Karlsruher Institut für Technologie

Module Handbook
M.Sc. Electrical Engineering and Information Technology 2025 (Master of Science)

SPO 2025

Summer term 2025

Date: 14/03/2025

KIT DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

Table Of Contents

1. Preamble 11
1.1. Overview of the degree program 11
2. General study plan 12
3. Fields of Specialization 13
4. General Information 21
4.1. Study program details 21
5. Field of study structure 22
5.1. Master's Thesis 22
5.2. Field of Specialization 23
5.2.1. Electrical Power Systems and Electromobility 24
5.2.2. Information and Communication Technology 27
5.2.3. Automation, Robotics, and Systems Engineering 30
5.2.4. Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies 32
5.3. Electives 33
5.4. Interdisciplinary Qualifications (Überfachliche Qualifikationen) 38
6. Modules 39
6.1. Adaptive Optics - M-ETIT-103802 39
6.2. Advanced Communications Engineering - M-ETIT-106815 41
6.3. Aktuelle Themen der Solarenergie - M-ETIT-100507 42
6.4. Angewandte Informationstheorie - M-ETIT-100444 44
6.5. Antennas and Beamforming - M-ETIT-106956 45
6.6. Anziehbare Robotertechnologien - M-INFO-103294 46
6.7. Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme - M-ETIT-102200 47
6.8. Authentisierung und Verschlüsselung - M-INFO-105338 49
6.9. Batterie- und Brennstoffzellensysteme - M-ETIT-100377 50
6.10. Batterien und Brennstoffzellen - M-ETIT-100532 51
6.11. Bioelektrische Signale - M-ETIT-100549 52
6.12. BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin I - M-MACH-100489 53
6.13. BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin II - M-MACH-100490 54
6.14. BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin III - M-MACH-100491 55
6.15. Business Innovation in Optics and Photonics - M-ETIT-101834 56
6.16. Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage - M-ETIT-105616 57
6.17. Channel Coding: Graph-Based Codes - M-ETIT-105617 58
6.18. Communication Systems and Protocols - M-ETIT-100539 59
6.19. Communications Engineering Laboratory - M-ETIT-107136 61
6.20. Components of Power Systems - M-ETIT-106689 62
6.21. Computational Imaging - M-INFO-106190 64
6.22. Computational Intelligence - M-MACH-105296 65
6.23. Cryogenic Engineering - M-CIWVT-104356 66
6.24. Cyber-Physical Modeling - M-ETIT-106953 67
6.25. Data Science - M-INFO-106505 69
6.26. Deep Learning für Computer Vision I: Grundlagen - M-INFO-105753 70
6.27. Deep Learning für Computer Vision II: Fortgeschrittene Themen - M-INFO-105755 71
6.28. Deep Learning und Neuronale Netze - M-INFO-104460 72
6.29. Design analoger Schaltkreise - M-ETIT-100466 73
6.30. Design digitaler Schaltkreise - M-ETIT-100473 74
6.31. Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt - M-ETIT-100541 75
6.32. Die Energiewende im Stromtransportnetz - M-ETIT-105618 76
6.33. Digital Hardware Design Laboratory - M-ETIT-102266 78
6.34. Digital Real Time Simulations for Energy Technologies - M-ETIT-106690 79
6.35. Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises - M-ETIT-103450 82
6.36. Digital Twin Engineering - M-ETIT-106040 83
6.37. Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar - M-ETIT-105415 85
6.38. Dosimetrie ionisierender Strahlung - M-ETIT-101847 86
6.39. Echtzeitregelung elektrischer Antriebe - M-ETIT-105916 87
6.40. Einführung in die Bildfolgenauswertung [24684] - M-INFO-100736 88
6.41. Einführung in die Energiewirtschaft - M-WIWI-100498 89
6.42. Einkristallzüchtung – Kristallzüchtungsmethoden und Anwendungen von Kristallen für elektronische und optische Bauteile - M-ETIT-106597 90

6.43. Electric Drives and Power Electronics Lab - M-ETIT-107138 91
6.44. Electric Drives for E-Mobility - M-ETIT-106971 93
6.45. Electric Power Generation and Power Grid [Sp-EPG] - M-ETIT-101917 94
6.46. Electric Power Transmission & Grid Control - M-ETIT-105394 95
6.47. Electrical Energy Systems Lab - M-ETIT-107137 96
6.48. Electrocatalysis - M-ETIT-105883 97
6.49. Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields - M-ETIT-100386 98
6.50. Elektrische Energienetze - M-ETIT-100572 100
6.51. Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser - M-ETIT-100511 101
6.52. Elektronische Systeme und EMV - M-ETIT-100410 103
6.53. Energieträger aus Biomasse - M-CIWVT-104288 104
6.54. Energiewirtschaft - M-ETIT-100413 105
6.55. Energy Storage and Network Integration - M-ETIT-101969 107
6.56. Entwurf elektrischer Maschinen - M-ETIT-100515 109
6.57. Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2) [24106] - M-INFO-100831 110
6.58. Entwurf von Mikrowellenmodulen - M-ETIT-105701 111
6.59. Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices - M-ETIT-101919 112
6.60. Fahreigenschaften von Kraftfahrzeugen I - M-MACH-105288 114
6.61. Fahrzeugsehen - M-MACH-102693 115
6.62. Field Propagation and Coherence - M-ETIT-100566 117
6.63. Fortgeschrittene Künstliche Intelligenz - M-INFO-106299 119
6.64. Funkempfänger - M-ETIT-103241 120
6.65. Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie [24139 / 24678] - M-INFO-100725 121
6.66. Geodätische Raumverfahren für Ingenieure [GuG_Export_GeodRaumvIng] - M-BGU-106347 122
6.67. Grundlagen der Fahrzeugtechnik I - M-MACH-100501 124
6.68. Grundlagen der Fahrzeugtechnik II - M-MACH-100502 125
6.69. Grundlagen der Mikrosystemtechnik I - M-MACH-102691 126
6.70. Grundlagen der Plasmatechnologie - M-ETIT-100483 127
6.71. Grundsätze der PKW-Entwicklung I - M-MACH-105289 129
6.72. Grundsätze der PKW-Entwicklung II - M-MACH-105290 130
6.73. Hardware Modeling and Simulation - M-ETIT-100449 131
6.74. Hardware Synthesis and Optimization - M-ETIT-106963 133
6.75. Hardware/Software Co-Design - M-ETIT-100453 134
6.76. Hardware-Synthese und -Optimierung - M-ETIT-100452 136
6.77. Hochleistungsmikrowellentechnik - M-ETIT-100521 138
6.78. Hochspannungsprüftechnik - M-ETIT-100417 139
6.79. Hochspannungstechnik - M-ETIT-105060 140
6.80. Informationsfusion - M-ETIT-103264 141
6.81. Informationstechnik in der industriellen Automation - M-ETIT-100367 143
6.82. Integrierte Intelligente Sensoren - M-ETIT-100457 144
6.83. Integrierte Systeme und Schaltungen - M-ETIT-100474 145
6.84. Interfakultatives Team-Projekt - M-ETIT-103076 146
6.85. Introduction to Automotive and Industrial Lidar Technology - M-ETIT-105461 147
6.86. IT/OT-Security Seminar - M-ETIT-106789 148
6.87. Kältetechnik B - Grundlagen der industriellen Gasgewinnung - M-CIWVT-104354 150
6.88. Kryptographische Protokolle - M-INFO-105631 151
6.89. Lab Course on Noise Thermometry - M-ETIT-106263 152
6.90. Lab Course Printed Flexible Electronics - M-ETIT-106464 153
6.91. Lab Course Robotic Winding Technology for Superconducting Wires - M-ETIT-107135 155
6.92. Laboratory Information Systems in Power Engineering - M-ETIT-107159 156
6.93. Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering - M-ETIT-105402 157
6.94. Laser Metrology - M-ETIT-100434 158
6.95. Laser Physics - M-ETIT-100435 159
6.96. Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie - M-ETIT-102261 161
6.97. Leistungselektronische Systeme in der Energietechnik - M-ETIT-106067 163
6.98. Liberalised Power Markets - M-WIWI-105403 165
6.99. Lichttechnik - M-ETIT-100485 166
6.100. Light and Display Engineering - M-ETIT-100512 168
6.101. Lighting Design - Theory and Applications - M-ETIT-100577 170
6.102. Lokalisierung mobiler Agenten [24613] - M-INFO-100840 172
6.103. Low Power Design [24672] - M-INFO-100807 173

