutsch | 4 | 1 |

| Pflichtbestandteile | | | |
|---|---|---|---|
| T-ETIT-100818 | Workshop Finite Elemente Methode in der Elektromagnetik | 3 LP | Becker |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art nach §4 Abs. 2 Nr. 3, bestehend aus einer schriftlichen Ausarbeitung in Form eines Praktikumsberichts.

**Voraussetzungen**
keine

**Qualifikationsziele**
Mit dieser Veranstaltung erwerben die Studierenden die grundlegenden Kenntnisse über die Anwendung der Finite-Elemente-Methode in der elektromagnetischen Analyse: Mathematische Grundlagen, Abstraktionsebenen, Modellerstellung, und Ergebnisanalyse.

**Inhalt**

- Einführung in die mathematischen Grundlagen der Finite Elemente Methode (FEM) der Elektromagnetik
- Vorstellung der industriegebräuchlichen Software ANSYS Maxwell
- Aufbau eines Modells einer permanenterregten Synchronmaschine
- Vorstellung und Durchführung von Optimierungsstrategien zur Auslegung von Maschinen hinsichtlich diverser Parameter
- Einführung in die Ergebnisanalyse

Das Modul vermittelt den Studierenden:

- Den Umgang mit industriegebräuchlicher Software aus dem Bereich der elektromagnetischen FEM
- Grundlegende praxisnahe Aufgaben aus dem Bereich der elektromagnetischen FEM zu lösen
- Herangehensweisen zur Optimierung diverser Parameter am Beispiel elektrischer Maschinen
- Ergebnisse einer Simulation oder Optimierung zu hinterfragen und zu bewerten

**Zusammensetzung der Modulnote**
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Ausarbeitung.

**Arbeitsaufwand**

1. Präsenzzeit: 16 h
2. Vor-/Nachbereitungszeit: 14 h
3. Projektarbeit: ca. 60 h

Summe ca. 90 h, entspricht 3 LP

**Empfehlungen**
Kenntnisse aus den Modulen "Elektrische Maschinen und Stromrichter" und "Entwurf elektrischer Maschinen" sind gewünscht.

# 10 Teilleistungen

## T 10.1 Teilleistung: Adaptive Optics [T-ETIT-107644]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Lemmer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-103802 - Adaptive Optics

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313724 | Adaptive Optics | SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Gladysz |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Type of Examination: Oral examination

Duration of Examination: approx. 30 Minutes

Modality of Exam: The oral exam will be scheduled during the semester break.

**Voraussetzungen**
Keine

**Empfehlungen**
Basic knowledge of statistics.

# T 10.2 Teilleistung: Aktuelle Themen der Solarenergie [T-ETIT-100780]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Powalla
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100507 - Aktuelle Themen der Solarenergie

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313748 | Aktuelle Themen der Solarenergie | 2 SWS | Seminar (S) / | Powalla |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, × Abgesagt

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.3 Teilleistung: Angewandte Informationstheorie [T-ETIT-100748]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100444 - Angewandte Informationstheorie

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2310537 | Angewandte Informationstheorie | 3 SWS | Vorlesung (V) / | Jäkel |
| WS 21/22 | 2310539 | Übungen zu 2310537 Angewandte Informationstheorie | 1 SWS | Übung (Ü) / | Jäkel |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung „Wahrscheinlichkeitstheorie“ wird empfohlen.

# T 10.4 Teilleistung: Antennen und Mehrantennensysteme [T-ETIT-106491]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100565 - Antennen und Mehrantennensysteme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 3 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308416 | Antennen und Mehrantennensysteme | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Zwick |
| WS 21/22 | 2308417 | Workshop zu 2308416 Antennen und Mehrantennensysteme | 2 SWS | Übung (Ü) / 🛠 | Zwick, Kretschmann, Bekker |

Legende: 📱 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (2 Stunden) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
T-ETIT-100638 - Antennen und Mehrantennensysteme wurde weder begonnen, noch abgeschlossen.

Das Modul "Antennen und Antennensysteme" darf nichtbegonnen oder abgeschlossen sein.

**Anmerkungen**
Die Zahl der Vorlesungstermine hat sich in den letzten 2 Jahren zugunsten der Übungstermine soweit verschoben, dass mittlerweile 2+2 SWS korrekt ist. Das Modul besteht also aus 2 SWS Vorlesung und 2 SWS Rechnerübung. - Da die Vor- / Nachbereitungszeit bei der Rechnerübung deutlich geringer als für den eigentlichen Vorlesungsstoff ist, entspricht der studentische Gesamtaufwand 5 LP (ab WS20/21, zuvor 6 LP)

# T 10.5 Teilleistung: Aufbau und Betrieb von Leistungstransformatoren [T-ETIT-101925]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Michael Schäfer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-100416 - Aufbau und Betrieb von Leistungstransformatoren

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2307390 | Aufbau und Betrieb von Leistungstransformatoren | 2 SWS | Block (B) / 🖳 | Schäfer, Gielnik |

Legende: 🖳 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.6 Teilleistung: Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme [T-ETIT-104518]

**Verantwortung:** Dr. Thomas Blank
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-102200 - Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2306349 | Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme | 2 SWS | Vorlesung (V) | Blank |

**Erfolgskontrolle(n)**
Mündliche Prüfung

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Elektrische Maschinen und Stromrichter, Leistungselektronik

# T 10.7 Teilleistung: Batterie- und Brennstoffzellensysteme [T-ETIT-100704]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andre Weber
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100377 - Batterie- und Brennstoffzellensysteme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2304214 | Batterie- und Brennstoffzellensysteme | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Weber |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Inhalte der Vorlesung „Batterien und Brennstoffzelle“ werden als bekannt vorausgesetzt. Studierenden, die diese Vorlesung (noch) nicht gehört haben, wird empfohlen das Skript zu dieser Vorlesung vorab durchzuarbeiten.

# T 10.8 Teilleistung: Batterien und Brennstoffzellen [T-ETIT-100983]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ulrike Krewer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100532 - Batterien und Brennstoffzellen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2304207 | Batterien und Brennstoffzellen | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🏵 | Krewer |
| WS 21/22 | 2304213 | Übungen zu 2304207 Batterien und Brennstoffzellen | 1 SWS | Übung (Ü) / 🏵 | Krewer, Witt, Mitarbeiter*innen |

Legende: 🖥 Online, 🏵 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.9 Teilleistung: Berufspraktikum [T-ETIT-100988]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100575 - Berufspraktikum

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Version |
|---|---|---|---|
| Studienleistung praktisch | 15 | best./nicht best. | 1 |

**Voraussetzungen**
**keine**

**Empfehlungen**
Es wird empfohlen das Berufspraktikum mit 15 LP vor der Masterarbeit abzulegen. Denn nach SPO-MA2015-016, § 19a gilt: "Voraussetzung für die Anmeldung zur letzten Modulprüfung der Masterprüfung ist die Bescheinigung über das erfolgreich abgeleistete Berufspraktikum nach § 14a."

# T 10.10 Teilleistung: Bildgebende Verfahren in der Medizin I [T-ETIT-101930]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100384 - Bildgebende Verfahren in der Medizin I

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2305261 | Bildgebende Verfahren in der Medizin I | 2 SWS | Vorlesung (V) | Dössel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.11 Teilleistung: Bildgebende Verfahren in der Medizin II [T-ETIT-101931]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100385 - Bildgebende Verfahren in der Medizin II

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2305262 | Bildgebende Verfahren in der Medizin II | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Potyagaylo |

Legende: 🖥 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Inhalte des Moduls (M-ETIT-100384) werden benötigt.

# T 10.12 Teilleistung: Bildverarbeitung [T-ETIT-105566]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-102651 - Bildverarbeitung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2302114 | Bildverarbeitung | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Heizmann |

Legende: 🖥 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Kenntnis der Inhalte der Module „Systemtheorie“ und „Messtechnik“ wird dringend empfohlen. Die Kenntnis der Inhalte des Moduls „Methoden der Signalverarbeitung“ ist von Vorteil.

# T 10.13 Teilleistung: Bioelektrische Signale [T-ETIT-101956]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Axel Loewe
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100549 - Bioelektrische Signale

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2305264 | Bioelektrische Signale | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Loewe |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.14 Teilleistung: Biomedizinische Messtechnik I [T-ETIT-106492]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100387 - Biomedizinische Messtechnik I

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2305269 | Biomedizinische Messtechnik I | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Nahm, Schaufelberger |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
T-ETIT-101928 - Biomedizinische Messtechnik I darf weder begonnen noch abgeschlossen sein.

**Empfehlungen**
Grundlagen in physikalischer Messtechnik, analoger Schaltungstechnik und in Signalverarbeitung

**Anmerkungen**
Die Veranstaltung basiert auf einer interaktiven Kombination von Vorlesungsteilen und Seminarteilen. Im Seminarteil sind die Teilnehmer aufgefordert, einzelne Themen der LV in kleinen Gruppen selbstständig vorzubereiten und vorzutragen. Diese Beiträge werden bewertet und die Studenten erhalten hierfür Bonuspunkte. Die Bonuspunkte werden zu den erreichten Punkten der schriftlichen Klausur hinzuaddiert. Aus der Summe der Punkte ergibt sich die Modulnote.

# T 10.15 Teilleistung: Biomedizinische Messtechnik II [T-ETIT-106973]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100388 - Biomedizinische Messtechnik II

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2305270 | Biomedizinische Messtechnik II | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Nahm |

Legende: 🖳 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Es können auch Bonuspunkte vergeben werden. Informationen hierzu finden Sie unter "Modulnote".

**Voraussetzungen**
Die erfolgreiche Teilnahme am Modul Biomedizinische Messtechnik I ist Voraussetzung.

**Empfehlungen**
Grundlagen in Physiologie. Grundlagen in physikalischer Messtechnik, gute Vorkenntnisse analoger Schaltungstechnik und in digitaler Signalverarbeitung.

**Anmerkungen**
Die Veranstaltung basiert auf einer interaktiven Kombination von Vorlesungsteilen und Seminarteilen. Im Seminarteil sind die Teilnehmer aufgefordert, einzelne Themen der LV in kleinen Gruppen selbstständig vorzubereiten und vorzutragen. Diese Beiträge werden bewertet und die Studenten erhalten hierfür Bonuspunkte. Die Bonuspunkte werden zu den erreichten Punkte der schriftliche Klausur hinzuaddiert. Aus der Summe der Punkte ergibt sich die Modulnote.

# T 10.16 Teilleistung: Business Innovation in Optics and Photonics [T-ETIT-104572]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
Prof. Dr. Werner Nahm

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-101834 - Business Innovation in Optics and Photonics

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2305742 | Business Innovation in Optics and Photonics | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Nahm |
| WS 21/22 | 2305743 | Exercise for 2305742 Business Innovation in Optics and Photonics | 1 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Nahm |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Art der Prüfung: Prüfungsleistung anderer Art

Dauer der Prüfung: 4 Gruppenvorträge à 20 Minuten (ca.)

Modalitäten der Prüfung: Die Prüfung besteht aus vier Gruppenpräsentationen. 2. Tag: Technologie-Präsentation. 3. Tag: Präsentation des Entwicklungsplans. 4. Tag: Business Canvas-Präsentation. Abschlusspräsentation bei Zeiss-Besuch: Business-Pitch

**Voraussetzungen**
Gute Kenntnisse in Optik & Photonik

# T 10.17 Teilleistung: Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage [T-ETIT-111244]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105616 - Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2310546 | Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Schmalen |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
*The exam is held as an oral exam of 20 Min according to 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO Bachelor/Master Elektrotechnik und Informationstechnik. Grade of the module corresponds to the grade of the oral exam.*

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
*Previous attendance of the lectures "Communication Engineering I" and "Probability Theory" is recommended.*

# T 10.18 Teilleistung: Channel Coding: Graph-Based Codes [T-ETIT-111245]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105617 - Channel Coding: Graph-Based Codes

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2310520 | Channel Coding: Graph-Based Codes | 3 SWS | Vorlesung (V) / | Schmalen |
| WS 21/22 | 2310521 | Exercise for 2310520 Channel Coding: Graph-Based Codes | 1 SWS | Übung (Ü) / | Schmalen, Gümüs |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Oral examination of approx. 20 minutes.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-110164 - Channel Coding 2 – Advanced Methods darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**
Previous attendance of the lectures "Communication Engineering I" and "Theory of Probability" is recommended. Knowledge from the lectures "Applied Information Theory" and "Verfahren der Kanalcodierung" is helpful.

# T 10.19 Teilleistung: Communication Systems and Protocols [T-ETIT-101938]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Jens Becker
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-100539 - Communication Systems and Protocols

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2311616 | Communication Systems and Protocols | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Becker, Becker |
| SS 2022 | 2311618 | Tutorial for 2311616 Communication Systems and Protocols | 1 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Stammler |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung (nach §4 (2), 1 SPO).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen aus der Vorlesung „Digitaltechnik“ (Lehrveranstaltung Nr. 23615) sind hilfreich.

# T 10.20 Teilleistung: Das Berufsbild des Ingenieurs in modernen Unternehmen [T-ETIT-100819]

**Verantwortung:** N.N.
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Studienleistung | 3 | best./nicht best. | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2310541 | Das Berufsbild des Ingenieurs in modernen Unternehmen | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Klausing |

Legende: 🖳 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Anmerkungen**
Detaillierte Informationen zu Inhalten, Qualifikationszielen und Arbeitsaufwand unter:
M-ETIT-100556 – Das Berufsbild des Ingenieurs in modernen Unternehmen

# T 10.21 Teilleistung: Design analoger Schaltkreise [T-ETIT-100973 ]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ivan Peric
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100466 - Design analoger Schaltkreise

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312664 | Design analoger Schaltkreise | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Peric |
| WS 21/22 | 2312666 | Übungen zu 2312664 Design analoger Schaltkreise | 1 SWS | Übung (Ü) / | Peric |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (**20 Minuten**).

**Voraussetzungen**
Zulassung zur mündlichen Prüfung erst nach Vorlage eines schriftlichen Protokolls mit den Ergebnissen der Übungsaufgaben.

# T 10.22 Teilleistung: Design digitaler Schaltkreise [T-ETIT-100974 ]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ivan Peric
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100473 - Design digitaler Schaltkreise

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2312683 | Design digitaler Schaltkreise | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Peric |
| SS 2022 | 2312685 | Übungen zu 2312683 Design digitaler Schaltkreise | 1 SWS | Übung (Ü) / | Peric |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
Zulassung zur mündlichen Prüfung erst nach Vorlage eines schriftlichen Protokolls mit den Ergebnissen der Übungsaufgaben.

# T 10.23 Teilleistung: Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt [T-ETIT-100761]

**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Theo Scherer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100541 - Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312678 | Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt | 2 SWS | Vorlesung (V) | Scherer |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 20 Minuten statt.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Grundkenntnisse in Physik und Elektrotechnik

# T 10.24 Teilleistung: Die Energiewende im Stromtransportnetz [T-ETIT-111248]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105618 - Die Energiewende im Stromtransportnetz

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2307357 | Die Energiewende im Stromtransportnetz | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Jesberger |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über ausgewählte Themen der Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.25 Teilleistung: Digital Hardware Design Laboratory [T-ETIT-104571]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-102266 - Digital Hardware Design Laboratory

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2311645 | Digital Hardware Design Laboratory | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Becker |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Control of success is carried out in an oral examination as well as during the laboratory exercises in form of laboratory reports and/or oral interrogations.