6.104. Machine Learning and Optimization in Communications - M-ETIT-104988 174
6.105. Machine Learning and Optimization in Energy Systems - M-WIWI-106604 175
6.106. Machine Vision [Sp-MV] - M-MACH-101923 176
6.107. Maschinelles Lernen 1 - M-WIWI-105003 179
6.108. Maschinelles Lernen 2 - M-WIWI-105006 180
6.109. Master's Thesis - M-ETIT-107191 181
6.110. Measurement Technology - M-ETIT-105982 182
6.111. Mechatronik-Praktikum - M-MACH-102699 183
6.112. Medical Image Processing for Guidance and Navigation - M-ETIT-106672 184
6.113. Medical Imaging Technology - M-ETIT-106778 187
6.114. Medical Imaging Technology II - M-ETIT-106670 188
6.115. Medizinische Messtechnik - M-ETIT-106679 189
6.116. Microenergy Technologies - M-MACH-102714 191
6.117. Microwave Engineering Lab - M-ETIT-106973 192
6.118. Mikroaktorik - M-MACH-100487 193
6.119. Mikrosystemtechnik - M-ETIT-100454 194
6.120. Mikrowellenmesstechnik - M-ETIT-100424 195
6.121. Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen - M-ETIT-101968 196
6.122. Mixed-Signal IC Design - M-ETIT-105893 197
6.123. MMIC Design Laboratory - M-ETIT-105464 198
6.124. Mobile Communications - M-ETIT-105971 199
6.125. Mobile Communications II - M-ETIT-106244 200
6.126. Mobile Communications Workshop - M-ETIT-106456 201
6.127. Modellbildung elektrochemischer Systeme - M-ETIT-100508 202
6.128. Modern Radio Systems Engineering - M-ETIT-100427 203
6.129. Modern VLSI Technologies - M-ETIT-106921 204
6.130. Mustererkennung [24675] - M-INFO-100825 205
6.131. Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II - M-ETIT-105274 207
6.132. Nano- and Quantum Electronics - M-ETIT-105604 209
6.133. Navigation and Localization Techniques - M-ETIT-105881 211
6.134. Nichtlineare Regelungssysteme - M-ETIT-100371 213
6.135. NMR-Methoden zur Produkt- und Prozessanalyse - M-CIWVT-105890 214
6.136. Nonlinear Optics - M-ETIT-100430 215
6.137. Numerical Methods with Programming Praktikum - M-MATH-106972 216
6.138. Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen - M-ETIT-102311 218
6.139. Optical Design Lab - M-ETIT-100464 220
6.140. Optical Engineering and Machine Vision - M-ETIT-106974 221
6.141. Optical Networks and Systems - M-ETIT-103270 223
6.142. Optical Systems in Medicine and Life Science - M-ETIT-103252 225
6.143. Optical Transmitters and Receivers - M-ETIT-100436 227
6.144. Optical Waveguides and Fibers - M-ETIT-100506 228
6.145. Optimale Regelung und Schätzung - M-ETIT-102310 230
6.146. Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1) [24143] - M-INFO-100830 231
6.147. Optimization of Dynamic Systems - M-ETIT-100531 232
6.148. Optische Technologien im Automobil - M-ETIT-100486 233
6.149. Optoelectronic Components - M-ETIT-100509 234
6.150. Optoelektronik - M-ETIT-100480 236
6.151. Optoelektronische Messtechnik - M-ETIT-100484 237
6.152. Photometrie und Radiometrie - M-ETIT-100519 238
6.153. Photonic Integrated Circuit Design and Applications - M-ETIT-105914 239
6.154. Photonics and Communications Lab - M-ETIT-104485 241
6.155. Photovoltaik - M-ETIT-100513 242
6.156. Physical Foundations of Cryogenics - M-CIWVT-103068 245
6.157. Physics, Technology and Applications of Thin Films - M-ETIT-105608 246
6.158. Plasmastrahlungsquellen - M-ETIT-100481 247
6.159. Plastic Electronics / Polymerelektronik - M-ETIT-100475 249
6.160. Power Electronics - M-ETIT-104567 251
6.161. Practical Amplifier Design - M-ETIT-107156 252
6.162. Practical Course: Smart Energy System - M-INFO-105955 253
6.163. Practical Tools for Control Engineers - M-ETIT-106780 254
6.164. Praktikum Batterien und Brennstoffzellen - M-ETIT-100381 255
6.165. Praktikum Entwurf digitaler Systeme - M-ETIT-102264 256

6.166. Praktikum Lichttechnik - M-ETIT-102356 257
6.167. Praktikum Mechatronische Messsysteme - M-ETIT-103448 259
6.168. Praktikum Nanoelektronik - M-ETIT-100468 261
6.169. Praktikum Nanotechnologie - M-ETIT-100478 263
6.170. Praktikum Optoelektronik - M-ETIT-100477 265
6.171. Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA - M-ETIT-100470 267
6.172. Praktikum Software Engineering - M-ETIT-100460 268
6.173. Praktikum Solarenergie - M-ETIT-102350 269
6.174. Praktikum Supraleitende Materialien - M-ETIT-105614 271
6.175. Praktikum Supraleitende Quantenelektronik - M-ETIT-105605 273
6.176. Praktikum System-on-Chip - M-ETIT-100451 275
6.177. Praktisches Machine Learning - M-ETIT-106673 277
6.178. Praxis elektrischer Antriebe - M-ETIT-100394 279
6.179. Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen - M-ETIT-104475 280
6.180. Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning - M-ETIT-105594 282
6.181. Pulsed Power Technology and Applications (Tutorial) - M-ETIT-105596 284
6.182. Pulsed Power Technology and Applications (Vorlesung) - M-ETIT-105595 285
6.183. Quantum Detectors and Sensors - M-ETIT-105606 286
6.184. Quantum Engineering - M-ETIT-106954 287
6.185. Quantum Machine Learning - M-ETIT-105889 289
6.186. Quellencodierung - M-ETIT-105273 291
6.187. Radar Systems Engineering - M-ETIT-100420 292
6.188. Radio Frequency Integrated Circuits and Systems - M-ETIT-105123 293
6.189. Radio-Frequency Electronics - M-ETIT-106955 294
6.190. Regelung leistungselektronischer Systeme - M-ETIT-105915 295
6.191. Regelung linearer Mehrgrößensysteme - M-ETIT-100374 296
6.192. Renewable Energy-Resources, Technologies and Economics - M-WIWI-100500 297
6.193. Robotik II - Humanoide Robotik - M-INFO-102756 298
6.194. Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik [24635] - M-INFO-104897 299
6.195. Satellite Communications - M-ETIT-105272 300
6.196. Schaltungstechnik in der Industrieelektronik - M-ETIT-100399 301
6.197. Schutz- und Leittechnik in elektrischen Netzen - M-ETIT-106506 302
6.198. Seamless Engineering - M-MACH-105725 304
6.199. Seminar Advanced Concepts for Flexible and Soft Optoelectronic Devices and Sensors - M-ETIT-106674 306
6.200. Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik - M-ETIT-100441 307
6.201. Seminar Barrierefreiheit - Assistive Technologien für Sehgeschädigte - M-INFO-102374 308
6.202. Seminar Batterien II - M-ETIT-105321 310
6.203. Seminar Brennstoffzellen II - M-ETIT-105322 311
6.204. Seminar Eingebettete Systeme - M-ETIT-100455 312
6.205. Seminar Elektrokatalyse - M-ETIT-105629 313
6.206. Seminar Industrial Process and Plant Engineering - M-ETIT-106970 314
6.207. Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik - M-ETIT-100396 316
6.208. Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting - M-ETIT-103447 318
6.209. Seminar on Applied Superconductivity - M-ETIT-105615 319
6.210. Seminar Sensorik - M-ETIT-100380 320
6.211. Sensoren - M-ETIT-100378 321
6.212. Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration - M-INFO-104877 322
6.213. Signal Processing Lab - M-ETIT-106633 324
6.214. Signal Processing Methods - M-ETIT-106899 325
6.215. Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators - M-ETIT-106675 327
6.216. Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik - M-ETIT-100443 329
6.217. Single-Photon Detectors - M-ETIT-101971 330
6.218. Software Engineering - M-ETIT-100450 331
6.219. Solar Energy - M-ETIT-100524 332
6.220. Solar Thermal Energy Systems [Sp-STES] - M-MACH-101924 334
6.221. Space-Born Microwave Radiometry - Advanced Methods and Applications - M-ETIT-100545 335
6.222. Spaceborne Radar Remote Sensing - M-ETIT-103042 336
6.223. Steuerungstechnik - M-MACH-105348 338
6.224. Stochastische Informationsverarbeitung [24113] - M-INFO-100829 339
6.225. Stromrichtersteuerungstechnik - M-ETIT-100400 340
6.226. Student Innovation Lab - M-ETIT-105073 341
6.227. Superconducting Magnet Technology - M-ETIT-106684 344

6.228. Superconducting Materials - M-ETIT-105521 ... 346
6.229. Superconducting Nanowire Detectors - M-ETIT-105609 ... 347
6.230. Superconducting Power Systems - M-ETIT-106683 ... 348
6.231. Superconductivity for Engineers - M-ETIT-105611 ... 350
6.232. Systemintegration und Kommunikationsstrukturen in Industrie 4.0 und IoT - M-ETIT-106026 ... 352
6.233. Systems and Software Engineering - M-ETIT-100537 ... 354
6.234. Systems Engineering for Automotive Electronics - M-ETIT-100462 ... 356
6.235. Team Project: Sensors and Electronics - M-ETIT-105465 ... 357
6.236. Technische Akustik - M-ETIT-101835 ... 358
6.237. Technische Optik - M-ETIT-100538 ... 359
6.238. Telematik [24128] - M-INFO-100801 ... 361
6.239. Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld - M-ETIT-100546 ... 363
6.240. Theoretische Grundlagen der Kryptographie - M-INFO-105584 ... 364
6.241. Thermische Solarenergie - M-MACH-102388 ... 365
6.242. Überfachliche Qualifikationen - M-ETIT-105803 ... 367
6.243. Ultraschall-Bildgebung - M-ETIT-100560 ... 368
6.244. Universal Composability in der Kryptographie - M-INFO-105783 ... 369
6.245. Vakuumtechnik - M-CIWVT-104478 ... 370
6.246. Verifizierte numerische Methoden - M-ETIT-104493 ... 371
6.247. Verteilte ereignisdiskrete Systeme - M-ETIT-100361 ... 372
6.248. Visuelle Wahrnehmung im KFZ - M-ETIT-100497 ... 373
6.249. Water – Energy – Environment Nexus in a Circular Economy: Research Proposal Preparation - M-CIWVT-106680 ... 374
6.250. Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik [WW4INGMB32] - M-MACH-101286 ... 375
6.251. Wissenschaftliches Programmieren für Ingenieure - M-MACH-105369 ... 376
6.252. Workshop Finite Element Method in Electromagnetics - M-ETIT-107147 ... 377

7. Teilleistungen ... 378

7.1. Adaptive Optics - T-ETIT-107644 ... 378
7.2. Advanced Communications Engineering - T-ETIT-113676 ... 379
7.3. Aktuelle Themen der Solarenergie - T-ETIT-100780 ... 380
7.4. Angewandte Informationstheorie - T-ETIT-100748 ... 381
7.5. Antennas and Beamforming - T-ETIT-113920 ... 382
7.6. Anziehbare Robotertechnologien - T-INFO-106557 ... 383
7.7. Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme - T-ETIT-104518 ... 384
7.8. Authentisierung und Verschlüsselung - T-INFO-110824 ... 385
7.9. Batterie- und Brennstoffzellensysteme - T-ETIT-100704 ... 386
7.10. Batterien und Brennstoffzellen - T-ETIT-100983 ... 387
7.11. Bioelektrische Signale - T-ETIT-101956 ... 388
7.12. BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin I - T-MACH-100966 ... 389
7.13. BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin II - T-MACH-100967 ... 390
7.14. BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin III - T-MACH-100968 ... 391
7.15. Business Innovation in Optics and Photonics - T-ETIT-104572 ... 392
7.16. Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage - T-ETIT-111244 ... 393
7.17. Channel Coding: Graph-Based Codes - T-ETIT-111245 ... 394
7.18. Communication Systems and Protocols - T-ETIT-101938 ... 395
7.19. Communications Engineering Laboratory - T-ETIT-114159 ... 396
7.20. Components of Power Systems - T-ETIT-113445 ... 397
7.21. Computational Imaging - T-INFO-112573 ... 398
7.22. Computational Intelligence - T-MACH-105314 ... 399
7.23. Cryogenic Engineering - T-CIWVT-108915 ... 400
7.24. Cyber-Physical Modeling - T-ETIT-113908 ... 401
7.25. Das Arbeitsfeld des Ingenieurs - T-MACH-105721 ... 402
7.26. Data Science - T-INFO-113124 ... 403
7.27. Deep Learning für Computer Vision I: Grundlagen - T-INFO-111491 ... 404
7.28. Deep Learning für Computer Vision II: Fortgeschrittene Themen - T-INFO-111494 ... 405
7.29. Deep Learning und Neuronale Netze - T-INFO-109124 ... 406
7.30. Design analoger Schaltkreise - T-ETIT-100973 ... 407
7.31. Design digitaler Schaltkreise - T-ETIT-100974 ... 408
7.32. Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt - T-ETIT-100761 ... 409
7.33. Die Energiewende im Stromtransportnetz - T-ETIT-111248 ... 410
7.34. Digital Hardware Design Laboratory - T-ETIT-104571 ... 411
7.35. Digital Real Time Simulations for Energy Technologies - T-ETIT-113449 ... 412

7.36. Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises - T-ETIT-106852 413
7.37. Digital Twin Engineering - T-ETIT-112224 414
7.38. Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar - T-ETIT-110940 415
7.39. Dosimetrie ionisierender Strahlung - T-ETIT-104505 416
7.40. Echtzeitregelung elektrischer Antriebe - T-ETIT-111898 417
7.41. Einführung in die Bildfolgenauswertung - T-INFO-101273 418
7.42. Einführung in die Energiewirtschaft - T-WIWI-102746 419
7.43. Einführung in die wissenschaftliche Methode (Seminar) - T-ETIT-111316 420
7.44. Einkristallzüchtung – Kristallzüchtungsmethoden und Anwendungen von Kristallen für elektronische und optische Bauteile - T-ETIT-113293 421
7.45. Electric Drives and Power Electronics Lab - T-ETIT-114162 422
7.46. Electric Drives for E-Mobility - T-ETIT-113936 423
7.47. Electric Power Generation and Power Grid - T-ETIT-103608 424
7.48. Electric Power Transmission & Grid Control - T-ETIT-110883 425
7.49. Electrical Energy Systems Lab - T-ETIT-114160 426
7.50. Electrocatalysis - T-ETIT-111831 427
7.51. Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields - T-ETIT-100640 428
7.52. Elektrische Energienetze - T-ETIT-100830 429
7.53. Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser - T-ETIT-100783 430
7.54. Elektronische Systeme und EMV - T-ETIT-100723 431
7.55. Energieträger aus Biomasse - T-CIWVT-108828 432
7.56. Energiewirtschaft - T-ETIT-100725 433
7.57. Energy Storage and Network Integration - T-ETIT-104644 434
7.58. Entrepreneurship - T-WIWI-102864 435
7.59. Entwurf elektrischer Maschinen - T-ETIT-100785 436
7.60. Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2) - T-INFO-101368 437
7.61. Entwurf von Mikrowellenmodulen - T-ETIT-111375 438
7.62. Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices - T-ETIT-103613 439
7.63. Fahreigenschaften von Kraftfahrzeugen I - T-MACH-105152 440
7.64. Fahrzeugsehen - T-MACH-105218 441
7.65. Field Propagation and Coherence - T-ETIT-100976 442
7.66. Fortgeschrittene Künstliche Intelligenz - T-INFO-112768 443
7.67. Funkempfänger - T-ETIT-106431 444
7.68. Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie - T-INFO-101262 445
7.69. Geodätische Raumverfahren für Ingenieure, Prüfung - T-BGU-112871 446
7.70. Geodätische Raumverfahren, Vorleistung - T-BGU-111169 447
7.71. Grundlagen der Fahrzeugtechnik I - T-MACH-100092 448
7.72. Grundlagen der Fahrzeugtechnik II - T-MACH-102117 449
7.73. Grundlagen der Plasmatechnologie - T-ETIT-100770 450
7.74. Grundsätze der PKW-Entwicklung I - T-MACH-105162 451
7.75. Grundsätze der PKW-Entwicklung II - T-MACH-105163 452
7.76. Hardware Modeling and Simulation - T-ETIT-100672 453
7.77. Hardware Synthesis and Optimization - T-ETIT-113922 454
7.78. Hardware/Software Co-Design - T-ETIT-100671 455
7.79. Hardware-Synthese und -Optimierung - T-ETIT-100673 456
7.80. Hochleistungsmikrowellentechnik - T-ETIT-100791 457
7.81. Hochspannungsprüftechnik - T-ETIT-101915 458
7.82. Hochspannungstechnik - T-ETIT-110266 459
7.83. Industriebetriebswirtschaftslehre - T-WIWI-100796 460
7.84. Informationsfusion - T-ETIT-106499 461
7.85. Informationstechnik in der industriellen Automation - T-ETIT-100698 462
7.86. Innovation Lab - T-ETIT-110291 463
7.87. Integrierte Intelligente Sensoren - T-ETIT-100961 464
7.88. Integrierte Systeme und Schaltungen - T-ETIT-100972 465
7.89. Interfakultatives Team-Projekt - T-ETIT-106110 466
7.90. Introduction to Automotive and Industrial Lidar Technology - T-ETIT-111011 467
7.91. Introduction to Microsystem Technology I - T-MACH-114100 468
7.92. Introduction to the Scientific Method (Seminar) - T-ETIT-111317 469
7.93. IT/OT-Security Seminar - T-ETIT-113648 470
7.94. Kältetechnik B - Grundlagen der industriellen Gasgewinnung - T-CIWVT-108914 471
7.95. Kryptographische Protokolle - T-INFO-111261 472
7.96. Lab Course on Noise Thermometry - T-ETIT-112714 473

7.97. Lab Course Printed Flexible Electronics - T-ETIT-113075 474
7.98. Lab Course Robotic Winding Technology for Superconducting Wires - T-ETIT-114158 475
7.99. Laboratory Information Systems in Power Engineering - T-ETIT-114183 476
7.100. Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering - T-ETIT-110898 477
7.101. Laser Metrology - T-ETIT-100643 478
7.102. Laser Physics - T-ETIT-100741 479
7.103. Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie - T-ETIT-104569 480
7.104. Leistungselektronische Systeme in der Energietechnik - T-ETIT-112286 481
7.105. Liberalised Power Markets - T-WIWI-107043 482
7.106. Lichttechnik - T-ETIT-100772 483
7.107. Light and Display Engineering - T-ETIT-100644 484
7.108. Lighting Design - Theory and Applications - T-ETIT-100997 485
7.109. Lokalisierung mobiler Agenten - T-INFO-101377 486
7.110. Lokalisierung mobiler Agenten Übung - T-INFO-114169 487
7.111. Low Power Design - T-INFO-101344 488
7.112. Machine Learning and Optimization in Communications - T-ETIT-110123 489
7.113. Machine Learning and Optimization in Energy Systems - T-WIWI-113073 490
7.114. Machine Vision - T-MACH-105223 491
7.115. Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren - T-WIWI-106340 492
7.116. Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren - T-WIWI-106341 493
7.117. Master's Thesis - T-ETIT-114213 494
7.118. Measurement Technology - T-ETIT-112147 495
7.119. Mechatronik-Praktikum - T-MACH-105370 496
7.120. Medical Image Processing for Guidance and Navigation - T-ETIT-113425 497
7.121. Medical Imaging Technology - T-ETIT-113625 498
7.122. Medical Imaging Technology II - T-ETIT-113421 499
7.123. Medizinische Messtechnik - T-ETIT-113607 500
7.124. Microenergy Technologies - T-MACH-105557 501
7.125. Microwave Engineering Lab - T-ETIT-113938 502
7.126. Mikroaktorik - T-MACH-101910 503
7.127. Mikrosystemtechnik - T-ETIT-100752 504
7.128. Mikrowellenmesstechnik - T-ETIT-100733 505
7.129. Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen - T-ETIT-108389 506
7.130. Mixed-Signal IC Design - T-ETIT-111845 507
7.131. MMIC Design Laboratory - T-ETIT-111006 508
7.132. Mobile Communications - T-ETIT-112127 509
7.133. Mobile Communications II - T-ETIT-112679 510
7.134. Mobile Communications Workshop - T-ETIT-113063 511
7.135. Modellbildung elektrochemischer Systeme - T-ETIT-100781 512
7.136. Modern Radio Systems Engineering - T-ETIT-100735 513
7.137. Modern VLSI Technologies - T-ETIT-113864 514
7.138. Mustererkennung - T-INFO-101362 515
7.139. Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II - T-ETIT-110697 516
7.140. Nano- and Quantum Electronics - T-ETIT-111232 517
7.141. Navigation and Localization Techniques - T-ETIT-111829 518
7.142. Nichtlineare Regelungssysteme - T-ETIT-100980 519
7.143. NMR-Methoden zur Produkt- und Prozessanalyse - T-CIWVT-111843 520
7.144. Nonlinear Optics - T-ETIT-101906 521
7.145. Numerical Methods - Exam - T-MATH-111700 522
7.146. Numerical Methods - Workshop - T-MATH-113937 523
7.147. Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen - T-ETIT-104595 524
7.148. Optical Design Lab - T-ETIT-100756 525
7.149. Optical Engineering and Machine Vision - T-ETIT-113941 526
7.150. Optical Networks and Systems - T-ETIT-106506 527
7.151. Optical Systems in Medicine and Life Science - T-ETIT-106462 528
7.152. Optical Transmitters and Receivers - T-ETIT-100639 529
7.153. Optical Waveguides and Fibers - T-ETIT-101945 530
7.154. Optimale Regelung und Schätzung - T-ETIT-104594 531
7.155. Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1) - T-INFO-101367 532
7.156. Optimization of Dynamic Systems - T-ETIT-100685 533
7.157. Optische Technologien im Automobil - T-ETIT-100773 534
7.158. Optoelectronic Components - T-ETIT-101907 535