**Voraussetzungen**
none

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-102264 - Praktikum Entwurf digitaler Systeme darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**
Previous knowledge in design and design automation for electronic systems (e.g. from the lectures SAE, No. 23606, HSO, No. 23619 or HMS, No. 23608) is recommended.

**Anmerkungen**
The module ETIT-102264 („Praktikum Entwurf digitaler Systeme“) must not have been started or completed.

# T 10.26 Teilleistung: Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises [T-ETIT-106852]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-103450 - Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2309472 | Digital Signal Processing in Optical Communications | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Randel |
| SS 2022 | 2309473 | Digital Signal Processing in Optical Communications (Practical Exercises) | 2 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Randel |

Legende: 🖳 Online, 🏵 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Aufgabenblätter und die mündliche Befragung gehen in die Benotung der Prüfungsleistung anderer Art ein. Der Gesamteindruck wird beurteilt.

Dauer ca. 20min.

**Voraussetzungen**
Grundlagenkenntnisse zu optischen Kommunikationssystemen.

Nachgewiesen beispielsweise durch den Abschluss eines der Module „Optical Networks and Systems-ONS“, „Optoelectronic Components -OC, oder „Optical Transmitters and Receivers - OTR.

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen aus der optischen Kommunikationstechnik und der digitalen Signalverarbeitung sind hilfreich.

# T 10.27 Teilleistung: Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar [T-ETIT-110940]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105415 - Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308450 | Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Younis |
| WS 21/22 | 2308451 | Übung zu 2308450 Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar | 1 SWS | Übung (Ü) / 🏵 | Younis |

Legende: 🖥 Online, 🏵 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten)

**Voraussetzungen**
Die benötigten Grundlagen werden in der Vorlesung wiederholt. Vorteilhaft für ein Umfassendes Verständnis sind: Radar System Engineering (engl.), Antennen und Mehrantennensysteme, Spaceborne Radar Remote Sensing (engl.), Modern Radio System Engineering (engl.).

**Empfehlungen**
Grundlagen der Signalprozessierung und Radartechnik sind hilfreich.

**Anmerkungen**
2 SWS Vorlesung Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

1 SWS Übungen Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

Klausur Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

# T 10.28 Teilleistung: Dosimetrie ionisierender Strahlung [T-ETIT-104505]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-101847 - Dosimetrie ionisierender Strahlung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2305294 | Dosimetrie ionisierender Strahlung | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Breustedt |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlicher Gesamtprüfung (2 h).

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.29 Teilleistung: Echtzeitregelung elektrischer Antriebe [T-ETIT-111898]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andreas Liske
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105916 - Echtzeitregelung elektrischer Antriebe

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Version |
|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | 1 |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten).

# T 10.30 Teilleistung: Einführung in die Bildfolgenauswertung [T-INFO-101273]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-100736 - Einführung in die Bildfolgenauswertung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 24684 | Einführung in die Bildfolgenauswertung | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Arens |

Legende: 🖥 Online, 🏟 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach §4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Voraussetzungen**
Keine.

# T 10.31 Teilleistung: Einführung in die Energiewirtschaft [T-WIWI-102746]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolf Fichtner
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
**Bestandteil von:** M-WIWI-100498 - Einführung in die Energiewirtschaft

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 4 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2581010 | Einführung in die Energiewirtschaft | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Fichtner |
| SS 2022 | 2581011 | Übungen zu Einführung in die Energiewirtschaft | 2 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Lehmann, Sandmeier, Ardone, Fichtner |

Legende: 📱 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (90 Minuten) (nach SPO § 4(2)). Die Prüfung wird in jedem Semester angeboten und kann zu jedem ordentlichen Prüfungstermin wiederholt werden. Abhängig von der weiteren pandemischen Entwicklung wird die Prüfung ggf. als Open-Book-Prüfung (Prüfungsleistung anderer Art nach SPO § 4(2) Pkt. 3) angeboten.

**Voraussetzungen**
Keine.

# T 10.32 Teilleistung: Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker [T-ETIT-100739]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerhard Grau
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100432 - Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2309474 | Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker | 3 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Grau |

Legende: 🖳 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden regelmäßig angeboten.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.33 Teilleistung: Einführung in die wissenschaftliche Methode (Seminar) [T-ETIT-111316]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Studienleistung | 1 | best./nicht best. | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2305504 | Einführung in die wissenschaftliche Methode | 1 SWS | Seminar (S) / 🗣 | Nahm |
| SS 2022 | 2305744 | Einführung in die wissenschaftliche Methode | 1 SWS | Seminar (S) / 🖥 | Nahm |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Studienleistung. Die Prüfung erfolgt durch die Erstellung und Präsentation einer Seminararbeit.

**Voraussetzungen**
keine

**Anmerkungen**
Detaillierte Informationen zu Inhalten, Qualifikationszielen und Arbeitsaufwand unter:
M-ETIT-105664 – Einführung in die wissenschaftliche Methode (Seminar)

# T 10.34 Teilleistung: Electric Power Transmission & Grid Control [T-ETIT-110883]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105394 - Electric Power Transmission & Grid Control

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2307376 | Electric Power Transmission & Grid Control | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Leibfried |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The examination consists of a written paper and an oral presentation of the students work. The overall impression is rated.

**Voraussetzungen**
none

# T 10.35 Teilleistung: Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields [T-ETIT-100640]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100386 - Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308263 | Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Pauli |
| WS 21/22 | 2308265 | Exercise for 2308263 Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields | 1 SWS | Übung (Ü) / | Pauli, Giroto de Oliveira |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Grundlagen der Elektromagnetischen Feldtheorie.

# T 10.36 Teilleistung: Elektrische Energienetze [T-ETIT-100830]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100572 - Elektrische Energienetze

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2307371 | Elektrische Energienetze | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Leibfried |
| WS 21/22 | 2307373 | Übungen zu 2307371 Elektrische Energienetze | 2 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Leibfried, Geis-Schroer |

Legende: 🖥 Online, 🏢 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.37 Teilleistung: Elektrische Schienenfahrzeuge [T-MACH-102121]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer
Prof. Dr.-Ing. Peter Gratzfeld

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich NFG Bahnsystemtechnik

**Bestandteil von:** M-MACH-102692 - Elektrische Schienenfahrzeuge

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2114346 | Elektrische Schienenfahrzeuge | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Tesar, Gratzfeld |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Prüfung: mündlich

Dauer: ca. 20 Minuten

Hilfsmittel: keine

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.38 Teilleistung: Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser [T-ETIT-100783]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100511 - Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2313746 | Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Kling |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse aus M-ETIT-100481 – Plasmastrahlungsquellen sind hilfreich.

# T 10.39 Teilleistung: Elektronische Systeme und EMV [T-ETIT-100723]

**Verantwortung:** Dr. Martin Sack
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100410 - Elektronische Systeme und EMV

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2307378 | Elektronische Systeme und EMV | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Sack |

Legende: 🖳 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.40 Teilleistung: Energietechnisches Praktikum [T-ETIT-100728]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Badent
Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100419 - Energietechnisches Praktikum

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2307398 | Energietechnisches Praktikum | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Badent, Becker |

Legende: 🖳 Online, 🖳🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfungsleistung. Die Gesamtnote ergibt sich aus den 8 Versuchen.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Elektrische Maschinen und Stromrichter, Elektroenergiesysteme

**Anmerkungen**
Gemeinsame Veranstaltung des IEH und des ETI.

# T 10.41 Teilleistung: Energieübertragung und Netzregelung [T-ETIT-101941]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100534 - Energieübertragung und Netzregelung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2307372 | Energieübertragung und Netzregelung | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Leibfried |
| SS 2022 | 2307374 | Übungen zu 2307372 Energieübertragung und Netzregelung | 1 SWS | Übung (Ü) / 🖥 | Präger |

Legende: 🖥 Online, 🎲 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.42 Teilleistung: Energiewirtschaft [T-ETIT-100725]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Bernd Hoferer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100413 - Energiewirtschaft

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2307383 | Energiewirtschaft | 2 SWS | Vorlesung (V) | Weissmüller |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten)

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.43 Teilleistung: Energy Storage and Network Integration [T-ETIT-104644]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Mathias Noe
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-101969 - Energy Storage and Network Integration

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312687 | Energy Storage and Network Integration | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Grilli |
| WS 21/22 | 2312689 | Tutorial for 2312687 Energy Storage and Network Integration | 1 SWS | Block (B) / 🗣 | De Carne, Grilli |

Legende: 📱 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten).

**Voraussetzungen**
Weder die deutschsprachige ETIT-Leistung "Energiespeicher und Netzintegration", noch die MACH-Leistung "Energiespeicher und Netzintegration" wurden geprüft. Alledrei Prüfungen schließen sich gegenseitig aus.

**Empfehlungen**
Basic knowledge in the fields of Electrical Engineering and Thermodynamics is helpful.

**Anmerkungen**
Prüfung und Vorlesung finden in englischer Sprache statt.

# T 10.44 Teilleistung: Entrepreneurship [T-WIWI-102864]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Orestis Terzidis
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
**Bestandteil von:** M-ETIT-105073 - Student Innovation Lab

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2545001 | Entrepreneurship | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Terzidis, Kuschel Rietzsch |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (60 min.) (nach §4(2), 1 SPO).

Die Note ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Den Studierenden wird durch gesonderte Aufgabenstellungen die Möglichkeit geboten einen Notenbonus zu erwerben. Liegt die Note der schriftlichen Prüfung zwischen 4,0 und 1,3, so verbessert der Bonus die Note um maximal eine Notenstufe (0,3 oder 0,4). Die genauen Kriterien für die Vergabe eines Bonus werden zu Vorlesungsbeginn bekannt gegeben.

**Voraussetzungen**
Keine

**Empfehlungen**
Keine

# T 10.45 Teilleistung: Entwurf elektrischer Maschinen [T-ETIT-100785]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
Prof. Dr. Martin Doppelbauer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-100515 - Entwurf elektrischer Maschinen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2306324 | Entwurf elektrischer Maschinen | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Doppelbauer |
| WS 21/22 | 2306325 | Übungen zu 2306324 Entwurf elektrischer Maschinen | 1 SWS | Übung (Ü) / | Doppelbauer |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Modul: Elektrische Maschinen und Stromrichter

# T 10.46 Teilleistung: Entwurf von Mikrowellenmodulen [T-ETIT-111375]

**Verantwortung:** Dr. Thomas Geist
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105701 - Entwurf von Mikrowellenmodulen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308426 | Entwurf von Mikrowellenmodulen | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Geist |

Legende: 🖳 Online, 🖳🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

# T 10.47 Teilleistung: Erzeugung elektrischer Energie [T-ETIT-101924]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Bernd Hoferer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100407 - Erzeugung elektrischer Energie

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2307356 | Erzeugung elektrischer Energie | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Hoferer |

Legende: 🖳 Online, 🖳🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.48 Teilleistung: Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices [T-ETIT-103613]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-101919 - Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2313760 | Fabrication and Characterization of Optoelectronic Devices | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Paetzold |

Legende: 🖳 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung. Die Modulnote ist die Note dieser schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.49 Teilleistung: Fertigungsmesstechnik [T-ETIT-106057]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-103043 - Fertigungsmesstechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2302116 | Fertigungsmesstechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Heizmann |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 Minuten. Bei weniger als 20 Prüflingen kann alternativ eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse der Stochastik und von Grundlagen der Messtechnik sind hilfreich.

# T 10.50 Teilleistung: Field Propagation and Coherence [T-ETIT-100976]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Freude
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100566 - Field Propagation and Coherence

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2309466 | Field Propagation and Coherence | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Freude, Kotz, Xu |
| WS 21/22 | 2309467 | Tutorial for 2309466 Field Propagation and Coherence | 1 SWS | Übung (Ü) / | Freude, Kotz, Xu |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden regelmäßig angeboten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse im Bereich Elemente der Wellenausbreitung.

# T 10.51 Teilleistung: Funkempfänger [T-ETIT-106431]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Friedrich Jondral
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-103241 - Funkempfänger

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2310531 | Funkempfänger | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Jondral |

Legende: 💻 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

# T 10.52 Teilleistung: Grundlagen der Fahrzeugtechnik I [T-MACH-100092]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Gauterin
Dr.-Ing. Hans-Joachim Unrau

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik

**Bestandteil von:** M-MACH-100501 - Grundlagen der Fahrzeugtechnik I

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Sprache | Version |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 8 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Sem. | | 3 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2113805 | Grundlagen der Fahrzeugtechnik I | 4 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Gauterin, Unrau |
| WS 21/22 | 2113809 | Automotive Engineering I | 4 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Gauterin, Gießler |

Legende: 🖥 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
schriftlich

Dauer: 120 Minuten

Hilfsmittel: keine

**Voraussetzungen**
Die Teilleistung "T-MACH-102203 - Automotive Engineering I" darf nicht begonnen oder abgeschlossen sein. Die Teilleistungen "T-MACH-100092 - Grundlagen der Fahrzeugtechnik I" und "T-MACH-102203 - Automotive Engineering I" schließen einander aus.

# T 10.53 Teilleistung: Grundlagen der Fahrzeugtechnik II [T-MACH-102117]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Gauterin
Dr.-Ing. Hans-Joachim Unrau

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik

**Bestandteil von:** M-MACH-100502 - Grundlagen der Fahrzeugtechnik II

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2114835 | Grundlagen der Fahrzeugtechnik II | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Unrau |
| SS 2022 | 2114855 | Automotive Engineering II | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🏫 | Gießler |

Legende: 💻 Online, 🏫 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
schriftlich

Dauer: 90 Minuten

Hilfsmittel: keine

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.54 Teilleistung: Grundlagen der Plasmatechnologie [T-ETIT-100770]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100483 - Grundlagen der Plasmatechnologie

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2313734 | Grundlagen der Plasmatechnologie | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Kling |

Legende: 🖳 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Das vorherige Hören der Vorlesung -ETIT-100481 – Plasmastrahlungsquellen ist hilfreich.

# T 10.55 Teilleistung: Hardware Modeling and Simulation [T-ETIT-100672]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Jens Becker
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100449 - Hardware Modeling and Simulation

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311608 | Hardware Modeling and Simulation | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Becker, Becker |
| WS 21/22 | 2311610 | Exercise for 2311608 Hardware Modeling and Simulation | 1 SWS | Übung (Ü) / | Unger |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Vorlesung „Systems and Software Engineering" (23605)

**Anmerkungen**
Semesterbegleitend schriftlich, ansonsten mündlich.
Ab WS 19/20 sind die Modulverantwortlichen Prof. Jürgen Becker und Dr. Jens Becker.
Ab WS 19/20 wird das Modul im WS angeboten.

# T 10.56 Teilleistung: Hardware/Software Co-Design [T-ETIT-100671]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Oliver Sander
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100453 - Hardware/Software Co-Design

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311620 | Hardware/Software Co-Design | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Sander, Becker |
| WS 21/22 | 2311623 | Übungen zu 2311620 Hardware/ Software Co-Design | 1 SWS | Übung (Ü) / | Lesniak |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen aus Digitaltechnik und Informationstechnik sind hilfreich.