7.159. Optoelektronik - T-ETIT-100767 ... 536
7.160. Optoelektronische Messtechnik - T-ETIT-100771 ... 537
7.161. Patente und Patentstrategien in innovativen Unternehmen - T-MACH-105442 ... 538
7.162. Photometrie und Radiometrie - T-ETIT-100789 ... 539
7.163. Photonic Integrated Circuit Design and Applications - T-ETIT-111896 ... 540
7.164. Photonics and Communications Lab - T-ETIT-109173 ... 541
7.165. Photovoltaik - T-ETIT-101939 ... 542
7.166. Physical Foundations of Cryogenics - T-CIWVT-106103 ... 543
7.167. Physics, Technology and Applications of Thin Films - T-ETIT-111237 ... 544
7.168. Plasmastrahlungsquellen - T-ETIT-100768 ... 545
7.169. Plastic Electronics / Polymerelektronik - T-ETIT-100763 ... 546
7.170. Power Electronics - T-ETIT-109360 ... 547
7.171. Practical Amplifier Design - T-ETIT-114179 ... 548
7.172. Practical Course: Smart Energy System Lab - T-INFO-112030 ... 549
7.173. Practical Tools for Control Engineers - T-ETIT-113628 ... 550
7.174. Praktikum Batterien und Brennstoffzellen - T-ETIT-100708 ... 551
7.175. Praktikum Entwurf digitaler Systeme - T-ETIT-104570 ... 552
7.176. Praktikum Lichttechnik - T-ETIT-104726 ... 553
7.177. Praktikum Mechatronische Messsysteme - T-ETIT-106854 ... 554
7.178. Praktikum Nanoelektronik - T-ETIT-100757 ... 555
7.179. Praktikum Nanotechnologie - T-ETIT-100765 ... 556
7.180. Praktikum Optoelektronik - T-ETIT-100764 ... 557
7.181. Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA - T-ETIT-100759 ... 558
7.182. Praktikum Software Engineering - T-ETIT-100681 ... 559
7.183. Praktikum Solarenergie - T-ETIT-104686 ... 560
7.184. Praktikum Supraleitende Materialien - T-ETIT-111242 ... 561
7.185. Praktikum Supraleitende Quantenelektronik - T-ETIT-111233 ... 562
7.186. Praktikum System-on-Chip - T-ETIT-100798 ... 563
7.187. Praktisches Machine Learning - T-ETIT-113426 ... 564
7.188. Praxis elektrischer Antriebe - T-ETIT-100711 ... 565
7.189. Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen - T-ETIT-109148 ... 566
7.190. ProVIL – Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor - T-MACH-106738 ... 567
7.191. Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning - T-ETIT-111214 ... 568
7.192. Pulsed Power Technology and Applications (Vorlesung) - T-ETIT-111215 ... 569
7.193. Pulsed Power Technology and Applications (Tutorial) - T-ETIT-111216 ... 570
7.194. Quantum Detectors and Sensors - T-ETIT-111234 ... 571
7.195. Quantum Engineering - T-ETIT-113909 ... 572
7.196. Quantum Machine Learning - T-ETIT-111838 ... 573
7.197. Quellencodierung - T-ETIT-110673 ... 574
7.198. Radar Systems Engineering - T-ETIT-100729 ... 575
7.199. Radio Frequency Integrated Circuits and Systems - T-ETIT-110358 ... 576
7.200. Radio-Frequency Electronics - T-ETIT-113910 ... 577
7.201. Regelung leistungselektronischer Systeme - T-ETIT-111897 ... 578
7.202. Regelung linearer Mehrgrößensysteme - T-ETIT-100666 ... 579
7.203. Renewable Energy-Resources, Technologies and Economics - T-WIWI-100806 ... 580
7.204. Robotik II - Humanoide Robotik - T-INFO-105723 ... 581
7.205. Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik - T-INFO-109931 ... 582
7.206. Satellite Communications - T-ETIT-110672 ... 583
7.207. Schaltungstechnik in der Industrieelektronik - T-ETIT-100716 ... 584
7.208. Schutz- und Leittechnik in elektrischen Netzen - T-ETIT-113164 ... 585
7.209. Seamless Engineering - T-MACH-111401 ... 586
7.210. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-benotet - T-ETIT-111688 ... 587
7.211. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-benotet - T-ETIT-111529 ... 588
7.212. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-benotet - T-ETIT-111689 ... 589
7.213. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-Forum-unbenotet - T-ETIT-111690 ... 590
7.214. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-unbenotet - T-ETIT-111533 ... 591
7.215. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-unbenotet - T-ETIT-111691 ... 592
7.216. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-unbenotet - T-ETIT-112898 ... 593
7.217. Seminar Advanced Concepts for Flexible and Soft Optoelectronic Devices and Sensors - T-ETIT-113427 ... 594
7.218. Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik - T-ETIT-100962 ... 595
7.219. Seminar Barrierefreiheit - Assistive Technologien für Sehgeschädigte - T-INFO-104742 ... 596
7.220. Seminar Batterien II - T-ETIT-110801 ... 597

7.221. Seminar Brennstoffzellen II - T-ETIT-110799 598
7.222. Seminar Eingebettete Systeme - T-ETIT-100753 599
7.223. Seminar Elektrokatalyse - T-ETIT-111256 600
7.224. Seminar Industrial Process and Plant Engineering - T-ETIT-113932 601
7.225. Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik - T-ETIT-100713 602
7.226. Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting - T-ETIT-108344 603
7.227. Seminar on Applied Superconductivity - T-ETIT-111243 604
7.228. Seminar Project Management for Engineers - T-ETIT-100814 605
7.229. Seminar Projekt Management für Ingenieure - T-ETIT-108820 606
7.230. Seminar Sensorik - T-ETIT-100707 607
7.231. Seminar Strategieableitung für Ingenieure - T-ETIT-111369 608
7.232. Seminar Wir machen ein Patent - T-ETIT-100754 609
7.233. Sensoren - T-ETIT-101911 610
7.234. Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration - T-INFO-109911 611
7.235. Signal Processing Lab - T-ETIT-113369 612
7.236. Signal Processing Methods - T-ETIT-113837 613
7.237. Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators - T-ETIT-113428 614
7.238. Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik - T-ETIT-100747 615
7.239. SIL Entrepreneurship Projekt - T-WIWI-110166 616
7.240. Single-Photon Detectors - T-ETIT-108390 617
7.241. Software Engineering - T-ETIT-108347 618
7.242. Solar Energy - T-ETIT-100774 619
7.243. Solar Thermal Energy Systems - T-MACH-106493 620
7.244. Space-Born Microwave Radiometry-Advanced Methods and Applications - T-ETIT-100810 621
7.245. Spaceborne Radar Remote Sensing - Exam - T-ETIT-112857 622
7.246. Spaceborne Radar Remote Sensing - Workshop - T-ETIT-112858 623
7.247. Steuerungstechnik - T-MACH-105185 624
7.248. Stochastische Informationsverarbeitung - T-INFO-101366 625
7.249. Stromrichtersteuerungstechnik - T-ETIT-100717 626
7.250. Superconducting Magnet Technology - T-ETIT-113440 627
7.251. Superconducting Materials - T-ETIT-111096 628
7.252. Superconducting Nanowire Detectors - T-ETIT-111236 629
7.253. Superconducting Power Systems - T-ETIT-113439 630
7.254. Superconductivity for Engineers - T-ETIT-111239 631
7.255. Systemintegration und Kommunikationsstrukturen in Industrie 4.0 und IoT - T-ETIT-112212 632
7.256. Systems and Software Engineering - T-ETIT-100675 633
7.257. Systems Engineering for Automotive Electronics - T-ETIT-100677 634
7.258. Team Project: Sensors and Electronics - T-ETIT-111007 635
7.259. Technikethik - ARs ReflecTIonis - T-ETIT-111923 636
7.260. Technische Akustik - T-ETIT-104579 637
7.261. Technische Optik - T-ETIT-100804 638
7.262. Telematik - T-INFO-101338 639
7.263. Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld - T-ETIT-100811 640
7.264. Theoretische Grundlagen der Kryptographie - T-INFO-111199 641
7.265. Thermische Solarenergie - T-MACH-105225 642
7.266. TutorInnenprogramm - Start in die Lehre - T-ETIT-100797 643
7.267. Ultraschall-Bildgebung - T-ETIT-100822 644
7.268. Universal Composability in der Kryptographie - T-INFO-111584 645
7.269. Vakuumtechnik - T-CIWVT-109154 646
7.270. Verifizierte numerische Methoden - T-ETIT-109184 647
7.271. Verteilte ereignisdiskrete Systeme - T-ETIT-100960 648
7.272. Visuelle Wahrnehmung im KFZ - T-ETIT-100777 649
7.273. Water – Energy – Environment Nexus in a Circular Economy: Research Proposal Preparation - T-CIWVT-113433 650
7.274. Werkzeugmaschinen und hochpräzise Fertigungssysteme - T-MACH-110963 651
7.275. Wissenschaftliches Programmieren für Ingenieure - T-MACH-100532 652
7.276. Workshop Finite Element Method in Electromagnetics - T-ETIT-114166 653

1 Preamble

1.1 Overview of the degree program

The Master's degree program in Electrical Engineering and Information Technology at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT) is divided into the four subjects:

- Field of Specialization (60 CP)
  - Fundamentals (24 CP)
  - Focus Area (dependet on Lab: 27-30 CP)
  - Lab course (exactly 1)
- Electives (24 CR)
- Interdisciplinary Qualification Area (6 CR)
- Master’s Thesis (30 CR)

Fields of Specialization

One of the four “Fields of Specialization” can be chosen.

- Automation, Robotics & Systems Engineering
- Electrical Power Systems and Electromobility
- Information and Communication Technology
- Microelectronics, Photonics and Quantum Technologies

Within each “Fields of Specialization” four modules of the subject “Fundamentals” has to be chosen.

Furthermore, there are several “Focus Areas” that provide the students an orientation and recommendation for possible study courses and thus a guideline of reasonable module combinations. They are shown in the following chapter as a kind of profile within each “Field of Specialization”. The modules for each “Focus Area” are marked with a cross and are recommendations. Students are free to make their choice.

At last, exactly one lab or practical course has to be chosen within each “Field of Specialization”.

Electives

The elective modules provide a wide range of modules of further interest. Here, up to one additional lab or practical course may be chosen.

Master Electrical Engineering and Information Technology (SPO 2025)

<table>
<tr><th>Credits</th><th>1st term</th><th>2nd term</th><th>3rd term</th><th>4th term</th></tr>
<tr><td rowspan="4">10 CP

20 CP

30 CP</td><td>Fundamentals Module 1 (6 LP, 4 SWS)</td><td>Fundamentals Module 3 (6 LP, 4 SWS)</td><td rowspan="3">Electives (24 CP)</td><td rowspan="4">Master's Thesis (30 CP)</td></tr>
<tr><td>Fundamentals Module 2 (6 LP, 4 SWS)</td><td>Fundamentals Module 4 (6 LP, 4 SWS)</td></tr>
<tr><td>Fundamentals/ Focus Area Module (6 CP)</td><td>Lab Course* (6 CP)</td></tr>
<tr><td>Focus Area Modules (12 CP)</td><td>Focus Area Modules (12 CP)</td><td>Interdisciplinary Qualifications (6 CP)</td></tr>
</table>

*** Lab Course: the credits may vary and are compensated in the Focus Area**

Subjects

Fundamentals	*24 or 30 CP*	*Field of*
Focus Area	*min. 24 CP*	*Specialization:*
Lab Course	*1 course*	*in sum 60 CP*
Electives	*24 CP*	
Interdisciplinary Qualifications	*6 CP*	
Master's Thesis	*30 CP*	

Field of Specialization: Automation, Robotics & Systems Engineering

Fundamentals (24 CP)	**CP winter**	**CP summer**	**Automation, Control & Robotics (Barth, Hohmann)**	**Measurement, Sensing & Signal-Processing (Heizmann, Wahls, Zwick)**	**Systems Engineering (Sax)**
English modules					
Cyber-Physical Modeling		6	x		
Optical Engineering and Machine Vision	6			x	
Optimization of Dynamic Systems	6		x		
Robotics and Sensing (starts April 2026)		6	x	x	
Signal Processing Methods	6			x	
Systems and Software Engineering	6				x
Focus Area (dependet on Lab: 21-30 CP)	**CP winter**	**CP summer**			
English modules					
Communication Systems and Protocols		5	x		x
Digital Twin Engineering	4		x		x
Hardware Modeling and Simulation	4				x
Hardware/Software Co-Design	4				x
Hardware Synthesis and Optimization		6			x
IT/OT-Security Seminar	4		x	x	x
Laser Metrology		3		x	
Navigation and Localization Techniques		3	x	x	
Radar Systems Engineering	6		x	x	
Seminar Industrial Process and Plant Engineering		6	x		x
Signal processing using nonlinear Fourier transforms and Koopman operators		6		x	
Software Engineering		3			x
Spaceborne Radar Remote Sensing		6		x	
Systems Engineering for Automotive Electronics		4			x
German modules					
Informationsfusion	4		x	x	x
Informationstechnik in der Industriellen Automation		3	x		
Nichtlineare Regelungssysteme		3	x		
Praktisches Machine Learning		5		x	
Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen	4				x
Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning		3	x	x	
Quantum Machine Learning	3			x	
Regelung linearer Mehrgrößensysteme	6		x		
Seminar eingebettete Systeme		4			x
Sensoren		3		x	
Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld	4				x

Verteilte ereignisdiskrete Systeme	4		x	x	
Lab Course (exactly 1)	**CP winter**	**CP summer**			
English modules					
Seamless Engineering	9				x
Signal Processing Lab		6		x	
Student Innovation Lab	9	6	x	x	x
German modules					
Labor Schaltungsdesign		6			x
Praktikum Entwurf Digitaler Systeme		6			x
Praktikum Mechatronische Messsysteme	6			x	
Praktikum Software Engineering		6			x
Praktikum System-on-Chip	6				

Field of Specialization: Electrical Power Systems and Electromobility

Fundamentals (24 CP)	CP winter	CP summer	Electro-mobility	Electric Drives	Power Electronic Systems	Renewables	Electro-chemical Systems	Power Systems Engineering & Economics	Super-conductor Engineering
English modules									
Batteries and Fuel Cells	6		x			x	x		
Electric Power Transmission & Grid Control		6	x		x	x		x	x
Numerical Methods with Programming Practice		6	x	x	x	x	x	x	x
Optimization of Dynamic Systems	6		x	x	x	x	x	x	x
Power Electronics		6	x	x	x	x	x	x	x
Superconductivity for Engineers	6								x
Focus Area (30 CP)	**CP winter**	**CP summer**							
English modules									
Communication Systems and Protocols		5	x	x	x	x	x	x	
Components of Power Systems		3						x	
Electric Drives for E-Mobility		5	x	x	x		x		
Electrocatalysis		5					x		
Energy Storage and Network Integration	4				x	x	x		
Hardware/Software Co-Design	6		x	x					
Liberalised Power Markets	6					x		x	
Nano- and Quantum Electronics		6							x
Pulsed Power Technology and Applications	3								x
Quantum Detectors and Sensors	6								x
Radio-Frequency Electronics	6								x
Renewable Energy-Resources, Technologies and Economics	3					x		x	
Seminar on Applied Superconductivity		3							x
Solar Energy (winter term) or Photovoltaik (summer term)	6	6				x	x		
Solar Thermal Energy Systems	4					x			
Superconducting Magnet Technology		4							x
Superconducting Materials (2-term module)	3	3							x
Superconducting Power Systems	4								x
Systems and Software Engineering	6		x	x					
Workshop Finite Element Method in Electromagnetics		3		x					
German modules									
Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme	3			x	x				
Batterie- und Brennstoffzellensysteme		3	x		x	x	x		
Echtzeitregelung elektrischer Antriebe	6		x	x	x				
Einführung in die Energiewirtschaft		5						x	
Elektronische Systeme und EMV		3		x					
Energiewirtschaft	3							x	
Entwurf Elektrischer Maschinen	5		x	x					x
Grundlagen der Fahrzeugtechnik I	8		x						

Hochspannungsprüftechnik	4				x			x	
Hochspannungstechnik	6				x			x	
Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie		3			x	x	x	x	
Leistungselektronische Systeme in der Energietechnik	6			x	x	x	x	x	
Praxis elektrischer Antriebe	4		x	x					
Regelung leistungselektronischer Systeme		6	x	x	x	x	x	x	
Schaltungstechnik in der Industrieelektronik	3			x	x				
Schutz- und Leittechnik in elektrischen Netzen	3				x			x	
Seminar Elektrokatalyse	3	3					x		x
Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik	4	4	x	x	x	x		x	
Stromrichtersteuerungstechnik	3			x	x	x			
Lab Course (exactly 1)	**CP winter**	**CP summer**							
English modules									
Electric Drives and Power Electronics Lab		6	x	x	x				
Electrical Energy Systems Lab	6			x	x				
Lab Course on Noise Thermometry	6	6							x
Lab Course on Robotic Winding Technology for Superconducting Wires	6								x
Laboratory Information Systems in Power Engineering		6						x	
Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering		6						x	
Practical Course: Smart Energy System	6	6				x		x	
Praktikum Batterien und Brennstoffzellen/ Batteries and Fuel Cells Laboratory	6		x			x	x		
Praktikum Nanoelektronik/ Lab Course on Nanoelectronics	6	6							x
Praktikum Solarenergie/ Laboratory Solar Energy	6	6				x			
Praktikum Supraleitende Materialien/ Lab Course on Superconducting Materials	6	6							x
Praktikum Supraleitende Quantenelektronik/ Lab Course on Superconducting Quantum Electronics	6	6							x