# T 10.57 Teilleistung: Hardware-Synthese und -Optimierung [T-ETIT-100673]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100452 - Hardware-Synthese und -Optimierung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2311619 | Hardware-Synthese und -Optimierung | 3 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Becker |
| SS 2022 | 2311621 | Übungen zu 2311619 Hardware-Synthese und -Optimierung | 1 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Dörr |

Legende: 🖥 Online, 🖥🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.58 Teilleistung: Hochleistungsmikrowellentechnik [T-ETIT-100791]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100521 - Hochleistungsmikrowellentechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308435 | Hochleistungsmikrowellentechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Jelonnek |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

# T 10.59 Teilleistung: Hochleistungsstromrichter [T-ETIT-100715]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100398 - Hochleistungsstromrichter

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2306319 | Hochleistungsstromrichter | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Hiller |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu den Grundlagen der LV „Elektrische Maschinen und Stromrichter“ sind hilfreich.

# T 10.60 Teilleistung: Hochspannungsprüftechnik [T-ETIT-101915]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Badent
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100417 - Hochspannungsprüftechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2307392 | Hochspannungsprüftechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Badent |
| WS 21/22 | 2307394 | Übungen zu 2307392 Hochspannungsprüftechnik | 2 SWS | Übung (Ü) / | Gielnik |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Hochspannungstechnik

# T 10.61 Teilleistung: Hochspannungstechnik [T-ETIT-110266]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Badent
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105060 - Hochspannungstechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2307360 | Hochspannungstechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Badent |
| WS 21/22 | 2307362 | Übungen zu 2307360 Hochspannungstechnik | 1 SWS | Übung (Ü) / | Badent |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

# T 10.62 Teilleistung: Industriebetriebswirtschaftslehre [T-WIWI-100796]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolf Fichtner
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Studienleistung schriftlich | 3 | best./nicht best. | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2581040 | Industriebetriebswirtschaftslehre | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Fichtner |

Legende: 🖥 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer unbenoteten schriftlichen Prüfung (Klausur).

**Voraussetzungen**
Keine

# T 10.63 Teilleistung: Informationsfusion [T-ETIT-106499]

**Verantwortung:** Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-103264 - Informationsfusion

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2302139 | Informationsfusion | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Heizmann |
| WS 21/22 | 2302141 | Übungen zu 2302139 Informationsfusion | 1 SWS | Übung (Ü) / | Heizmann |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 Minuten. Bei weniger als 20 Prüflingen kann alternativ eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach stattfinden. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse der Grundlagen der Stochastik sind hilfreich.

# T 10.64 Teilleistung: Informationstechnik in der industriellen Automation [T-ETIT-100698]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Peter-Axel Bort
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100367 - Informationstechnik in der industriellen Automation

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2302144 | Informationstechnik in der industriellen Automation | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Bort |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20-25 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.65 Teilleistung: Innovation Lab [T-ETIT-110291]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Prof. Dr. Werner Nahm
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Prof. Dr. Wilhelm Stork
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-105073 - Student Innovation Lab

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 9 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2303192 | Innovation Lab | 2 SWS | Projekt (PRO) / 🗣 | Hohmann, Zwick, Sax, Stork, Nahm |
| SS 2022 | 2303192 | Innovation Lab | 2 SWS | Projekt (PRO) | Hohmann, Zwick, Sax, Stork, Nahm |

Legende: 🖳 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
see module description

# T 10.66 Teilleistung: Integrierte Intelligente Sensoren [T-ETIT-100961]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100457 - Integrierte Intelligente Sensoren

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2311630 | Integrierte Intelligente Sensoren | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Stork |

Legende: 🖳 Online, 🖳🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.67 Teilleistung: Integrierte Systeme und Schaltungen [T-ETIT-100972]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100474 - Integrierte Systeme und Schaltungen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2312688 | Integrierte Systeme und Schaltungen | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Ilin |
| SS 2022 | 2312690 | Übungen zu 2312688 Integrierte Systeme und Schaltungen | 1 SWS | Übung (Ü) / | Wünsch, Ilin |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung im Umfang von 60 Minuten statt.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Der erfolgreiche Abschluss von LV 23655 (Elektronische Schaltungen) ist erforderlich, da das Modul auf dem Stoff und den Vorkenntnissen der genannten Lehrveranstaltung aufbaut.

# T 10.68 Teilleistung: Interfakultatives Team-Projekt [T-ETIT-106110]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-103076 - Interfakultatives Team-Projekt

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2313710 | Interfakultatives Team-Projekt | 4 SWS | Projekt (PRO) / 🖳 | Kling |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung plus die Note der Projektarbeit.

**Voraussetzungen**
keine

**Anmerkungen**
Teamprojekt ETIT Studierende mit Architektur Studierenden.

# T 10.69 Teilleistung: Introduction to automotive and industrial Lidar technology [T-ETIT-111011]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105461 - Introduction to automotive and industrial Lidar technology

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Sem. | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311604 | Introduction to automotive and industrial Lidar technology | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Stork, Heußner |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art. Sie besteht aus einer mündlichen Befragung und einer mündlichen Kurzpräsentation. Der Gesamteindruck wird bewertet.

# T 10.70 Teilleistung: Introduction to the Scientific Method (Seminar) [T-ETIT-111317]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Studienleistung | 1 | best./nicht best. | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2305746 | Introduction to the Scientific Method | 1 SWS | Seminar (S) / 🗣 | Nahm |
| SS 2022 | 2305745 | Introduction to the Scientific Method | 1 SWS | Seminar (S) / 💻 | Nahm |

Legende: 💻 Online, 🎲 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The sucess control takes place in the form of a study achievement. The exam consists of the preparation and the presentation of a seminar paper.

**Voraussetzungen**
none

**Anmerkungen**
Detailled information on contents, competence goals, and work load at:
M-ETIT-105665 – Introduction to the Scientific Method (Seminar)

# T 10.71 Teilleistung: Kognitive Systeme [T-INFO-101356]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerhard Neumann
Prof. Dr. Alexander Waibel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-100819 - Kognitive Systeme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 24572 | Kognitive Systeme | 4 SWS | Vorlesung / Übung (VÜ) / 🗣 | Waibel, Neumann |

Legende: 🖩 Online, 🏵 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 der SPO.

Durch die Bearbeitung von Übungsblättern kann zusätzlich ein Notenbonus von max. 0,4 Punkte (entspricht einem Notenschritt) errreicht werden. Dieser Bonus ist nur gültig für eine Prüfung im gleichen Semester.

### Voraussetzungen
Keine.

### Empfehlungen

- Einfache Programmierkenntnisse (für die Übungen)
- Kenntnisse in der Programmierung von Python. Die Grundlagen werden aber am Anfang der Vorlesung kurz wiederholt sodass man sich diese Kenntnisse auch noch für diese Vorlesung aneignen kann.
- Gute mathematische Grundkennntnisse

# T 10.72 Teilleistung: Kommunikationskonzepte und E/E-Architekturen für digitale, vernetzte Fahrzeuge [T-ETIT-111213]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105593 - Kommunikationskonzepte und E/E-Architekturen für digitale, vernetzte Fahrzeuge

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Sem. | 1 |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Besuch der Vorlesungen “Systems and SoftwareEngineering” und “Communication Systems and Protocols” sind hilfreich.

# T 10.73 Teilleistung: Labor Regelungstechnik [T-ETIT-111009]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105467 - Labor Regelungstechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2303169 | Labor Regelungstechnik | 4 SWS | Block (B) / 🗣 | Hohmann |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle besteht aus einer mündlichen Prüfung von ca. 45 min. und der Abgabe einer schriftlichen Dokumentation.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.74 Teilleistung: Labor Schaltungsdesign [T-ETIT-100788]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Dr.-Ing. Oliver Sander

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-100518 - Labor Schaltungsdesign

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311638 | Labor Schaltungsdesign | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Becker |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer praktikumsbegleitenden Bewertung, sowie einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Grundlegende Kenntnisse von elektronischen Basisschaltungen z.B. Lineare Elektrische Netze, Elektronische Schaltungen und Elektrische Maschinen und Stromrichter

# T 10.75 Teilleistung: Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering [T-ETIT-110898]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105402 - Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2307355 | Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Leibfried |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The control of success is carried out in the form of a total of 3 grades of the experiments (1 grade per experiment) in accordance with § 4 Paragraph 2 No. 3 SPO-Master2015-016, 2018

**Empfehlungen**
Basic knowledge from the lectures High Voltage Engineering, Calculation of Electrical Grids and Electric Power Transmission and Grid Control. PC knowledge and English skills.

# T 10.76 Teilleistung: Laser Metrology [T-ETIT-100643]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marc Eichhorn
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100434 - Laser Metrology

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2301478 | Laser Metrology | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Eichhorn |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden regelmäßig angeboten.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.77 Teilleistung: Laser Physics [T-ETIT-100741]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marc Eichhorn
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100435 - Laser Physics

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2301480 | Laserphysics | 2 SWS | Vorlesung (V) | Eichhorn |
| WS 21/22 | 2301481 | Exercise for 2301480 Laserphysics | 1 SWS | Übung (Ü) | Eichhorn |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden regelmäßig angeboten.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.78 Teilleistung: Leistungselektronik [T-ETIT-100801]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100533 - Leistungselektronik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2306320 | Leistungselektronik | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Hiller |
| SS 2022 | 2306322 | Übungen zu 2306320 Leistungselektronik | 1 SWS | Übung (Ü) / | Hiller, Frank, Sommer |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
Keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu den Grundlagen der LV „Elektrische Maschinen und Stromrichter“ und „Hochleistungsstromrichter“ sind hilfreich.

# T 10.79 Teilleistung: Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie [T-ETIT-104569]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-102261 - Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2306347 | Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie | 2 SWS | Vorlesung (V) | Burger |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Modul Leistungselektronik

# T 10.80 Teilleistung: Lichttechnik [T-ETIT-100772]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100485 - Lichttechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313739 | Lichttechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Neumann |
| WS 21/22 | 2313741 | Übungen zu 2313739 Lichttechnik | 1 SWS | Übung (Ü) | Neumann |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.81 Teilleistung: Light and Display Engineering [T-ETIT-100644]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100512 - Light and Display Engineering

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313747 | Light and Display Engineering | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Kling |
| WS 21/22 | 2313749 | Übungen zu 2313747 Light and Display Engineering | 1 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Kling |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.82 Teilleistung: Lighting Design - Theory and Applications [T-ETIT-100997]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100577 - Lighting Design - Theory and Applications

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313751 | Lighting Design - Theory and Applications | 2 SWS | Seminar (S) / 🗣 | Kling |

Legende: 🖳 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 25 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Hearing first M-ETIT-100512 - Light and Display Engineering lecture is beneficial.

# T 10.83 Teilleistung: Machine Learning and Optimization in Communications [T-ETIT-110123]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-104988 - Machine Learning and Optimization in Communications

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Sem. | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2310560 | Machine Learning and Optimization in Communications | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Schmalen |
| SS 2022 | 2310561 | Übung zu 2310560 Machine Learning and Optimization in Communications | 1 SWS | Übung (Ü) / | Schmalen |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Oral examination of approx. 20 minutes.

**Voraussetzungen**
Knowledge of basic engineering mathematics including integral transformations and probability theory as well as basic knowledge of communications engineering.

**Empfehlungen**
Previous visit to the lecture "Telecommunications I" and "Probability Theory" is recommended. Knowledge from the lectures "Applied Information Theory" and "Measurement Engineering" are helpful.

# T 10.84 Teilleistung: Machine Vision [T-MACH-105223]

**Verantwortung:** Dr. Martin Lauer
Prof. Dr.-Ing. Christoph Stiller

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mess- und Regelungstechnik

**Bestandteil von:** M-MACH-101923 - Machine Vision

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 8 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2137308 | Machine Vision | 4 SWS | Vorlesung / Übung (VÜ) / 🖳 | Lauer, Kinzig |

Legende: 🖳 Online, 🌳 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Art der Prüfung: schriftliche Prüfung
Dauer der Prüfung: 60 Minuten

**Voraussetzungen**
Keine

# T 10.85 Teilleistung: Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren [T-WIWI-106340]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Johann Marius Zöllner
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
**Bestandteil von:** M-WIWI-105003 - Maschinelles Lernen 1

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 3 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2511500 | Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Zöllner |
| WS 21/22 | 2511501 | Übungen zu Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren | 1 SWS | Übung (Ü) / | Zöllner, Daaboul, Polley |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Abhängig von der weiteren pandemischen Entwicklung wird die Prüfung entweder als Open-Book-Prüfung (Prüfungsleistung anderer Art), oder als schriftliche Prüfung (60 min) angeboten.

Die Prüfung wird in jedem Semester angeboten und kann zu jedem ordentlichen Prüfungstermin wiederholt werden.

**Voraussetzungen**
Keine.

# T 10.86 Teilleistung: Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren [T-WIWI-106341]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Johann Marius Zöllner
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
**Bestandteil von:** M-WIWI-105006 - Maschinelles Lernen 2

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2511502 | Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Zöllner |
| SS 2022 | 2511503 | Übungen zu Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren | 1 SWS | Übung (Ü) / | Zöllner |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Abhängig von der weiteren pandemischen Entwicklung wird die Prüfung entweder als Open-Book-Prüfung (Prüfungsleistung anderer Art), oder als schriftliche Prüfung (60 min) angeboten.

Die Prüfung wird in jedem Semester angeboten und kann zu jedem ordentlichen Prüfungstermin wiederholt werden.

**Voraussetzungen**
Keine.

# T 10.87 Teilleistung: Masterarbeit [T-ETIT-100987]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100574 - Masterarbeit

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Abschlussarbeit | 30 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

**Erfolgskontrolle(n)**
Das Modul besteht aus der Masterarbeit und einer Präsentation (SPO2015 §14 (1a)).
Die Präsentation ist innerhalb der Bearbeitungsdauer gemäß Absatz 4 der SPO-MA2015-016 durchzuführen.
Über eine Verlängerung der Frist entscheidet der Prüfungsausschuss auf begründeten Antrag des/der Studenten/Studentin mit Zustimmung des/der Betreuers/Betreuerin.

**Voraussetzungen**
**Voraussetzungen gemäß:**

**Studien- und Prüfungsordnung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) für den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik 2015**

**§ 14 Modul Masterarbeit**:

(1) Voraussetzung für die Zulassung zum Modul Masterarbeit ist, dass die/der Studierende höchstens Modulprüfungen im Umfang von 15 LP noch nicht erfolgreich abgelegt und einen von dem/der für das jeweilige Vertiefungsfach zuständigen Studienberater/Studienberaterin genehmigten individuellen Studienplan vorgelegt hat, aus dem die von dem/der Studierenden gewählten Module hervorgehen. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss auf Antrag der/des Studierenden.

**Abschlussarbeit**
Bei dieser Teilleistung handelt es sich um eine Abschlussarbeit. Es sind folgende Fristen zur Bearbeitung hinterlegt:

| | |
|---|---|
| **Bearbeitungszeit** | 6 Monate |
| **Maximale Verlängerungsfrist** | 3 Monate |
| **Korrekturfrist** | 8 Wochen |

Die Abschlussarbeit ist genehmigungspflichtig durch den Prüfungsausschuss.

**Empfehlungen**
Es wird empfohlen das Berufspraktikum mit 15 LP vor der Masterarbeit abzulegen. Nach SPO-MA2015-016, § 19a gilt: "Voraussetzung für die Anmeldung zur letzten Modulprüfung der Masterprüfung ist die Bescheinigung über das erfolgreich abgeleistete Berufspraktikum nach § 14a."