Field of Specialization: Information and Communication Technology

Fundamentals (24 CP)	**CP winter**	**CP summer**	**Communication Systems (Schmalen, Rost, Zwick, Randel)**	**Communication Algorithms and Theory (Schmalen, Rost)**	**Signal and Information Processing (Wahls, Heizmann, Becker)**	**Microwave Systems (Zwick, Ulusoy, Younis)**	**Photonic Systems (Randel, Koos, Eichhorn)**	**Embedded System Integration (Becker)**
English modules								
Advanced Communications Engineering	6		x	x	x	x	x	x
Hardware/Software Co-Design	6				x			x
Modern Radio Systems Engineering		6	x	x		x		
Numerical Methods with Programming Practice		6	x	x	x	x	x	x
Optical Networks and Systems	6		x	x	(x)		x	
Signal Processing Methods	6		x	x	x	x	x	x
Focus Area (30 CP)	**CP winter**	**CP summer**						
English modules								
Antennas and Beamforming	4		x			x		
Applied Electromagnetics (starts October 2025)	4					x	x	
Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage		3		x				
Channel Coding: Graph-Based Codes	6		x	x				
Communication Systems and Protocols	5	5	x			x		x
Cyber-Physical Modeling		6						
Digital Signal Processing in Optical Communications		6	x		x		x	
Digital Twin Engineering	4							
Field Propagation and Coherence	4						x	
Hardware Modeling and Simulation	4							x
IT/OT-Security Seminar	4		x					
Integrated Photonics (comming soon)	6					x	x	
Machine Learning and Optimization in Communications		4	x	x	x			
Mobile Communications	4		x	x				
Mobile Communications II		3						
Nonlinear Optics		6					x	
Optical Engineering and Machine Vision	6				x			
Optical Transmitters and Receivers	6						x	
Optoelectronic Components		4	x			x	x	
Photonic Integrated Circuits: Design and Applications		6					x	
Quantum Machine Learning	3				x			
Radio Frequency Integrated Circuits and Systems		6						
Radio-Frequency Electronics	6		x			x	x	
Radar Systems Engineering	6					x		
Robotics and Sensing (starts April 2026)		6						

Satellite Communications		3						
Seminar Industrial Process and Plant Engineering		4						
Signal processing using nonlinear Fourier transforms and Koopman operators		6	x	x	x		x	
Spaceborne Radar Remote Sensing		6						
German modules								
Angewandte Informationstheorie	6		x	x	x			
Funkempfänger (Jondral)	3			x				
Hardware-Synthese und -Optimierung		6						x
Informationsfusion	4		x	x	x	x		x
Integrierte Intelligente Sensoren		3						x
Mikrosystemtechnik	3							
Mikrowellenmesstechnik		4				x	x	
Praktisches Machine Learning		5			x			
Quellencodierung		3		x				
Seminar: Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik	4	4						
Seminar Eingebettete Systeme	4	4						x
Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik		4	x	x	x	x	x	
Verteilte ereignisdiskrete Systeme	4							
Lab Course (exactly 1)	**CP winter**	**CP summer**						
English modules								
Communications Engineering Laboratory	6	6	x	x			x	
Digital Hardware Design Lab		6	x				x	x
Microwave Engineering Lab	6	6	x			x	x	
MMIC Design Laboratory	6	6				x	x	
Photonics and Communications Lab		6	x				x	x
Signal Processing Lab		6	x		x		x	
German modules								
Praktikum Mechatronische Messsysteme	6				x			
Praktikum System-on-Chip	6							x

Field of Specialization: Microelectronics, Photonics and Quantum Technologies

Fundamentals (24 CP)	CP winter	CP summer	Microelectronics (Ulusoy, Becker)	Radio Frequency Electronics (Ulusoy, Zwick)	Quantum Technologies (Kempf)	Optics and Photonics (Koos, Lemmer)
English modules						
Hardware Synthesis and Optimization		6	x	x	x	x
Numerical Methods with Programming Practice		6	x	x	x	x
Integrated Photonics (comming soon)	6		x	x	x	x
Quantum Engineering		6	x	x	x	x
Radio-Frequency Electronics	6		x	x	x	x
Focus Area (30 CP)	**CP winter**	**CP summer**				
English modules						
Antennas and Beamforming	4			x	x	
Applied Electromagnetics (starts October 2025)	4			x	x	x
Hardware Modeling and Simulation	4		x			
Mixed-Signal IC Design		3	x			
Modern Radio Systems Engineering	6	6		x		
Modern VLSI Technologies		5	x		x	
Nano- and Quantum Electronics		6	x		x	x
Nonlinear Optics		6				x
Optical Transmitters and Receivers	6					x
Optical Waveguides and Fibers	4			x		x
Physics, Technology and Applications of Thin Films	4		x		x	x
Practical Amplifier Design		3	x	x		
Quantum Detectors and Sensors	6				x	x
Radio Frequency Integrated Circuits and Systems		6	x	x		x
Superconductivity for Engineers	5				x	x
German modules						
Design analoger Schaltkreise	4		x			
Design digitaler Schaltkreise		4	x			
Hochleistungsmikrowellentechnik	3			x		
Mikrowellenmesstechnik (changes to English in April 2026)		4		x	x	
Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen		4		x	x	
Optoelektronische Messtechnik		3				x
Lab Course (exactly 1)	**CP winter**	**CP summer**				
English modules						
Lab Course on Noise Thermometry	6	6			x	
Microwave Engineering Lab	6	6		x		x
MMIC Design Laboratory	6	6	x	x		

Photonics and Communications Lab		6				x
Praktikum Nanoelektronik/ Lab Course on Nanoelectronics	6	6	x		x	
Praktikum Nanotechnologie/ Laboratory Nanotechnology	6	6	x		x	
Praktikum Supraleitende Quantenelektronik/ Lab Course on Superconducting Quantum Electronics	6	6			x	
German modules						
Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA	6	6	x		x	
Praktikum System-on-Chip	6		x			

4 General Information

4.1 Study program details

KIT-Department	KIT Department of Electrical Engineering and Information Technology
Academic Degree	Master of Science (M.Sc.)
Examination Regulations Version	2025
Regular terms	4 terms
Maximum terms	8 terms
Credits	120
Language	
Grade calculation	Weighted average by credits
Additional Information	Link to study program www.etit.kit.edu

5 Field of study structure

Mandatory	
Master's Thesis	30 CR
Field of Specialization	60 CR
Electives	24 CR
Interdisciplinary Qualifications	6 CR

5.1 Master's Thesis

Credits
30

Mandatory		
M-ETIT-107191	Master's Thesis	30 CR

5.2 Field of Specialization

Credits
60

Elective Area - Field of Specialization (Election: 1 item)	
Electrical Power Systems and Electromobility	60 CR
Information and Communication Technology	60 CR
Automation, Robotics, and Systems Engineering	60 CR
Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies	60 CR

5.2.1 Electrical Power Systems and Electromobility

Credits 60

Part of: Field of Specialization

Election notes
All modules are listed with English titles, regardless of the course language.

- **Fundamentals**: All modules are given in English.
- **Focus Area** and **Lab Courses**: The primarily mentioned modules (alphabetically ordered) are given in English, the further below mentioned ones in German (alphabetically ordered according to German titels).

The following modules will be extended to 6 credits in winter term 25/26:

- M-ETIT-100531 - Optimization of Dynamic Systems
- M-ETIT-105611 - Superconductivity for Engineers

Fundamentals (Election: at least 24 CR)		
M-ETIT-105394	Electric Power Transmission & Grid Control	6 CR
M-MATH-106972	Numerical Methods with Programming Praktikum	6 CR
M-ETIT-100531	Optimization of Dynamic Systems	5 CR
M-ETIT-104567	Power Electronics	6 CR
M-ETIT-105611	Superconductivity for Engineers	5 CR
Focus Area (Election: at least 24 CR)		
- English modules -		
M-ETIT-100539	Communication Systems and Protocols	5 CR
M-ETIT-106689	Components of Power Systems	3 CR
M-ETIT-106971	Electric Drives for E-Mobility	4 CR
M-ETIT-105883	Electrocatalysis	5 CR
M-ETIT-101969	Energy Storage and Network Integration	4 CR
M-ETIT-100453	Hardware/Software Co-Design	4 CR
M-WIWI-105403	Liberalised Power Markets	6 CR
M-ETIT-105595	Pulsed Power Technology and Applications (Vorlesung)	3 CR
M-ETIT-105606	Quantum Detectors and Sensors	6 CR
M-ETIT-106955	Radio-Frequency Electronics	6 CR
M-WIWI-100500	Renewable Energy-Resources, Technologies and Economics	3 CR
M-ETIT-105615	Seminar on Applied Superconductivity	3 CR
M-ETIT-100524	Solar Energy	6 CR
M-MACH-101924	Solar Thermal Energy Systems	4 CR
M-ETIT-106684	Superconducting Magnet Technology	4 CR
M-ETIT-105521	Superconducting Materials	6 CR
M-ETIT-106683	Superconducting Power Systems	4 CR
M-ETIT-100537	Systems and Software Engineering	5 CR
M-ETIT-107147	Workshop Finite Element Method in Electromagnetics	3 CR
- German modules -		
M-ETIT-102200	Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme	3 CR
M-ETIT-100377	Batterie- und Brennstoffzellensysteme	3 CR
M-ETIT-105916	Echtzeitregelung elektrischer Antriebe	6 CR
M-WIWI-100498	Einführung in die Energiewirtschaft	5 CR
M-ETIT-100410	Elektronische Systeme und EMV	3 CR
M-ETIT-100413	Energiewirtschaft	3 CR
M-ETIT-100515	Entwurf elektrischer Maschinen	5 CR
M-MACH-100501	Grundlagen der Fahrzeugtechnik I	8 CR
M-ETIT-100417	Hochspannungsprüftechnik	4 CR
M-ETIT-105060	Hochspannungstechnik	6 CR
M-ETIT-102261	Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie *First usage possible until 30.09.2025.*	3 CR
M-ETIT-106067	Leistungselektronische Systeme in der Energietechnik	6 CR
M-ETIT-105604	Nano- and Quantum Electronics	6 CR
M-ETIT-100513	Photovoltaik	6 CR
M-ETIT-100394	Praxis elektrischer Antriebe	4 CR
M-ETIT-105915	Regelung leistungselektronischer Systeme	6 CR
M-ETIT-100399	Schaltungstechnik in der Industrieelektronik	3 CR
M-ETIT-106506	Schutz- und Leittechnik in elektrischen Netzen	3 CR
M-ETIT-105629	Seminar Elektrokatalyse	3 CR
M-ETIT-100396	Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik	4 CR
M-ETIT-100400	Stromrichtersteuerungstechnik	3 CR
Lab Course (Election: 1 item)		
- English modules -		
M-ETIT-107138	Electric Drives and Power Electronics Lab	6 CR