# T 10.88 Teilleistung: Mehrdimensionale Signalverarbeitung und Bildauswertung mit Graphikkarten und anderen Mehrkernprozessoren [T-INFO-106278]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
Dr. Thomas Perschke

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** M-INFO-103154 - Mehrdimensionale Signalverarbeitung und Bildauswertung mit Graphikkarten und anderen Mehrkernprozessoren

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2400021 | Mehrdimensionale Signalverarbeitung und Bildauswertung mit Graphikkarten und anderen Mehrkernprozessoren | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Perschke |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

**LV eines Strukturmoduls (Modul mit mehreren LV):**
Die Erfolgskontrolle wird in der Modulbeschreibung erläutert. Die Gesamtnote des Moduls wird aus den mit Leistungspunkten gewichteten Teilnoten der einzelnen Lehrveranstaltungen gebildet und nach der ersten Kommastelle abgeschnitten.

**Voraussetzungen**
Keine.

**Empfehlungen**
Grundlegende Kenntnisse in den Bereichen der theoretischen Informatik (Algorithmen, Datenstrukturen) und der technischen Informatik (sequentielle Optimierung in C oder C++, Rechnerarchitekturen, parallele Programmierung) werden vorausgesetzt.

# T 10.89 Teilleistung: Mensch-Maschine-Interaktion [T-INFO-101266]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Beigl
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-100729 - Mensch-Maschine-Interaktion

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 24659 | Mensch-Maschine-Interaktion | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Beigl |

Legende: 🖳 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (im Umfang von i.d.R. 60 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Voraussetzungen**
Die Teilnahme an der Übung ist verpflichtend und die Inhalte der Übung sind relevant für die Prüfung.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-INFO-106257 - Übungsschein Mensch-Maschine-Interaktion muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

# T 10.90 Teilleistung: Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen [T-INFO-101361]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
Dr. Jürgen Geisler

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** M-INFO-100824 - Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 24100 | Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen | 2 SWS | Vorlesung (V) / | van de Camp |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (im Umfang von i.d.R. 60 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Voraussetzungen**
Keine.

# T 10.91 Teilleistung: Methoden der Signalverarbeitung [T-ETIT-100694]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100540 - Methoden der Signalverarbeitung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2302113 | Methoden der Signalverarbeitung | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🏢 | Heizmann |
| WS 21/22 | 2302115 | Übungen zu 2302113 Methoden der Signalverarbeitung | 1+1 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Heizmann |

Legende: 💻 Online, 🏢 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Kenntnis der Inhalte der Module "Signale und Systeme" und "Wahrscheinlichkeitstheorie" wird dringend empfohlen.

# T 10.92 Teilleistung: Mikroaktorik [T-MACH-101910]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Manfred Kohl
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik
**Bestandteil von:** M-MACH-100487 - Mikroaktorik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2142881 | Mikroaktorik | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖧 | Kohl |

Legende: 🖥 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
schriftliche Prüfung, 60 Minuten

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.93 Teilleistung: Mikrosystemtechnik [T-ETIT-100752]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100454 - Mikrosystemtechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311625 | Mikrosystemtechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Stork |

Legende: 🖥 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.94 Teilleistung: Mikrowellenmesstechnik [T-ETIT-100733]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100424 - Mikrowellenmesstechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 4 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2308420 | Mikrowellenmesstechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Pauli |
| SS 2022 | 2308422 | Übungen zu 2308420 Mikrowellenmesstechnik | 1 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Pauli |

Legende: 🖳 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

# T 10.95 Teilleistung: Mikrowellentechnik/Microwave Engineering [T-ETIT-100802]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100535 - Mikrowellentechnik/Microwave Engineering

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308407 | Mikrowellentechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Pauli |
| WS 21/22 | 2308409 | Übungen zu 2308407 Mikrowellentechnik | 1 SWS | Übung (Ü) / | Bhutani |
| SS 2022 | 2308407 | Microwave Engineering | 2 SWS | Vorlesung (V) | Pauli |
| SS 2022 | 2308409 | Tutorial for 2308407 Microwave Engineering | 1 SWS | Übung (Ü) | Nuß |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

**Anmerkungen**
WS: deutsch

SS: englisch

Es wird für alle Teilnehmer jedes Semester eine zweisprachige gemeinsame Prüfung durchgeführt.

# T 10.96 Teilleistung: Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen [T-ETIT-108389]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Stefan Wünsch
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-101968 - Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312691 | Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Wünsch |
| WS 21/22 | 2312693 | Übungen zu 2312691 Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen | 1 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Wünsch |

Legende: 💻 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 20 Minuten statt.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.97 Teilleistung: MMIC Design Laboratory [T-ETIT-111006]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105464 - MMIC Design Laboratory

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308438 | MMIC Design Laboratory | 4 SWS | Praktikum (P) / 🔀 | Ulusoy, Zwick |
| SS 2022 | 2308423 | MMIC Design Laboratory | 4 SWS | Praktikum (P) / 🔀 | Ulusoy, Zwick |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The written report and the oral presentation are used to mark the course. The overall impression is assessed.

# T 10.98 Teilleistung: Modellbildung elektrochemischer Systeme [T-ETIT-100781]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andre Weber
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100508 - Modellbildung elektrochemischer Systeme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2304217 | Modellbildung elektrochemischer Systeme | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Weber |

Legende: 🖳 Online, 🖳🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Inhalte der Vorlesung „Batterien und Brennstoffzelle“ werden als bekannt vorausgesetzt. Studierenden, die diese Vorlesung (noch) nicht gehört haben, wird empfohlen das Skript zu dieser Vorlesung vorab durchzuarbeiten.

# T 10.99 Teilleistung: Modern Radio Systems Engineering [T-ETIT-100735]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100427 - Modern Radio Systems Engineering

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2308430 | Modern Radio Systems Engineering | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Bhutani |
| SS 2022 | 2308431 | Tutorial 2308430 Modern Radio Systems Engineering | 1 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Bhutani |

Legende: 🖳 Online, 🖳🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik und der Nachrichtentechnik sind hilfreich.

# T 10.100 Teilleistung: Mustererkennung [T-INFO-101362]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
Tim Zander
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-100825 - Mustererkennung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 24675 | Mustererkennung | 4 SWS | Vorlesung / Übung (VÜ) / 🗣 | Beyerer |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (im Umfang von i.d.R. 60 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Abhängig von der Teilnehmerzahl wird sechs Wochen vor der Prüfungsleistung angekündigt (§ 6 Abs. 3 SPO), ob die Erfolgskontrolle

- in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO **oder**
- in Form einer schriftlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO

stattfindet.

**Voraussetzungen**
Keine.

**Empfehlungen**
Kenntnisse der Grundlagen der Stochastik, Signal- und Bildverarbeitung sind hilfreich.

# T 10.101 Teilleistung: Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II [T-ETIT-110697]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-105274 - Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2310509 | Communications Engineering II | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Jäkel |
| WS 21/22 | 2310510 | Übung zu 2310509 Communications Engineering II | 1 SWS | Übung (Ü) / | Jäkel |
| SS 2022 | 2310511 | Nachrichtentechnik II | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Jäkel |
| SS 2022 | 2310513 | Übungen zu 2310511 Nachrichtentechnik II | 1 SWS | Übung (Ü) / | Sturm |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung "Nachrichtentechnik I“, "Wahrscheinlichkeitstheorie“ sowie "Signale und Systeme“ wird empfohlen.

# T 10.102 Teilleistung: Nano- and Quantum Electronics [T-ETIT-111232]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105604 - Nano- and Quantum Electronics

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2312668 | Nano- and Quantum Electronics | 3 SWS | Vorlesung (V) / | Kempf |
| SS 2022 | 2312670 | Tutorial for 2312668 Nano- and Quantum Electronics | 1 SWS | Übung (Ü) / | Wünsch |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The assessment of success takes place in the form of a written examination lasting 120min. The grade corresponds to the result of the written examination.

**Voraussetzungen**
none

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-100971 - Nanoelektronik darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**
Successful completion of the modules "Superconductivity for Engineers" and „Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker“ is recommended.

# T 10.103 Teilleistung: Navigationssysteme für den Straßen- und Schienenverkehr [T-ETIT-105610]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-102671 - Navigationssysteme für den Straßen- und Schienenverkehr

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2301094 | Navigationssysteme für den Straßen- und Schienenverkehr | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Beyer |

Legende: 🖥 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten pro Person. Die Modulnote ist die Note dieser mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Bachelor (empfohlen)

Kenntnisse zu

1. Grundlagen der Statistik
2. Grundlagen der Regelungstechnik
3. Grundlagen der Navigation

**Anmerkungen**
Die Erfolgskontrolle findet als Gruppenprüfung statt. Die Anzahl der Teilnehmer/innen in einer Gruppe beträgt 3-4 Personen, die getrennt befragt werden.

Am Ende des Semester findet ein 1,5 stündiges Repetitorium statt, in dem der Vorlesungsstoff schwerpunktartig wiederholt wird. Zur Vorbereitung auf die mündliche Prüfung wird im Rahmen des Repetitoriums ein Fragenkatalog bereitgestellt.

# T 10.104 Teilleistung: Nichtlineare Regelungssysteme [T-ETIT-100980]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Mathias Kluwe
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100371 - Nichtlineare Regelungssysteme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2303173 | Nichtlineare Regelungssysteme | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Kluwe |

Legende: 🖳 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten über die Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Kenntnis der Inhalte des Moduls M-ETIT-100374 (Regelung linearer Mehrgrößensysteme) ist sehr zu empfehlen, da die dort im Linearen behandelten Grundlagen insbesondere für die Synthese hilfreich sind.

# T 10.105 Teilleistung: Nonlinear Optics [T-ETIT-101906]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100430 - Nonlinear Optics

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2309468 | Nonlinear Optics | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Koos |
| SS 2022 | 2309469 | Nonlinear Optics (Tutorial) | 2 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Koos |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden regelmäßig angeboten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Solide Kenntnisse in Mathematik und Physik; Grundkenntnisse in Optik und Photonik

**Anmerkungen**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Allerdings gibt es ein Bonus-System, das auf den Problem-Sets basiert, die in den Tutorials gelöst werden: Im Laufe des Tutorials werden ohne vorherige Ankündigung 3 Problem-Sets gesammelt und benotet. Wenn für jeden dieser Problem-Sets mehr als 70% der Aufgaben richtig gelöst sind, wird ein Bonus von 0,3 Noten auf die Abschlussnote der mündlichen Prüfung gewährt.

# T 10.106 Teilleistung: Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I [T-ETIT-100664]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100392 - Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 1 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2305289 | Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I | 1 SWS | Vorlesung (V) | Maul, Doerfel |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.107 Teilleistung: Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik II [T-ETIT-100665]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100393 - Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik II

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 1 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2305290 | Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik II | 1 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Maul, Doerfel |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Inhalte des Moduls "M-ETIT-100392 - Nuklearmedizin und nuklearmedizinische Messtechnik I" werden benötigt.

# T 10.108 Teilleistung: Numerical Methods - Exam [T-MATH-111700]

**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Peer Kunstmann
Prof. Dr. Michael Plum
Prof. Dr. Wolfgang Reichel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** M-MATH-105831 - Numerical Methods

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

**Erfolgskontrolle(n)**
Success control takes the form of a written examination (120 minutes).

**Voraussetzungen**
none

# T 10.109 Teilleistung: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen [T-ETIT-104595]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-102311 - Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2303180 | Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Nagato-Plum |
| SS 2022 | 2303181 | Übung zu 2303180 Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen | 1 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Nagato-Plum |

Legende: 🖳 Online, 🏵 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse folgender Module werden empfohlen:

Mathematik I-III im Bachelor

M-MATH-100536 - Numerische Methoden

# T 10.110 Teilleistung: Optical Design Lab [T-ETIT-100756]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100464 - Optical Design Lab

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2311647 | Optical Design Lab | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Stork |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Grundlagen der Optik (der Besuch der Vorlesung „Optical Engineering während des gleichen Semesters wird dringend empfohlen)

# T 10.111 Teilleistung: Optical Engineering [T-ETIT-100676]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100456 - Optical Engineering

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311629 | Optical Engineering | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Stork |
| WS 21/22 | 2311631 | Tutorial for 2311629 Optical Engineering | 1 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Vu |

Legende: 🖳 Online, 🖳🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.112 Teilleistung: Optical Networks and Systems [T-ETIT-106506]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-103270 - Optical Networks and Systems

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2309470 | Optical Networks and Systems | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Randel, Mahmud, Schwarzenberger |
| WS 21/22 | 2309471 | Tutorial for 2309470 Optical Networks and Systems | 1 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Randel, Mahmud, Schwarzenberger |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Grundkenntnisse der Nachrichtentechnik und Kommunikationstechnik, photonische Komponenten, Wellenausbreitung in optischen Fasern.

# T 10.113 Teilleistung: Optical Systems in Medicine and Life Science [T-ETIT-106462]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-103252 - Optical Systems in Medicine and Life Science

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2305292 | Optical Systems in Medicine and Life Science | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Nahm |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Written exam (60 minutes)

**Voraussetzungen**
Only one out of the two modules "M-ETIT-100552 - Optische Systeme für Medizintechnik und Life Sciences" and "M-ETIT-103252 - Optical Systems in Medicine and Life Science" is allowed.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-100815 - Optische Systeme für Medizintechnik und Life Sciences darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**
Good understanding of optics and optoelectronics.

**Anmerkungen**
Language English

# T 10.114 Teilleistung: Optical Transmitters and Receivers [T-ETIT-100639]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Freude
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100436 - Optical Transmitters and Receivers

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2309460 | Optical Transmitters and Receivers | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Freude, Bremauer, Fang |
| WS 21/22 | 2309461 | Tutorial for 2309460 Optical Transmitters and Receivers | 2 SWS | Übung (Ü) / | Freude, Bremauer, Fang |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden regelmäßig angeboten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse im Bereich Physik des pn-Übergangs.

# T 10.115 Teilleistung: Optical Waveguides and Fibers [T-ETIT-101945]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100506 - Optical Waveguides and Fibers

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2309464 | Optical Waveguides and Fibers | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Koos, Bao, Drayß |
| WS 21/22 | 2309465 | Tutorial for 2309464 Optical Waveguides and Fibers | 1 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Koos, Bao, Drayß |

Legende: 💻 Online, 🏟 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden regelmäßig angeboten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse in folgenden Bereichen: Elemente der Wellenausbreitung, Physik des pn-Übergangs.

**Anmerkungen**
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Allerdings gibt es ein Bonus-System, das auf den Problem-Sets basiert, die in den Tutorials gelöst werden: Im Laufe des Tutorials werden ohne vorherige Ankündigung 3 Problem-Sets gesammelt und benotet. Wenn für jeden dieser Problem-Sets mehr als 70% der Aufgaben richtig gelöst sind, wird ein Bonus von 0,3 Noten auf die Abschlussnote der mündlichen Prüfung gewährt.

# T 10.116 Teilleistung: Optimale Regelung und Schätzung [T-ETIT-104594]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-102310 - Optimale Regelung und Schätzung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2303162 | Optimale Regelung und Schätzung | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Kluwe |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse über die Inhalte der Module M-ETIT-100531 (Optimization of Dynamic Systems) sowie M-ETIT-100374 (Regelung linearer Mehrgrößensysteme) sind dringend zu empfehlen, da das Modul auf deren Ergebnissen aufbaut.

# T 10.117 Teilleistung: Optimization of Dynamic Systems [T-ETIT-100685]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100531 - Optimization of Dynamic Systems

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2303183 | Optimization of Dynamic Systems | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Hohmann |
| WS 21/22 | 2303185 | Übungen zu 2303183 Optimization of Dynamic Systems | 1 SWS | Übung (Ü) / | Bohn |
| WS 21/22 | 2303851 | Tutorien zu 2303183 Optimization of Dynamic Systems | 1 SWS | Tutorium (Tu) / | Bohn |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.118 Teilleistung: Optische Technologien im Automobil [T-ETIT-100773]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100486 - Optische Technologien im Automobil

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2313740 | Optische Technologien im Automobil | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Neumann |

Legende: 🖳 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

# T 10.119 Teilleistung: Optoelectronic Components [T-ETIT-101907]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Freude
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100509 - Optoelectronic Components

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2309486 | Optoelectronic Components | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Freude |
| SS 2022 | 2309487 | Optoelectronic Components (Tutorial) | 1 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Freude |

Legende: 🖳 Online, 🖳 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden regelmäßig angeboten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse in folgenden Bereichen: Elemente der Wellenausbreitung, Physik des pn-Übergangs.

# T 10.120 Teilleistung: Optoelektronik [T-ETIT-100767]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Lemmer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100480 - Optoelektronik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313726 | Optoelektronik | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Lemmer |
| WS 21/22 | 2313728 | Übungen zu 2313726 Optoelektronik | 1 SWS | Übung (Ü) | Lemmer |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse der Festkörperelektronik

# T 10.121 Teilleistung: Optoelektronische Messtechnik [T-ETIT-100771]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus Trampert
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100484 - Optoelektronische Messtechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2313736 | Optoelektronische Messtechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Trampert |

Legende: 🖳 Online, 🖳🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 25 Minuten) mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Kenntnisse aus dem Modul Lichttechnik und Technische Optik sind von Vorteil.

# T 10.122 Teilleistung: Patente und Patentstrategien in innovativen Unternehmen [T-MACH-105442]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Albert Albers
Prof. Dr.-Ing. Sven Matthiesen
Dipl.-Ing. Frank Zacharias

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Produktentwicklung

**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2147161 | Patente und Patentstrategien in innovativen Unternehmen | 2 SWS | Block (B) / 🗣 | Zacharias |
| SS 2022 | 2147160 | Patente und Patentstrategien in innovativen Unternehmen | 2 SWS | Block-Vorlesung (BV) / 💻 | Zacharias |

Legende: 💻 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Mündliche Prüfung, benotet, Dauer: 20 Minuten

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Keine

# T 10.123 Teilleistung: Photometrie und Radiometrie [T-ETIT-100789]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus Trampert
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100519 - Photometrie und Radiometrie

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313727 | Photometrie und Radiometrie | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Trampert |
| WS 22/23 | 2313727 | Photometrie und Radiometrie | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Trampert |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Kenntnisse aus dem Modul Optolektronische Messtechnik und Lichttechnik sind von Vorteil.

# T 10.124 Teilleistung: Photonics and Communications Lab [T-ETIT-109173]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-104485 - Photonics and Communications Lab

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2309490 | Photonics and Communications Lab | 4 SWS | Praktikum (P) / 🖳 | Koos, Freude, Randel |

Legende: 🖳 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen der Lösung der Aufgaben bezüglich der Versuchsvorbereitung (schriftlich und mündlich) sowie des Verfassens eines Versuchsberichtes.

Die Note ergibt sich aus den mündlichen und schriftlichen Aufgaben.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung: OTR – Optical Transmitters and Receivers (Prof. Freude)

MatLab: Grundkenntnisse

# T 10.125 Teilleistung: Photovoltaik [T-ETIT-101939]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Powalla
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100513 - Photovoltaik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2313737 | Photovoltaik | 4 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Powalla, Lemmer |
| SS 2022 | 2313738 | Übungen zu 2313737 Photovoltaik | 1 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Powalla, Lemmer |

Legende: 🖳 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung. Die Modulnote ist die Note dieser schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
"M-ETIT-100524 - Solar Energy" darf nicht begonnen sein.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-100774 - Solar Energy darf nicht begonnen worden sein.

# T 10.126 Teilleistung: Photovoltaische Systemtechnik [T-ETIT-100724]

**Verantwortung:** Dipl.-Ing. Robin Grab
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100411 - Photovoltaische Systemtechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2307380 | Photovoltaische Systemtechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Grab |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung im Umfang von 120 Minuten über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.127 Teilleistung: Physical and Data-Based Modelling [T-ETIT-111013]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105468 - Physical and Data-Based Modelling

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2303166 | Physical and Data-Based Modelling | 3 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Hohmann |
| SS 2022 | 2303168 | Tutorial for zu 2303166 Physical and Data-Based Modelling | 1 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Gießler |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Oral examination of approximately 20 minutes.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.128 Teilleistung: Physics, Technology and Applications of Thin Films [T-ETIT-111237]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105608 - Physics, Technology and Applications of Thin Films

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312710 | Physics, Technology and Application of Thin Films | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Ilin |
| WS 21/22 | 2312711 | Exercise for 2312710 Physics, Technology and Application of Thin Films | 1 SWS | Übung (Ü) / | Ilin |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The success control takes place within the framework of an oral overall examination of approx. 20 minutes.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-104642 - Thin films: technology, physics and applications darf nicht begonnen worden sein.
2. Die Teilleistung T-ETIT-106853 - Thin Films: Technology, Physics and Applications I darf nicht begonnen worden sein.

# T 10.129 Teilleistung: Physiologie und Anatomie I [T-ETIT-101932]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100390 - Physiologie und Anatomie I

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2305281 | Physiologie und Anatomie I | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Nahm |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.130 Teilleistung: Physiologie und Anatomie II [T-ETIT-101933]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100391 - Physiologie und Anatomie II

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2305282 | Physiologie und Anatomie II | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Nahm |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Inhalte des Moduls M-ETIT-100390 werden benötigt.

# T 10.131 Teilleistung: Plasmastrahlungsquellen [T-ETIT-100768]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Heering
Dr.-Ing. Rainer Kling
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100481 - Plasmastrahlungsquellen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313729 | Plasmastrahlungsquellen | 3 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Kling |

Legende: 🖳 Online, 🖳🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse aus Lichttechnik Modul M-ETIT-100485 sind hilfreich.

# T 10.132 Teilleistung: Plastic Electronics / Polymerelektronik [T-ETIT-100763]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Lemmer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100475 - Plastic Electronics / Polymerelektronik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313709 | Polymerelektronik/ Plastic Electronics | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Lemmer |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse der Halbleiterbauelemente

**Anmerkungen**
Vorlesung und Prüfung werden, je nach Bedarf, auf deutsch oder englisch gehalten.

# T 10.133 Teilleistung: Platzhalter Vertiefungsrichtung 3 LP - benotet [T-ETIT-106696]

**Einrichtung:** Universität gesamt
**Bestandteil von:** M-ETIT-103338 - Platzhaltermodul Vertiefungsrichtung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Version |
|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3 | Drittelnoten | 1 |

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.134 Teilleistung: Prädiktive Fahrerassistenzsysteme [T-ETIT-100692]

**Verantwortung:** Dr. Rüdiger Walter Henn
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100360 - Prädiktive Fahrerassistenzsysteme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308097 | Prädiktive Fahrerassistenzsysteme | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Henn, Weber |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten. Die Modulnote ist die Note dieser schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Bachelor-Abschluss

# T 10.135 Teilleistung: Praktikum Batterien und Brennstoffzellen [T-ETIT-100708]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andre Weber
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100381 - Praktikum Batterien und Brennstoffzellen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2304235 | Praktikum Batterien und Brennstoffzellen | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Weber |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von Prüfungsleistungen anderer Art.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Inhalte der Vorlesungen „Batterien und Brennstoffzellen“ sowie „ Batterie- und Brennstoffzellensysteme“ werden als bekannt vorausgesetzt. Studierende, die diese Vorlesungen (noch) nicht gehört haben müssen sich die Inhalte vorab erarbeiten.

# T 10.136 Teilleistung: Praktikum Biomedizinische Messtechnik [T-ETIT-101934]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Werner Nahm
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100389 - Praktikum Biomedizinische Messtechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 3 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2305276 | Praktikum Biomedizinische Messtechnik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🖳 | Nahm |

Legende: 🖳 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art. Die Prüfung erfolgt durch die Bewertung der schriftlichen Vorbereitungs- und Nachbereitungsprotokolle zu den einzelnen Versuchen.

Die Versuche und Protokolle werden immer in gemeinsamer Teamarbeit von einem Team bestehend aus zwei, in Sonderfällen auch drei festen Praktikumsteilnehmern durchgeführt bzw. ausgearbeitet. Dabei muss zurechenbar sein welcher Teilnehmer welche Aufgabe bearbeitet hat. Die Vorbereitungsprotokolle werden im Vorfeld eines Praktikumstermins geprüft und eine nicht ausreichende Bewertung führt zum Ausschluss vom Versuch. Es wird sich vorbehalten einzelne Fragen zur Vorbereitung in einer mündlichen Form zu Beginn des Versuchstermins nochmals zu überprüfen. Zu den einzelnen Praktikumsterminen besteht Anwesenheitspflicht. Im Fall einer Abwesenheit oder eines Ausschlusses vom Versuch wird der Einzelversuch mit der Note „mangelhaft“ gewertet. Bei zweimaligem Ausschluss wird das Praktikum als ”nicht bestanden“ gewertet.

**Voraussetzungen**
Die erfolgreiche Teilnahme am Modul "Biomedizinische Messtechnik I" ist Voraussetzung.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es muss eine von 2 Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-106492 - Biomedizinische Messtechnik I muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.
2. Die Teilleistung T-ETIT-101928 - Biomedizinische Messtechnik I muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

**Empfehlungen**
- Kenntnisse zu physiologischen Grundlagen aus der Vorlesung Physiologie und Anatomie
- Kenntnisse zur Entstehung von bioelektrischen Signalen und Messung dieser aus der Vorlesung Bioelektrische Signale
- Kenntnisse zur Signalverarbeitung aus der Vorlesung Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik
- Grundlegende Matlab-Kenntnisse

# T 10.137 Teilleistung: Praktikum Digitale Signalverarbeitung [T-ETIT-101935]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100364 - Praktikum Digitale Signalverarbeitung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2302134 | Praktikum Digitale Signalverarbeitung | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Schwabe, Heizmann |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Kenntnis der Inhalte der Module „Systemtheorie“, „Messtechnik“ und „Methoden der Signalverarbeitung“ wird dringend empfohlen.

**Anmerkungen**
Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung ist die Abgabe von Protokollen sämtlicher Versuche. Die Qualität der Protokolle wird bewertet; für eine Zulassung zur Prüfung muss diese akzeptabel sein.

Während sämtlicher Praktikumstermine einschließlich der Einführungsveranstaltung herrscht Anwesenheitspflicht. Bereits bei einmaligem unentschuldigtem Fehlen wird die Zulassung zur Prüfung nicht erteilt.

# T 10.138 Teilleistung: Praktikum Elektrische Antriebe und Leistungselektronik [T-ETIT-100718]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100401 - Praktikum Elektrische Antriebe und Leistungselektronik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2306331 | Praktikum Elektrische Antriebe und Leistungselektronik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Becker |

Legende: 🖳 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt 8 mündlichen Teil-Noten (pro Versuch 1 Teilprüfung).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Module

- Regelung elektrischer Antriebe und
- Leistungselektronik

sollten absolviert worden sein oder zumindest parallel zum Praktikum gehört werden.

# T 10.139 Teilleistung: Praktikum Entwurf digitaler Systeme [T-ETIT-104570]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-102264 - Praktikum Entwurf digitaler Systeme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2311637 | Praktikum Entwurf digitaler Systeme | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Becker |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer abschließenden mündlichen Prüfung sowie während der Labortermine anhand von Versuchsprotokollen und/oder mündlichen Abfragen. In Summe wird damit die Mindestanforderung an LP erfüllt.

**Voraussetzungen**
keine

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-102266 - Digital Hardware Design Laboratory darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**
Vorkenntnisse im Entwurf und in der Entwurfsautomatisierung elektronischer Systeme werden empfohlen.

**Anmerkungen**
Das Modul M-ETIT-102266 Digital Hardware Design Laboratory darf nicht begonnen oder abgeschlossen sein.

# T 10.140 Teilleistung: Praktikum Informationssysteme in der Elektrischen Energietechnik [T-ETIT-100727]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100415 - Praktikum Informationssysteme in der elektrischen Energietechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2307388 | Praktikum: Informationssysteme in der elektrischen Energietechnik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Leibfried, und Mitarbeiter |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt 3 Benotungen der Versuche (pro Versuch 1 Note).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Grundwissen aus den Vorlesungen Hochspannungstechnik, Berechnung elektrischer Netze und Energieübertragung und Netzregelung. PC-Kenntnisse und Englischkenntnisse.

# T 10.141 Teilleistung: Praktikum Lichttechnik [T-ETIT-104726]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-102356 - Praktikum Lichttechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313715 | Praktikum Lichttechnik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Neumann, Trampert |
| SS 2022 | 2313715 | Praktikum Lichttechnik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Trampert, Neumann |
| WS 22/23 | 2313715 | Praktikum Lichttechnik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Neumann, Trampert |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.142 Teilleistung: Praktikum Mechatronische Messsysteme [T-ETIT-106854]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-103448 - Praktikum Mechatronische Messsysteme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2302123 | Praktikum Mechatronische Messsysteme | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Heizmann, Uhlig |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Bei weniger als 20 Prüflingen kann alternativ eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse aus den Vorlesungen „Messtechnik“ bzw. „Messtechnik in der Mechatronik“ und „Fertigungsmesstechnik“ sowie Grundkenntnisse der Programmierung (z. B. in Matlab, C/C++) sind hilfreich.

**Anmerkungen**
Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung ist die Abgabe von Protokollen sämtlicher Versuche. Die Qualität der Protokolle wird bewertet; für eine Zulassung zur Prüfung muss diese akzeptabel sein.

Während sämtlicher Praktikumstermine einschließlich der Einführungsveranstaltung herrscht Anwesenheitspflicht. Bereits bei einmaligem unentschuldigtem Fehlen wird die Zulassung zur Prüfung nicht erteilt.

# T 10.143 Teilleistung: Praktikum Mikrowellentechnik [T-ETIT-110789]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105300 - Praktikum Mikrowellentechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308415 | Praktikum Mikrowellentechnik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Pauli |
| SS 2022 | 2308415 | Praktikum Mikrowellentechnik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Pauli |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Zur Vorbereitung der Laborversuche sind von jeder Laborgruppe vor dem Versuch einige Aufgaben als Hausarbeit gemeinsam zu bearbeiten und direkt vor Versuchsbeginn in einfacher Ausfertigung beim Betreuer abzugeben. Die Aufgaben zum Versuch an sich werden während der Durchführung bearbeitet und protokolliert. Das Protokoll soll direkt nach der Versuchsdurchführung beim Betreuer abgegeben werden. Vor jeder Versuchsdurchführung gibt es eine schriftliche Prüfung bzw. mündliche (ca. 20 min., keine Hilfsmittel) über den Versuchsinhalt.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Mikrowellenmesstechnik und HF-Komponenten und -Systeme sind hilfreich.

# T 10.144 Teilleistung: Praktikum Nachrichtentechnik [T-ETIT-100746]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100442 - Praktikum Nachrichtentechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2310517 | Praktikum Nachrichtentechnik | 4 SWS | Praktikum (P) / | Schmalen, Jäkel, Sturm, Bansbach |
| SS 2022 | 2310517 | Praktikum Nachrichtentechnik | 4 SWS | Praktikum (P) / | Schmalen, Jäkel, Sturm, Bansbach |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 30 Minuten. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesungen „Signale und Systeme“ sowie „Nachrichtentechnik I“.