M-ETIT-107137	Electrical Energy Systems Lab	6 CR
M-ETIT-106263	Lab Course on Noise Thermometry	6 CR
M-ETIT-107135	Lab Course Robotic Winding Technology for Superconducting Wires	6 CR
M-ETIT-107159	Laboratory Information Systems in Power Engineering	6 CR
M-ETIT-105402	Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering	6 CR
M-INFO-105955	Practical Course: Smart Energy System	6 CR
M-ETIT-100381	Praktikum Batterien und Brennstoffzellen	6 CR
M-ETIT-100468	Praktikum Nanoelektronik	6 CR
M-ETIT-102350	Praktikum Solarenergie	6 CR
M-ETIT-105614	Praktikum Supraleitende Materialien	6 CR
M-ETIT-105605	Praktikum Supraleitende Quantenelektronik	6 CR

5.2.2 Information and Communication Technology

Credits 60

Part of: Field of Specialization

Election notes
All modules are listed with English titles, regardless of the course language.

- **Fundamentals**: All modules are given in English.
- **Focus Area** and **Lab Courses**: The primarily mentioned modules (alphabetically ordered) are given in English, the further below mentioned ones in German (alphabetically ordered according to German titels).

The following modules will be extended to 6 credits in winter term 25/26:

- M-ETIT-100453 - Hardware/Software Co-Design
- M-ETIT-103270 - Optical Networks and Systems

Fundamentals (Election: at least 24 CR)		
M-ETIT-106815	Advanced Communications Engineering	6 CR
M-ETIT-100453	Hardware/Software Co-Design	4 CR
M-ETIT-100427	Modern Radio Systems Engineering	6 CR
M-MATH-106972	Numerical Methods with Programming Praktikum	6 CR
M-ETIT-103270	Optical Networks and Systems	4 CR
M-ETIT-106899	Signal Processing Methods	6 CR
Focus Area (Election: at least 24 CR)		
- English modules -		
M-ETIT-106956	Antennas and Beamforming	4 CR
M-ETIT-105616	Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage	3 CR
M-ETIT-105617	Channel Coding: Graph-Based Codes	6 CR
M-ETIT-100539	Communication Systems and Protocols	5 CR
M-ETIT-106953	Cyber-Physical Modeling	6 CR
M-ETIT-103450	Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises	6 CR
M-ETIT-106040	Digital Twin Engineering	4 CR
M-ETIT-100566	Field Propagation and Coherence	4 CR
M-ETIT-100449	Hardware Modeling and Simulation	4 CR
M-ETIT-106789	IT/OT-Security Seminar	4 CR
M-ETIT-104988	Machine Learning and Optimization in Communications	4 CR
M-ETIT-105971	Mobile Communications	4 CR
M-ETIT-106244	Mobile Communications II	3 CR
M-ETIT-100430	Nonlinear Optics	6 CR
M-ETIT-106974	Optical Engineering and Machine Vision	6 CR
M-ETIT-100436	Optical Transmitters and Receivers	6 CR
M-ETIT-100509	Optoelectronic Components	4 CR
M-ETIT-105914	Photonic Integrated Circuit Design and Applications	6 CR
M-ETIT-105889	Quantum Machine Learning	3 CR
M-ETIT-100420	Radar Systems Engineering	6 CR
M-ETIT-105123	Radio Frequency Integrated Circuits and Systems	6 CR
M-ETIT-106955	Radio-Frequency Electronics	6 CR
M-ETIT-105272	Satellite Communications	3 CR
M-ETIT-106970	Seminar Industrial Process and Plant Engineering	4 CR
M-ETIT-106675	Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators	6 CR
M-ETIT-103042	Spaceborne Radar Remote Sensing	6 CR
- German modules -		
M-ETIT-100444	Angewandte Informationstheorie	6 CR
M-ETIT-103241	Funkempfänger	3 CR
M-ETIT-100452	Hardware-Synthese und -Optimierung	6 CR
M-ETIT-103264	Informationsfusion	4 CR
M-ETIT-100457	Integrierte Intelligente Sensoren	3 CR
M-ETIT-100454	Mikrosystemtechnik	3 CR
M-ETIT-100424	Mikrowellenmesstechnik	4 CR
M-ETIT-106673	Praktisches Machine Learning	6 CR
M-ETIT-105273	Quellencodierung	3 CR
M-ETIT-100441	Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik	4 CR
M-ETIT-100455	Seminar Eingebettete Systeme	4 CR
M-ETIT-100443	Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik	6 CR
M-ETIT-100361	Verteilte ereignisdiskrete Systeme	4 CR
Lab Course (Election: 1 item)		
- English modules -		
M-ETIT-107136	Communications Engineering Laboratory	6 CR

M-ETIT-102266	Digital Hardware Design Laboratory	6 CR
M-ETIT-106973	Microwave Engineering Lab	6 CR
M-ETIT-105464	MMIC Design Laboratory	6 CR
M-ETIT-104485	Photonics and Communications Lab	6 CR
M-ETIT-106633	Signal Processing Lab	6 CR
- German modules -		
M-ETIT-103448	Praktikum Mechatronische Messsysteme	6 CR
M-ETIT-100451	Praktikum System-on-Chip	6 CR

5.2.3 Automation, Robotics, and Systems Engineering

Part of: Field of Specialization

Credits
60

Election notes
All modules are listed with English titles, regardless of the course language.

- **Fundamentals**: All modules are given in English.
- **Focus Area** and **Lab Courses**: The primarily mentioned modules (alphabetically ordered) are given in English, the further below mentioned ones in German (alphabetically ordered according to German titels).

The following modules will be extended to 6 credits in winter term 25/26:

- M-ETIT-100531 - Optimization of Dynamic Systems
- M-ETIT-100537 - Systems and Software Engineering

Fundamentals (Election: at least 24 CR)		
M-ETIT-106953	Cyber-Physical Modeling	6 CR
M-ETIT-106974	Optical Engineering and Machine Vision	6 CR
M-ETIT-100531	Optimization of Dynamic Systems	5 CR
M-ETIT-106899	Signal Processing Methods	6 CR
M-ETIT-100537	Systems and Software Engineering	5 CR
Focus Area (Election: at least 24 CR)		
- English modules -		
M-ETIT-100539	Communication Systems and Protocols	5 CR
M-ETIT-106040	Digital Twin Engineering	4 CR
M-ETIT-100449	Hardware Modeling and Simulation	4 CR
M-ETIT-100453	Hardware/Software Co-Design	4 CR
M-ETIT-100452	Hardware-Synthese und -Optimierung	6 CR
M-ETIT-106789	IT/OT-Security Seminar	4 CR
M-ETIT-100434	Laser Metrology	3 CR
M-ETIT-105881	Navigation and Localization Techniques	3 CR
M-ETIT-100420	Radar Systems Engineering	6 CR
M-ETIT-106970	Seminar Industrial Process and Plant Engineering	4 CR
M-ETIT-106675	Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators	6 CR
M-ETIT-100450	Software Engineering	3 CR
M-ETIT-103042	Spaceborne Radar Remote Sensing	6 CR
M-ETIT-100462	Systems Engineering for Automotive Electronics	4 CR
- German modules -		
M-ETIT-103264	Informationsfusion	4 CR
M-ETIT-100367	Informationstechnik in der industriellen Automation	3 CR
M-ETIT-100371	Nichtlineare Regelungssysteme	3 CR
M-ETIT-106673	Praktisches Machine Learning	6 CR
M-ETIT-104475	Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen	4 CR
M-ETIT-105594	Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning	3 CR
M-ETIT-105889	Quantum Machine Learning	3 CR
M-ETIT-100374	Regelung linearer Mehrgrößensysteme	6 CR
M-ETIT-100455	Seminar Eingebettete Systeme	4 CR
M-ETIT-100378	Sensoren	3 CR
M-ETIT-100546	Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld	4 CR
M-ETIT-100361	Verteilte ereignisdiskrete Systeme	4 CR
Lab Course (Election: 1 item)		
- English modules -		
M-MACH-105725	Seamless Engineering	9 CR
M-ETIT-106633	Signal Processing Lab	6 CR
M-ETIT-105073	Student Innovation Lab	15 CR
- German modules -		
M-ETIT-102264	Praktikum Entwurf digitaler Systeme	6 CR
M-ETIT-103448	Praktikum Mechatronische Messsysteme	6 CR
M-ETIT-100460	Praktikum Software Engineering	6 CR
M-ETIT-100451	Praktikum System-on-Chip	6 CR

5.2.4 Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies

Part of: Field of Specialization **Credits** 60

Election notes
All modules are listed with English titles, regardless of the course language.