# T 10.145 Teilleistung: Praktikum Nanoelektronik [T-ETIT-100757]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100468 - Praktikum Nanoelektronik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312669 | Praktikum Nanoelektronik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Ilin, und Mitarbeiter |
| SS 2022 | 2312669 | Praktikum Nanoelektronik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Ilin |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Bewertung eines schriftlichen Abschlussberichts (Umfang ca. 10-20 Seiten), in dessen Rahmen, in dem eine Einführung in das Thema, die Versuchsdurchführung, die wissenschaftlichen Ergebnisse sowie eine Einordnung der Ergebnisse in den Gesamtkontext zusammengefasst werden sollen.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Der erfolgreiche Abschluss des Moduls „Technology, physics and applications of thin films“ ist empfohlen.

# T 10.146 Teilleistung: Praktikum Nanotechnologie [T-ETIT-100765]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Ulrich Lemmer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100478 - Praktikum Nanotechnologie

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313714 | Praktikum Nanotechnologie | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Lemmer, Trampert |
| SS 2022 | 2313714 | Praktikum Nanotechnologie | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Trampert, Lemmer |
| WS 22/23 | 2313714 | Praktikum Nanotechnologie | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Lemmer, Trampert |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Anmerkungen**
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

# T 10.147 Teilleistung: Praktikum Optoelektronik [T-ETIT-100764]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus Trampert
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100477 - Praktikum Optoelektronik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313712 | Praktikum Optoelektronik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Kling, Trampert |
| SS 2022 | 2313712 | Praktikum Optoelektronik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Trampert, Kling |
| WS 22/23 | 2313712 | Praktikum Optoelektronik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Kling, Trampert |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Lehrveranstaltungen zu besuchen, da die Kenntnis der theoretischen Grundlagen hilfreich aber nicht zwingend vorausgesetzt werden. Sind die Grundlagen aus den entsprechenden Modulen nicht vorhanden, so bedeutet dies eine längere Vorbereitungszeit für den jeweiligen Versuch.

Hilfreiche Module: Festkörperelektronik

# T 10.148 Teilleistung: Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA [T-ETIT-100759]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100470 - Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312674 | Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Wünsch |
| SS 2022 | 2312674 | Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Wünsch |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen von 6 mündlichen Teilprüfungen und eines Abschlussberichtes statt.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.149 Teilleistung: Praktikum Software Engineering [T-ETIT-100681]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100460 - Praktikum Software Engineering

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2311640 | Praktikum Software Engineering | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Sax, Pfeffer |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen von zwei mündlichen Abfragen (Bewertungen) während des Labors sowie einer mündlichen Abschlussprüfung (20 min.). Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**

- Kenntnisse in System-Design (z.B. LV 23605)
- Softwareentwurf (z.B. LV 23611)
- C++

# T 10.150 Teilleistung: Praktikum Solarenergie [T-ETIT-104686]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus Trampert
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-102350 - Praktikum Solarenergie

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313716 | Praktikum Solarenergie | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Richards, Trampert, Paetzold |
| SS 2022 | 2313708 | Praktikum Solarenergie | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Trampert, Paetzold, Richards |
| WS 22/23 | 2313716 | Praktikum Solarenergie | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Richards, Trampert, Paetzold |

Legende: 🖥 Online, 🏘 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Lehrveranstaltungen zu besuchen, da die Kenntnis der theoretischen Grundlagen hilfreich aber nicht zwingend vorausgesetzt werden. Sind die Grundlagen aus den entsprechenden Modulen nicht vorhanden, so bedeutet dies eine längere Vorbereitungszeit für den jeweiligen Versuch.

Hilfreiche Module: Festkörperelektronik

**Anmerkungen**
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

# T 10.151 Teilleistung: Praktikum Supraleitende Quantenelektronik [T-ETIT-111233]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105605 - Praktikum Supraleitende Quantenelektronik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312715 | Praktikum Supraleitende Quantenelektronik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Kempf, Mitarbeiter*innen |
| SS 2022 | 2312675 | Praktikum Supraleitende Quantenelektronik | 4 SWS | Praktikum (P) / 🖥 | Kempf, Mitarbeiter*innen |

Legende: 🖥 Online, 🏵 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Bewertung eines schriftlichen Abschlussberichts (Umfang ca. 10-20 Seiten), in dessen Rahmen eine Einführung in das Thema, die Versuchsdurchführung, die wissenschaftlichen Ergebnisse sowie eine Einordnung der Ergebnisse in den Gesamtkontext zusammengefasst werden sollen.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Der erfolgreiche Abschluss der Module „Quantum detectors and sensors“ und „Nano- and quantum electronics“ ist empfohlen.

# T 10.152 Teilleistung: Praktikum System-on-Chip [T-ETIT-100798]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Prof. Dr. Ivan Peric

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-100451 - Praktikum System-on-Chip

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311612 | Praktikum System-on-Chip | 4 SWS | Praktikum (P) / 🗣 | Becker, Peric |

Legende: 💻 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 bis 30 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.153 Teilleistung: Praxis elektrischer Antriebe [T-ETIT-100711]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100394 - Praxis elektrischer Antriebe

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2306311 | Praxis elektrischer Antriebe | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Doppelbauer |
| SS 2022 | 2306313 | Übungen zu 2306311 Praxis elektrischer Antriebe | 1 SWS | Übung (Ü) / | Doppelbauer |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung von 120 Minuten Dauer.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Zum Verständnis des Moduls ist Grundlagenwissen im Bereich von elektrischen Maschinen empfehlenswert (erworben beispielsweise durch Besuch der Module "Elektrische Maschinen und Stromrichter"

# T 10.154 Teilleistung: Praxis leistungselektronischer Systeme [T-ETIT-105279]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-102569 - Praxis leistungselektronischer Systeme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2306329 | Praxis Leistungselektronischer Systeme | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Hiller |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
V: Elektrische Maschinen und Stromrichter, Leistungselektronik

# T 10.155 Teilleistung: Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen [T-ETIT-109148]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Manfred Nolle
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-104475 - Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Semester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311641 | Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen | 2 SWS | Block-Vorlesung (BV) / | Nolle |
| WS 21/22 | 2311643 | Übung zu 2311641 Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen | 1 SWS | Übung (Ü) / | Nolle |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO-MA2018-053. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Grundlegende Kenntnisse im Hardware- und Softwareentwurf

# T 10.156 Teilleistung: ProVIL – Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor [T-MACH-106738]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Albert Albers
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Produktentwicklung
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Produktentwicklung/Lehrstuhl Prof. Albers
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Studienleistung | 4 | best./nicht best. | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2146210 | ProVIL – Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor | 3 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Albers, Albers Assistenten |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Kolloquien und Präsentationen (erstellen).

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.157 Teilleistung: Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning [T-ETIT-111214]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Christian Borchert
Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-105594 - Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2302145 | Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Borchert |

Legende: 🖳 Online, 🌼 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Mündliche Prüfung, Note gemäß Ergebnis der Prüfung

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Grundlagen in: Mathematik, Differentialgleichungen, Lineare Algebra, Statistik, Grundkenntnisse in Matlab

# T 10.158 Teilleistung: Quantum Detectors and Sensors [T-ETIT-111234]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105606 - Quantum Detectors and Sensors

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312706 | Quantum Detectors and Sensors | 3 SWS | Vorlesung (V) / | Kempf |
| WS 21/22 | 2312707 | Exercise for 2312706 Quantum Detectors and Sensors | 1 SWS | Übung (Ü) / | Wünsch, Mitarbeiter*innen, Schuster |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The assessment of success takes place in the form of a written examination lasting 120min. The grade corresponds to the result of the written examination.

**Voraussetzungen**
None

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-111068 - Quantentechnologische Detektoren und Sensoren darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**
Successful completion of the module "Superconductivity for Engineers" is recommended.

# T 10.159 Teilleistung: Quellencodierung [T-ETIT-110673]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105273 - Quellencodierung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2310565 | Quellencodierung | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Schmalen |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von circa 20 Minuten. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung „Nachrichtentechnik I“, „Wahrscheinlichkeitstheorie“ sowie „Signale und Systeme“ wird empfohlen. Kenntnisse aus den Vorlesungen „Angewandte Informationstheorie“ sind hilfreich, aber nicht notwendig.

# T 10.160 Teilleistung: Radar Systems Engineering [T-ETIT-100729]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100420 - Radar Systems Engineering

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308454 | Radar Systems Engineering | 3 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Wiesbeck, Zwick |
| WS 21/22 | 2308455 | Rechnerübung zu 2308454 Radar Systems Engineering | 1 SWS | Übung (Ü) / 🛠 | Bhutani |

Legende: 💻 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Anmerkungen**
Erweiterung der Vorlesung um die Themen Radar Modulation Schemes, Radar Performance Analysis, Radar Interference

•Einführung eines zusätzlichen Workshops, in dem unterschiedliche Radarsysteme simuliert und die Auswirkung verschiedener Größen (Doppler, ausgedehnte Ziele etc.) auf die Radar-Performanceuntersucht werden

•Der Umfang erhöht sich damit von 2 SWS = 3 ECTS auf 3+1 SWS = 6 ECTS

Die Vorlesung erhält 1 SWS mehr und zusätzlich wird das Angebot noch um die Rechnerübung mit einem SWS ergänzt.

# T 10.161 Teilleistung: Radiation Protection [T-ETIT-100825]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100562 - Radiation Protection

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2305272 | Radiation Protection | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Breustedt |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (2 h).

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.162 Teilleistung: Radio Frequency Integrated Circuits and Systems [T-ETIT-110358]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105123 - Radio Frequency Integrated Circuits and Systems

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2308419 | Radio Frequency Integrated Circuits and Systems | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Ulusoy |
| SS 2022 | 2308421 | Workshop for 2308419 Radio Frequency Integrated Circuits and Systems | 2 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Ulusoy, Tsai |

Legende: 🖳 Online, 🏵 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The success criteria will be determined by an oral examination (approx. 20-30 min.)

**Empfehlungen**
The lecture materials to „Grundlagen der Hochfrequenztechnik“ and „Halbleiterbauelemente“ are recommended.

# T 10.163 Teilleistung: Radio-Frequency Electronics [T-ETIT-110359]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105124 - Radio-Frequency Electronics

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308503 | Radio Frequency Electronics | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Ulusoy, Haag |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The success criteria will be determined by a written examination.

**Empfehlungen**
Contents of the modules "Linear electrical networks" and "Electronic circuits".

# T 10.164 Teilleistung: Regelung leistungselektronischer Systeme [T-ETIT-111897]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andreas Liske
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105915 - Regelung leistungselektronischer Systeme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Version |
|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2306337 | Regelung leistungselektronischer Systeme | 3 SWS | Vorlesung (V) / | Liske |
| SS 2022 | 2306338 | Übungen zu 2306337 Regelung leistungselektronischer Systeme | 1 SWS | Übung (Ü) / | Liske, Schmitz-Rode |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten).

# T 10.165 Teilleistung: Regelung linearer Mehrgrößensysteme [T-ETIT-100666]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Mathias Kluwe
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100374 - Regelung linearer Mehrgrößensysteme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2303177 | Regelung linearer Mehrgrößensysteme | 3 SWS | Vorlesung (V) / | Kluwe |
| WS 21/22 | 2303179 | Übungen zu 2303177 Regelung linearer Mehrgrößensysteme | 1 SWS | Übung (Ü) / | Jané Soneira |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten) über die Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Zum tieferen Verständnis sind unbedingt Grundlagenkenntnisse zur Systemdynamik und Regelungstechnik erforderlich, wie sie etwa im ETIT-Bachelor-Modul „Systemdynamik und Regelungstechnik“ M-ETIT-102181 vermittelt werden.

# T 10.166 Teilleistung: Robotik I - Einführung in die Robotik [T-INFO-108014]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-100893 - Robotik I - Einführung in die Robotik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2424152 | Robotik I - Einführung in die Robotik | 3/1 SWS | Vorlesung (V) / | Asfour |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO Informatik.

**Voraussetzungen**
Keine.

**Empfehlungen**
Zur Abrundung ist der nachfolgende Besuch der LVs „Robotik II“, „Robotik III“ und „Mechano-Informatik in der Robotik“ sinnvoll.

**Anmerkungen**
Dieses Modul darf nicht gerprüft werden, wenn im Bacherlor-Studiengang Informatik SPO 2008 die Lehrveranstaltung ***Robotik I*** mit ***3 LP*** im Rahmen des Moduls ***Grundlagen der Robotik*** geprüft wurde.

# T 10.167 Teilleistung: Robotik II: Humanoide Robotik [T-INFO-105723]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-102756 - Robotik II: Humanoide Robotik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 4 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2400074 | Robotik II: Humanoide Robotik | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Asfour |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Voraussetzungen**

- Der Besuch der Vorlesungen *Robotik I – Einführung in die Robotik* wird vorausgesetzt.
- M-INFO-100816 - Robotik II - Lernende und planende Roboter Modul darf nicht begonnen sein.

**Empfehlungen**
Der Besuch der Vorlesungen *Robotik I – Einführung in die Robotik* wird vorausgesetzt.

# T 10.168 Teilleistung: Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik [T-INFO-109931]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-104897 - Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2400067 | Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Asfour |

Legende: 🖥 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Voraussetzungen**
Keine.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-INFO-101352 - Robotik III - Sensoren in der Robotik darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**
Der Besuch der Vorlesung *Robotik I – Einführung in die Robotik* wird empfohlen.

# T 10.169 Teilleistung: Robotik in der Medizin [T-INFO-101357]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Torsten Kröger
Jun.-Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-100820 - Robotik in der Medizin

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 24681 | Robotik in der Medizin | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Mathis-Ullrich |

Legende: 🖥 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Durch die erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb als Erfolgskontrolle anderer Art (§4(2), 3 SPO 2008) bzw. Studienleistung (§4(3) SPO 2015) kann ein Bonus erworben werden. Die genauen Kriterien für die Vergabe eines Bonus werden zu Vorlesungsbeginn bekannt gegeben. Liegt die Note der schriftlichen Prüfung zwischen 4,0 und 1,3, so verbessert der Bonus die Note um eine Notenstufe (0,3 oder 0,4). Der Bonus gilt nur für die Haupt- und Nachklausur des Semesters, in dem er erworben wurde. Danach verfällt der Notenbonus.

**Voraussetzungen**
Keine.

# T 10.170 Teilleistung: Satellite Communications [T-ETIT-110672]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105272 - Satellite Communications

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2310566 | Satellite Communications | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Lázaro Blasco, Clazzer |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Analysis, Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung "Nachrichtentechnik I“ und "Wahrscheinlichkeitstheorie“ wird empfohlen. Kenntnisse der Vorlesung "Nachrichtentechnik II“ sind empfehlenswert, aber nicht notwendig

# T 10.171 Teilleistung: Schaltungstechnik in der Industrieelektronik [T-ETIT-100716]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100399 - Schaltungstechnik in der Industrieelektronik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2306327 | Schaltungstechnik in der Industrieelektronik | 2 SWS | Vorlesung (V) | Liske |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.172 Teilleistung: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-benotet [T-ETIT-111529]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Version |
|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 2 | Drittelnoten | 1 |

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**
Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale

**Anmerkungen**
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer benoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Sprachenzentrum oder am Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale erbracht wurde.

Titel und LP der Leistung werden übernommen.

**Annotations**

Placeholder for self-booking of a graded interdisciplinary qualification, which was provided at the House of Competence, the "Sprachenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

# T 10.173 Teilleistung: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-benotet [T-ETIT-111689]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Version |
|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 2 | Drittelnoten | 1 |

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**
Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale

**Anmerkungen**
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer benoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Sprachenzentrum oder am Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale erbracht wurde.

Titel und LP der Leistung werden übernommen.

**Annotations**

Placeholder for self-booking of a graded interdisciplinary qualification, which was provided at the House of Competence, the "Sprachenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

# T 10.174 Teilleistung: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-benotet [T-ETIT-111688]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Version |
|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 2 | Drittelnoten | 1 |

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**
Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale

**Anmerkungen**
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer benoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Sprachenzentrum oder am Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale erbracht wurde.

Titel und LP der Leistung werden übernommen.

**Annotations**

Placeholder for self-booking of a graded interdisciplinary qualification, which was provided at the House of Competence, the "Sprachenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

# T 10.175 Teilleistung: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-unbenotet [T-ETIT-111690]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Version |
|---|---|---|---|
| Studienleistung | 2 | best./nicht best. | 1 |

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**
Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale

**Anmerkungen**
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer unbenoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Sprachenzentrum oder am Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale erbracht wurde.

Titel und LP der Leistung werden übernommen.

**Annotations**

Placeholder for self-booking of a ungraded interdisciplinary qualification, which was provided at the House of Competence, the "Sprachenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

# T 10.176 Teilleistung: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-unbenotet [T-ETIT-111533]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Version |
|---|---|---|---|
| Studienleistung | 2 | best./nicht best. | 1 |

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**
Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale

**Anmerkungen**
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer unbenoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Sprachenzentrum oder am Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale erbracht wurde.

Titel und LP der Leistung werden übernommen.

**Annotations**

Placeholder for self-booking of a ungraded interdisciplinary qualification, which was provided at the House of Competence, the "Sprachenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

# T 10.177 Teilleistung: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-unbenotet [T-ETIT-111691]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Version |
|---|---|---|---|
| Studienleistung | 2 | best./nicht best. | 1 |

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**
Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale

**Anmerkungen**
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer unbenoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Sprachenzentrum oder am Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale erbracht wurde.

Titel und LP der Leistung werden übernommen.

**Annotations**

Placeholder for self-booking of a ungraded interdisciplinary qualification, which was provided at the House of Competence, the "Sprachenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

# T 10.178 Teilleistung: Semiconductor Process Technologies [T-ETIT-110793]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105306 - Semiconductor Process Technologies

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2308505 | Semiconductor Process Technologies | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Kaynak, Ulusoy |

Legende: 🖳 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

# T 10.179 Teilleistung: Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik [T-ETIT-100962]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100441 - Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 4 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2310512 | Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik | 3 SWS | Seminar (S) / | Jäkel |
| SS 2022 | 2310512 | Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik | 3 SWS | Seminar (S) / | Schmalen, Jäkel |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle des Moduls besteht aus:

1. einer sonstigen Erfolgskontrolle durch Abgabe einer Hausarbeit
2. einer sonstigen Erfolgskontrolle mittels eines Vortrags

**Voraussetzungen**
keine

**Anmerkungen**
Die Modulnote setzt sich zu 70 % aus der Hausarbeit und zu 30 % aus dem Vortrag zusammen.

# T 10.180 Teilleistung: Seminar Batterien II [T-ETIT-110801]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Andre Weber
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105321 - Seminar Batterien II

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2304226 | Seminar Batterien | 2 SWS | Seminar (S) / 🖳 | Weber |
| SS 2022 | 2304226 | Seminar Batterien | 2 SWS | Seminar (S) / 🗣 | Weber |

Legende: 🖳 Online, 🏘 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.181 Teilleistung: Seminar Brennstoffzellen II [T-ETIT-110799]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105322 - Seminar Brennstoffzellen II

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2304227 | Seminar Brennstoffzellen | 2 SWS | Seminar (S) / | Weber |
| SS 2022 | 2304227 | Seminar Brennstoffzellen | 2 SWS | Seminar (S) / | Weber |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von Prüfungsleistungen anderer Art.

Die Note setzt sich zusammen aus:

1. schriftliche Ausarbeitung (50%)
2. Seminarvortrag (50%)

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.182 Teilleistung: Seminar Eingebettete Systeme [T-ETIT-100753]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Prof. Dr. Wilhelm Stork

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-100455 - Seminar Eingebettete Systeme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311627 | Seminar Eingebettete Systeme | 2 SWS | Seminar (S) / 🏠 | Becker, Sax, Stork |
| SS 2022 | 2311627 | Seminar Eingebettete Systeme | 2 SWS | Seminar (S) / 🏠 | Becker, Sax, Stork |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Ausarbeitung sowie eines Vortrags.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.183 Teilleistung: Seminar Elektrokatalyse [T-ETIT-111256]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ulrike Krewer
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105629 - Seminar Elektrokatalyse

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2304238 | Seminar Elektrokatalyse | 2 SWS | Seminar (S) | Röse |
| SS 2022 | 2304230 | Seminar Elektrokatalyse | 2 SWS | Seminar (S) / 💻 | Röse |

Legende: 💻 Online, 🏘 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art. Sie besteht aus einer schriftlichen Ausarbeitung des wissenschaftlichen Themas und einem Vortrag mit nachfolgender Diskussion im Umfang von jeweils 15 min. Der Gesamteindruck wird bewertet.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.184 Teilleistung: Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik [T-ETIT-100713]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100396 - Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2306317 | Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik | 3 SWS | Seminar (S) / 🗣 | Hiller |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Endvortrag, ca. 20-30 min mit anschließender Fragerunde.
Bewertet werden:
Folienqualität (Form und Inhalt)
Vortrag (Aufbau, Stil, Inhalt)
Verhalten bei der Fragerunde

**Voraussetzungen**
keine

**Anmerkungen**
Teilnahme an insgesamt 7 vorbereitenden Treffen (ca. alle 14 Tage mit durchschnittlich 3 h Dauer) mit den Themen:

- Infoveranstaltung
- Besprechung und Verteilung der Themen
- Vortrags- und Präsentationstechniken
- Präsentation der Materialsammlungen
- Vorstellung von Struktur und Aufbau der Vorträge
- Vorstellung der fertigen Folienpräsentation
- Probevorträge

# T 10.185 Teilleistung: Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting [T-ETIT-108344]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-103447 - Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2313761 | Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting | 2 SWS | Seminar (S) / | Paetzold |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The examination consists of a written journal article and an oral presentation of the student's work, both given in English. The overall impression is rated.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Gute Kenntnisse der Halbleiterbauelemente/Optoelektronik sind wünschenswert.

**Anmerkungen**
Die Seminar- und Prüfungssprache ist Englisch.

# T 10.186 Teilleistung: Seminar on Applied Superconductivity [T-ETIT-111243]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tabea Arndt
Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
Prof. Dr. Sebastian Kempf
Prof. Dr. Mathias Noe

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-105615 - Seminar on Applied Superconductivity

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2310542 | Seminar on Applied Superconductivity | 3 SWS | Seminar (S) | Arndt, Holzapfel, Kempf |

**Erfolgskontrolle(n)**
Elaboration of a scientific topic and presentation of a talk on the topic within the seminar of about 30min.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-104642 - Thin films: technology, physics and applications darf nicht begonnen worden sein.
2. Die Teilleistung T-ETIT-108121 - Thin Films: Technology, Physics and Applications II darf nicht begonnen worden sein.

# T 10.187 Teilleistung: Seminar Project Management for Engineers [T-ETIT-100814]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Mathias Noe
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Studienleistung | 3 | best./nicht best. | Jedes Sommersemester | 1 |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO-AB_2015_KIT_15/SPO-MA2015-016.

Bestätigung der „erfolgreichen Teilnahme“ (unbenotet, Studienleistung) ist für den Studiengang ENTECH durch das Bestehen einer 15 minütigen mündlichen Gesamtprüfung möglich.

**Voraussetzungen**
keine

**Anmerkungen**
**Not applicable in summer term 2022**

Exam and Seminar are held in English.

Detailled information on contents, competence goals, and work load at:

M-ETIT-100551 – Seminar Project Management for Engineers

# T 10.188 Teilleistung: Seminar Projekt Management für Ingenieure [T-ETIT-108820]

**Verantwortung:** Dr. Christian Day
Prof. Dr. Mathias Noe

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Studienleistung mündlich | 3 | best./nicht best. | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2312684 | Projektmanagement für Ingenieure | 2 SWS | Seminar (S) / ✕ | Noe |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Anmerkungen**
Detaillierte Informationen zu Inhalten, Qualifikationszielen und Arbeitsaufwand unter:
M-ETIT-104285 – Seminar Projektmanagement für Ingenieure

# T 10.189 Teilleistung: Seminar Radar and Communication Systems [T-ETIT-100736]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100428 - Seminar Radar and Communication Systems

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 4 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308432 | Seminar Radar- and Communication Systems | 3 SWS | Seminar (S) / | Zwick |
| SS 2022 | 2308432 | Seminar Radar- and Communication Systems | 3 SWS | Seminar (S) / | Zwick, Ulusoy, Mitarbeiter*innen |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer Gesamtprüfung über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Die Prüfungsleistung erfolgt durch Abgabe einer schriftlichen Ausarbeitung (Paper) sowie die Präsentation der eigenen Arbeit. Beides geht in die Benotung der Prüfungsleistung anderer Art ein. Der Gesamteindruck wird beurteilt.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

# T 10.190 Teilleistung: Seminar Sensorik [T-ETIT-100707]

**Verantwortung:** Dr. Wolfgang Menesklou
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100380 - Seminar Sensorik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2304233 | Seminar Sensorik | 2 SWS | Seminar (S) / 🖳 | Menesklou |
| SS 2022 | 2304233 | Seminar Sensorik | 2 SWS | Seminar (S) / 🖳 | Menesklou |

Legende: 🖳 Online, 🏵 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von Prüfungsleistungen anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO Master 2015 in Form einer schriftlichen Ausarbeitung sowie einer Präsentation.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung „Sensoren“ wird empfohlen.

# T 10.191 Teilleistung: Seminar Strategieableitung für Ingenieure [T-ETIT-111369]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tabea Arndt
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Studienleistung mündlich | 3 | best./nicht best. | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2314010 | Seminar Strategieableitung für Ingenieure | 2 SWS | Seminar (S) / | Arndt |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO Master 2018 über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Anmerkungen**
Regelmäßige Teilnahme an den Veranstaltungsterminen ist Voraussetzung für die Prüfungszulassung.

Die Prüfung findet voraussichtlich am Campus Nord statt.

Detaillierte Informationen zu Inhalten, Qualifikationszielen und Arbeitsaufwand unter:

M-ETIT-105697 – Seminar Strategieableitung für Ingenieure

# T 10.192 Teilleistung: Seminar über Quantentechnologische Detektoren und Sensoren [T-ETIT-111235]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105607 - Seminar über Quantentechnologische Detektoren und Sensoren

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312716 | Seminar über Quantentechnologische Detektoren und Sensoren | 2 SWS | Seminar (S) / | Kempf, Mitarbeiter*innen |
| SS 2022 | 2312679 | Seminar über Quantentechnologische Detektoren und Sensoren | 2 SWS | Seminar (S) / | Kempf, und Mitarbeiter |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Ausarbeitung eines vorgegebenen wissenschaftlich-technischen Themas und Präsentation eines Abschlussvortrag über das Thema im Rahmen des Seminars im Umfang von ca. 30min.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.193 Teilleistung: Seminar Wir machen ein Patent [T-ETIT-100754]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilhelm Stork
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Studienleistung | 3 | best./nicht best. | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2311633 | Seminar Wir machen ein Patent | 2 SWS | Seminar (S) / 🗣 | Stork |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Ausarbeitung einer fiktiven Patentschrift. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Ausarbeitung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Ein technisches Verständnis wird erwartet, das ungefähr dem fünften Semester entspricht.

**Anmerkungen**
Das Seminar ist teilnehmerbegrenzt.

Das Auswahlverfahren beginnt nach der ersten Vorlesung.

Detaillierte Informationen zu Inhalten, Qualifikationszielen und Arbeitsaufwand unter:

M-ETIT-100458 – Seminar Wir machen ein Patent

# T 10.194 Teilleistung: Sensoren [T-ETIT-101911]

**Verantwortung:** Dr. Wolfgang Menesklou
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100378 - Sensoren

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2304231 | Sensoren | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Menesklou |

Legende: 🖥 Online, 🛠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 2 Stunden.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Grundlagen in Werkstoffkunde (z.B. Vorlesung „Passive Bauelemente“) sind hilfreich.

# T 10.195 Teilleistung: Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration [T-INFO-109911]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Johannes Kurth
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-104877 - Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2400236 | Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration | 2 SWS | Block (B) / 🗣 | Kurth |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 30 Minuten gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO Bachelor/Master Informatik. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
Keine.

**Empfehlungen**
Erfolgreicher Abschluss des Moduls Robotik I - Einführung in die Robotik [T-INFO-101465]

# T 10.196 Teilleistung: Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik [T-ETIT-100747]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Holger Jäkel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100443 - Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2310534 | Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Jäkel |
| SS 2022 | 2310535 | Übung zu 2310534 Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik | 1 SWS | Übung (Ü) / | Jäkel |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Vorheriger Besuch der Vorlesung „Signale und Systeme“ wird empfohlen.

**Anmerkungen**
Ab SS 2021 2+1 SWS = 4 LP mit schriftlicher Prüfung

# T 10.197 Teilleistung: SIL Entrepreneurship Projekt [T-WIWI-110166]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Orestis Terzidis
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
**Bestandteil von:** M-ETIT-105073 - Student Innovation Lab

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2545082 | SIL Entrepreneurship Projekt | 2-4 SWS | Seminar (S) | Terzidis |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art (§4(2), 3 SPO) Die Note ergibt sich aus der Bewertung der Seminararbeit und deren Präsentation, sowie der aktiven Beteiligung an der Seminarveranstaltung. Zusätzlich sind im Ablauf der Lehrveranstaltung kleinere, unbenotete Abgaben zur Fortschrittskontrolle vorgesehen.

**Voraussetzungen**
Keine

**Empfehlungen**
Keine

# T 10.198 Teilleistung: Single-Photon Detectors [T-ETIT-108390]

**Verantwortung:** Dr. Konstantin Ilin
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-101971 - Single-Photon Detectors

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312680 | Single-Photon Detectors | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Ilin |
| WS 21/22 | 2312694 | Übungen zu 2312680 Single-Photon Detectors | 1 SWS | Übung (Ü) / | Ilin |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 20 Minuten statt.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.199 Teilleistung: Software Engineering [T-ETIT-108347]

**Verantwortung:** Dr. Clemens Reichmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100450 - Software Engineering

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311611 | Software Engineering | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Reichmann |

Legende: 🖳 Online, 🖳🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse aus Systems and Software Engineering (Lehrveranstaltung 2311605) sind hilfreich.

# T 10.200 Teilleistung: Solar Energy [T-ETIT-100774]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100524 - Solar Energy

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313745 | Solar Energy | 3 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Richards, Paetzold |
| WS 21/22 | 2313750 | Übungen zu 2313745 Solar Energy | 1 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Richards, Paetzold |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
"M-ETIT-100513 - Photovoltaik"oder "M-ETIT-100476 - Solarenergie" wurden nicht geprüft. Alledrei Prüfungen schließen sich gegenseitig aus.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-101939 - Photovoltaik darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen aus M-ETIT-100480 - Optoelektronik sind hilfreich.

# T 10.201 Teilleistung: Space-Born Microwave Radiometry-Advanced Methods and Applications [T-ETIT-100810]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100545 - Space-Born Microwave Radiometry - Advanced Methods and Applications

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2308448 | Space-borne Microwave Radiometry - Advanced Methods and Applications | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Jirousek |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

# T 10.202 Teilleistung: Spaceborne Radar Remote Sensing [T-ETIT-106056]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-103042 - Spaceborne Radar Remote Sensing

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2308427 | Spaceborne Radar Remote Sensing (PC-Workshop) | 1 SWS | Praktische Übung (PÜ) / 🗣 | Younis, Prats |
| SS 2022 | 2308428 | Spaceborne Radar Remote Sensing | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Prats, Moreira |
| SS 2022 | 2308429 | Tutorial Spaceborne Radar Remote Sensing | 1 SWS | Tutorium (Tu) / 🗣 | Younis |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
Die Teilleistung T-ETIT-101949- Spaceborne SAR Remote Sensing" darf nicht begonnen oder abgeschlossen sein.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-101949 - Spaceborne SAR Remote Sensing darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**
Signal processing and radar fundamentals.

**Anmerkungen**
Aktuelle Informationen sind über die Internetseite des IHE (www.ihe.kit.edu) erhältlich.

# T 10.203 Teilleistung: Stochastische Informationsverarbeitung [T-INFO-101366]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-100829 - Stochastische Informationsverarbeitung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 24113 | Stochastische Informationsverarbeitung | 3 SWS | Vorlesung (V) / | Hanebeck, Frisch |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 15 - 25 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Voraussetzungen**
Keine.

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen aus der Wahrscheinlichkeitstheorie sind hilfreich.

**Anmerkungen**
*Als theoretische Grundlagenvorlesung stellt "Stochastische Informationssysteme" einen optimalen Einstieg in die Vorlesungen des ISAS dar. Umgekehrt können Vorkenntnisse aus "Lokalisierung mobiler Agenten" (LMA) [LV-Nr. 24613] und"Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken" (IIS) [LV-Nr. 24102],*
*aber je nach Lerntyp trotzdem hilfreich sein – dort werden mehr konkrete Anwendungen beleuchtet. Sämtliche Inhalte werden in allen unseren Vorlesungen grundsätzlich von Anfang an hergeleitet und ausführlich erklärt; es ist also möglich in SI, LMA oder IIS einzusteigen.*

# T 10.204 Teilleistung: Stromrichtersteuerungstechnik [T-ETIT-100717]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100400 - Stromrichtersteuerungstechnik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2306330 | Stromrichtersteuerungstechnik | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🏢 | Liske |

Legende: 🖥 Online, 🏢 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.205 Teilleistung: Superconducting Materials [T-ETIT-111096]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105521 - Superconducting Materials

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Semester | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312717 | Superconducting Materials Part I | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Holzapfel |
| SS 2022 | 2312696 | Superconducting Materials Part II | 2 SWS | Vorlesung (V) | Holzapfel |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The assessment of success takes place in the form of an oral examination lasting 40 minutes.

The oral examination includes the contents of Superconducting Materials Part I (offered every winter term) and Superconducting Materials Part II (offered every summer term).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Knowledge of the basic course “Superconductivity for Engineers” is required

# T 10.206 Teilleistung: Superconducting Nanowire Detectors [T-ETIT-111236]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sebastian Kempf
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105609 - Superconducting Nanowire Detectors

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2312671 | Superconducting Nanowire Detectors | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Ilin |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Oral Exam (20 min.)

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-104642 - Thin films: technology, physics and applications darf nicht begonnen worden sein.
2. Die Teilleistung T-ETIT-108121 - Thin Films: Technology, Physics and Applications II darf nicht begonnen worden sein.

# T 10.207 Teilleistung: Superconductivity for Engineers [T-ETIT-111239]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
Prof. Dr. Sebastian Kempf

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-105611 - Superconductivity for Engineers

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Semester | 1 Sem. | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2312708 | Superconductivity for Engineers | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Kempf, Holzapfel |
| WS 21/22 | 2312709 | Exercise for 2312708 Superconductivity for Engineers | 1 SWS | Übung (Ü) / | Wünsch, Hänisch, Müller |
| SS 2022 | 2312691 | Superconductivity for Engineers | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Kempf, Holzapfel |
| SS 2022 | 2312692 | Tutorial for 2312691 Superconductivity for Engineers | 1 SWS | Übung (Ü) / | Wünsch |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
The assessment of success takes place in the form of a written examination lasting 120min. The grade corresponds to the result of the written examination.

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-104642 - Thin films: technology, physics and applications darf nicht begonnen worden sein.
2. Die Teilleistung T-ETIT-108121 - Thin Films: Technology, Physics and Applications II darf nicht begonnen worden sein.

# T 10.208 Teilleistung: Systems and Software Engineering [T-ETIT-100675]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100537 - Systems and Software Engineering

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311605 | Systems and Software Engineering | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🏘 | Sax |
| WS 21/22 | 2311607 | Übungen zu 2311605 Systems and Software Engineering | 1 SWS | Übung (Ü) / 🏘 | Nägele |

Legende: 🖥 Online, 🏘 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Schriftlich Prüfung, ca. 120 Minuten. (nach §4 (2), 1 SPO).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse in Digitaltechnik und Informationstechnik

# T 10.209 Teilleistung: Systems Engineering for Automotive Electronics [T-ETIT-100677]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Jürgen Bortolazzi
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100462 - Systems Engineering for Automotive Electronics

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2311642 | Systems Engineering for Automotive Electronics | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Bortolazzi |
| SS 2022 | 2311644 | Tutorial for 2311642 Systems Engineering for Automotive Electronics | 1 SWS | Übung (Ü) / 🖥 | Baumann |

Legende: 🖥 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Art und Weise (schriftliche oder mündliche Prüfung) der Erfolgskontrolle wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

Die Prüfung findet ohne Hilfsmittel statt.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Empfohlen wird der Besuch der Vorlesung SE (23611)

**Anmerkungen**
Die Art und Weise (schriftliche oder mündliche Prüfung) der Erfolgskontrolle wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

Die Vorlesung wird im Haupttermin schriftlich geprüft, für den Nacholtermin kann die Prüfung auch mündlich erfolgen.

Die Prüfung findet ohne Hilfsmittel statt.

Der Besuch von Labor / Übung zur Vorlesung ist Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung.

# T 10.210 Teilleistung: Team Project: Sensors and Electronics [T-ETIT-111007]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-105465 - Team Project: Sensors and Electronics

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Studienleistung | 3 | best./nicht best. | Jedes Semester | 1 Sem. | 2 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2308425 | Team Project: Sensors and Electronics | 2 SWS | Projekt (PRO) / 🏠 | Ulusoy, Zwick |

Legende: 🖳 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
siehe Modulbeschreibung

# T 10.211 Teilleistung: Technikethik - ARs ReflecTIonis [T-ETIT-111923]

**Verantwortung:** Dr. phil. Michael Kühler
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Dauer | Version |
|---|---|---|---|---|---|
| Studienleistung | 2 | best./nicht best. | Jedes Semester | 1 Sem. | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 9003053 | ARS REFLECTIONIS. Verantwortlich denken und handeln in Technik, Wissenschaft und Innovation | SWS | Block (B) / 🖳 | Kühler, Does |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Multiple-Choice Abschlusstest

**Voraussetzungen**
keine

**Anmerkungen**
ARs ReflecTIonis ist ein modularer Online-Kurs zum Selbststudium. Ziel ist, die Studierenden zur kritischen Reflexion der ethischen Herausforderungen des eigenen Faches und der eigenen zukünftigen beruflichen Tätigkeit zu befähigen. Dabei lassen sich passgenau studienbereichsspezifische Komponenten zu konkreten Fragen der Verantwortungsübernahme mit allgemeinen Komponenten zu Grundlagen der Ethik und normativer Argumentation kombinieren. Die einzelnen Komponenten enthalten jeweils eine per Video aufgezeichnete Micro-Lecture, die über ILIAS angesehen werden kann, sowie weiteres Kursmaterial zum Selbststudium. Optional werden Q&A Sessions und Workshops angeboten, um im Austausch mit den Dozierenden Fragen klären und Diskussionen vertiefen zu können. Der Kurs wird über einen Multiple-Choice-Test abgeschlossen.

Der Kurs wird von der Academy for Responsible Research, Teaching, and Innovation (ARRTI) kontinuierlich weiterentwickelt und betreut und in Kooperation mit dem House of Competence (HoC) angeboten.

# T 10.212 Teilleistung: Technische Akustik [T-ETIT-104579]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Dössel
Dr. Nicole Ruiter

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

**Bestandteil von:** M-ETIT-101835 - Technische Akustik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2305296 | Technische Akustik | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Ruiter |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.213 Teilleistung: Technische Optik [T-ETIT-100804]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100538 - Technische Optik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 5 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2313720 | Technische Optik | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Neumann |
| WS 21/22 | 2313722 | Übungen zu 2313720 Technische Optik | 1 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Neumann |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

# T 10.214 Teilleistung: Telematik [T-INFO-101338]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Martina Zitterbart
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-100801 - Telematik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 24128 | Telematik | 3 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Heseding, König, Kopmann, Zitterbart |

Legende: 🖳 Online, 🖳🗣 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von ca. 90 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Bei unvertretbar hohem Prüfungsaufwand kann die Prüfungsmodalität geändert werden. Daher wird sechs Wochen im Voraus angekündigt (§ 6 Abs. 3 SPO), ob die Erfolgskontrolle

- in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO **oder**
- in Form einer schriftlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO

stattfindet.

**Voraussetzungen**
Keine

**Empfehlungen**

- Inhalte der Vorlesung ***Einführung in Rechnernetze*** oder vergleichbarer Vorlesungen werden vorausgesetzt.
- Der Besuch des modulbegleitenden ***Basispraktikums Protokoll Engineering*** wird empfohlen.

# T 10.215 Teilleistung: Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld [T-ETIT-100811]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100546 - Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2311648 | Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld | 2 SWS | Block-Vorlesung (BV) / | Schmerler |
| WS 21/22 | 2311649 | Übungen zu 2311648 Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld | 1 SWS | Übung (Ü) / | Baumann |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse zu Grundlagen aus der angewandten Informatik zum Beispiel der Besuch des Praktikums Informationstechnik sind hilfreich.

# T 10.216 Teilleistung: Thermische Solarenergie [T-MACH-105225]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Robert Stieglitz
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Angewandte Thermofluidik
**Bestandteil von:** M-MACH-102388 - Thermische Solarenergie

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2169472 | Thermische Solarenergie | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Stieglitz |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
mündliche Prüfung, ca. 30 Minuten

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.217 Teilleistung: TutorInnenprogramm - Start in die Lehre [T-ETIT-100797]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-105767 - Überfachliche Qualifikationen

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Studienleistung | 2 | best./nicht best. | Jedes Semester | 1 |

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle setzt sich aus der Teilnahme an Präsenzbausteinen (Anwesenheitspflicht von 80%) sowie der Abgabe eines schriftlichen Reflexionsportfolios zusammen.

**Voraussetzungen**
Semesterbegleitende Tätigkeit als TutorIn am KIT während der Programmteilnahme..

**Modellierte Voraussetzungen**
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-ETIT-100824 - TutorInnenprogramm - Start in die Lehre (erweitert) darf nicht begonnen worden sein.

**Anmerkungen**
Detaillierte Informationen zu Inhalten, Qualifikationszielen und Arbeitsaufwand unter:
M-ETIT-100563 – TutorInnenprogramm - Start in die Lehre

# T 10.218 Teilleistung: Übungsschein Mensch-Maschine-Interaktion [T-INFO-106257]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Beigl
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik
**Bestandteil von:** M-INFO-100729 - Mensch-Maschine-Interaktion

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Studienleistung | 0 | best./nicht best. | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2400095 | Mensch-Maschine-Interaktion | 1 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Beigl |
| SS 2022 | 24659 | Mensch-Maschine-Interaktion | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Beigl |

Legende: 🖳 Online, 🏵 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Studienleistung nach § 4 Abs. 3 SPO (unbenoteter Übungsschein).

**Voraussetzungen**
Keine.

**Anmerkungen**
Die Teilnahme an der Übung ist verpflichtend und die Inhalte der Übung sind relevant für die Prüfung.

# T 10.219 Teilleistung: Ultraschall-Bildgebung [T-ETIT-100822]

**Verantwortung:** Dr. Nicole Ruiter
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100560 - Ultraschall-Bildgebung

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2305295 | Ultraschall-Bildgebung | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖥 | Ruiter |

Legende: 🖥 Online, 🏠 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**
keine

# T 10.220 Teilleistung: Verifizierte Numerische Methoden [T-ETIT-109184]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-104493 - Verifizierte numerische Methoden

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WS 21/22 | 2303001 | Verifizierte Numerische Methoden | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🏢 | Nagato-Plum |
| WS 21/22 | 2303002 | Übung zu 2303001 Verifizierte Numerische Methoden | 1 SWS | Übung (Ü) / 🗣 | Nagato-Plum |

Legende: 💻 Online, 🏢 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse folgender Module werden empfohlen:

- Mathematik I-III im Bachelor
- M-MATH-100536 - Numerische Methoden
- M-ETIT-104595 Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen

# T 10.221 Teilleistung: Verteilte ereignisdiskrete Systeme [T-ETIT-100960]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100361 - Verteilte ereignisdiskrete Systeme

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung schriftlich | 4 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2302106 | Verteilte ereignisdiskrete Systeme | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🖳 | Heizmann |
| SS 2022 | 2302108 | Übungen zu 2302106 Verteilte ereignisdiskrete Systeme | 1 SWS | Übung (Ü) / 🖳 | Weinreuter |

Legende: 🖳 Online, 🖧 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, × Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Die Kenntnis der Inhalte der Module „Wahrscheinlichkeitstheorie“, „Systemtheorie“ und „Messtechnik“ wird dringend empfohlen.

# T 10.222 Teilleistung: Visuelle Wahrnehmung im KFZ [T-ETIT-100777]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100497 - Visuelle Wahrnehmung im KFZ

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung mündlich | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2313717 | Visuelle Wahrnehmung im KFZ | 2 SWS | Vorlesung (V) / 🗣 | Neumann |

Legende: 🖳 Online, 🔀 Präsenz/Online gemischt, 🗣 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Lehrveranstaltungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

# T 10.223 Teilleistung: Workshop Finite Elemente Methode in der Elektromagnetik [T-ETIT-100818]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Klaus-Peter Becker
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
**Bestandteil von:** M-ETIT-100555 - Workshop Finite Elemente Methode in der Elektromagnetik

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala | Turnus | Version |
|---|---|---|---|---|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3 | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 |

| Lehrveranstaltungen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SS 2022 | 2306333 | Workshop Finite Elemente Methode in der Elektromagnetik | 2 SWS | Block (B) / | Krahe, Zeller |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**
Die Erfolgskontrolle des Moduls besteht aus:
1. einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten
2. einer praktischer Test im Umfang von 60 Minuten

**Voraussetzungen**
keine

**Empfehlungen**
Kenntnisse aus den Modulen "Elektrische Maschinen und Stromrichter" und "Entwurf elektrischer Maschinen" sind gewünscht.

**Anmerkungen**
Der praktische Test besteht aus zwei am Computer zu lösenden Aufgaben. Zur Lösung der Aufgaben während der Prüfung ist Benutzung der Software Flux2D und Opera3D notwendig.