- **Fundamentals**: All modules are given in English.
- **Focus Area** and **Lab Courses**: The primarily mentioned modules (alphabetically ordered) are given in English, the further below mentioned ones in German (alphabetically ordered according to German titels).

Fundamentals (Election: at least 24 CR)		
M-ETIT-106963	Hardware Synthesis and Optimization	6 CR
M-MATH-106972	Numerical Methods with Programming Praktikum	6 CR
M-ETIT-106954	Quantum Engineering	6 CR
M-ETIT-106955	Radio-Frequency Electronics	6 CR
Focus Area (Election: at least 24 CR)		
- English modules -		
M-ETIT-106956	Antennas and Beamforming	4 CR
M-ETIT-100449	Hardware Modeling and Simulation	4 CR
M-ETIT-105893	Mixed-Signal IC Design	3 CR
M-ETIT-100427	Modern Radio Systems Engineering	6 CR
M-ETIT-106921	Modern VLSI Technologies	6 CR
M-ETIT-105604	Nano- and Quantum Electronics	6 CR
M-ETIT-100430	Nonlinear Optics	6 CR
M-ETIT-100436	Optical Transmitters and Receivers	6 CR
M-ETIT-100506	Optical Waveguides and Fibers	4 CR
M-ETIT-105608	Physics, Technology and Applications of Thin Films	4 CR
M-ETIT-107156	Practical Amplifier Design	3 CR
M-ETIT-105606	Quantum Detectors and Sensors	6 CR
M-ETIT-105123	Radio Frequency Integrated Circuits and Systems	6 CR
M-ETIT-105611	Superconductivity for Engineers	5 CR
- German modules -		
M-ETIT-100466	Design analoger Schaltkreise	4 CR
M-ETIT-100473	Design digitaler Schaltkreise	4 CR
M-ETIT-100521	Hochleistungsmikrowellentechnik	3 CR
M-ETIT-100424	Mikrowellenmesstechnik	4 CR
M-ETIT-101968	Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen	4 CR
M-ETIT-100484	Optoelektronische Messtechnik	3 CR
Lab Course (Election: 1 item)		
- English modules -		
M-ETIT-106263	Lab Course on Noise Thermometry	6 CR
M-ETIT-106973	Microwave Engineering Lab	6 CR
M-ETIT-105464	MMIC Design Laboratory	6 CR
M-ETIT-104485	Photonics and Communications Lab	6 CR
M-ETIT-100468	Praktikum Nanoelektronik	6 CR
M-ETIT-100478	Praktikum Nanotechnologie	6 CR
M-ETIT-105605	Praktikum Supraleitende Quantenelektronik	6 CR
- German modules -		
M-ETIT-100470	Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA	6 CR
M-ETIT-100451	Praktikum System-on-Chip	6 CR

5.3 Electives

Credits
24

Election notes
All modules are listed with English titles, regardless of the course language.

- **Lab Courses**: The primarily mentioned modules (alphabetically ordered) are given in English, the further below mentioned ones in German (alphabetically ordered according to German titels).
- **Elective Modules**: Alle modules are alphabetically ordered according to their (German or English) titels.

Elective Modules (Election: at most 24 CR)		
M-ETIT-103802	Adaptive Optics	3 CR
M-ETIT-106815	Advanced Communications Engineering	6 CR
M-ETIT-100507	Aktuelle Themen der Solarenergie	3 CR
M-ETIT-100444	Angewandte Informationstheorie	6 CR
M-ETIT-106956	Antennas and Beamforming	4 CR
M-INFO-103294	Anziehbare Robotertechnologien	4 CR
M-ETIT-102200	Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme	3 CR
M-INFO-105338	Authentisierung und Verschlüsselung	4 CR
M-ETIT-100377	Batterie- und Brennstoffzellensysteme	3 CR
M-ETIT-100532	Batterien und Brennstoffzellen	5 CR
M-ETIT-100549	Bioelektrische Signale	3 CR
M-MACH-100489	BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin I	4 CR
M-MACH-100490	BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin II	4 CR
M-MACH-100491	BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin III	4 CR
M-ETIT-101834	Business Innovation in Optics and Photonics	4 CR
M-ETIT-105616	Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage	3 CR
M-ETIT-105617	Channel Coding: Graph-Based Codes	6 CR
M-ETIT-100539	Communication Systems and Protocols	5 CR
M-ETIT-106689	Components of Power Systems	3 CR
M-INFO-106190	Computational Imaging	5 CR
M-MACH-105296	Computational Intelligence	4 CR
M-CIWVT-104356	Cryogenic Engineering	6 CR
M-ETIT-106953	Cyber-Physical Modeling	6 CR
M-INFO-106505	Data Science	8 CR
M-INFO-105753	Deep Learning für Computer Vision I: Grundlagen	3 CR
M-INFO-105755	Deep Learning für Computer Vision II: Fortgeschrittene Themen	3 CR
M-INFO-104460	Deep Learning und Neuronale Netze	6 CR
M-ETIT-100466	Design analoger Schaltkreise	4 CR
M-ETIT-100473	Design digitaler Schaltkreise	4 CR
M-ETIT-100541	Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt	3 CR
M-ETIT-105618	Die Energiewende im Stromtransportnetz	3 CR
M-ETIT-106690	Digital Real Time Simulations for Energy Technologies	3 CR
M-ETIT-103450	Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises	6 CR
M-ETIT-106040	Digital Twin Engineering	4 CR
M-ETIT-105415	Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar	4 CR
M-ETIT-101847	Dosimetrie ionisierender Strahlung	3 CR
M-ETIT-105916	Echtzeitregelung elektrischer Antriebe	6 CR
M-INFO-100736	Einführung in die Bildfolgenauswertung	3 CR
M-WIWI-100498	Einführung in die Energiewirtschaft	5 CR
M-ETIT-106597	Einkristallzüchtung – Kristallzüchtungsmethoden und Anwendungen von Kristallen für elektronische und optische Bauteile	3 CR
M-ETIT-101917	Electric Power Generation and Power Grid	3 CR
M-ETIT-105394	Electric Power Transmission & Grid Control	6 CR
M-ETIT-105883	Electrocatalysis	5 CR
M-ETIT-100386	Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields	4 CR
M-ETIT-100572	Elektrische Energienetze	5 CR
M-ETIT-100511	Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser	3 CR
M-ETIT-100410	Elektronische Systeme und EMV	3 CR
M-CIWVT-104288	Energieträger aus Biomasse	6 CR
M-ETIT-100413	Energiewirtschaft	3 CR
M-ETIT-101969	Energy Storage and Network Integration	4 CR

M-ETIT-100515	Entwurf elektrischer Maschinen	5 CR
M-INFO-100831	Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2)	3 CR
M-ETIT-105701	Entwurf von Mikrowellenmodulen	3 CR
M-ETIT-101919	Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices	3 CR
M-MACH-105288	Fahreigenschaften von Kraftfahrzeugen I	4 CR
M-MACH-102693	Fahrzeugsehen	6 CR
M-ETIT-100566	Field Propagation and Coherence	4 CR
M-INFO-106299	Fortgeschrittene Künstliche Intelligenz	6 CR
M-ETIT-103241	Funkempfänger	3 CR
M-INFO-100725	Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie	3 CR
M-BGU-106347	Geodätische Raumverfahren für Ingenieure	4 CR
M-MACH-100501	Grundlagen der Fahrzeugtechnik I	8 CR
M-MACH-100502	Grundlagen der Fahrzeugtechnik II	4 CR
M-MACH-102691	Grundlagen der Mikrosystemtechnik I	4 CR
M-ETIT-100483	Grundlagen der Plasmatechnologie	3 CR
M-MACH-105289	Grundsätze der PKW-Entwicklung I	2 CR
M-MACH-105290	Grundsätze der PKW-Entwicklung II	2 CR
M-ETIT-100449	Hardware Modeling and Simulation	4 CR
M-ETIT-106963	Hardware Synthesis and Optimization	6 CR
M-ETIT-100453	Hardware/Software Co-Design	4 CR
M-ETIT-100521	Hochleistungsmikrowellentechnik	3 CR
M-ETIT-100417	Hochspannungsprüftechnik	4 CR
M-ETIT-105060	Hochspannungstechnik	6 CR
M-ETIT-103264	Informationsfusion	4 CR
M-ETIT-100367	Informationstechnik in der industriellen Automation	3 CR
M-ETIT-100457	Integrierte Intelligente Sensoren	3 CR
M-ETIT-100474	Integrierte Systeme und Schaltungen	4 CR
M-ETIT-103076	Interfakultatives Team-Projekt	6 CR
M-ETIT-105461	Introduction to Automotive and Industrial Lidar Technology	3 CR
M-ETIT-106789	IT/OT-Security Seminar	4 CR
M-CIWVT-104354	Kältetechnik B - Grundlagen der industriellen Gasgewinnung	6 CR
M-INFO-105631	Kryptographische Protokolle	5 CR
M-ETIT-100434	Laser Metrology	3 CR
M-ETIT-100435	Laser Physics	4 CR
M-ETIT-102261	Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie *First usage possible until 30.09.2025.*	3 CR
M-ETIT-106067	Leistungselektronische Systeme in der Energietechnik	6 CR
M-WIWI-105403	Liberalised Power Markets	6 CR
M-ETIT-100485	Lichttechnik	4 CR
M-ETIT-100512	Light and Display Engineering	4 CR
M-ETIT-100577	Lighting Design - Theory and Applications	3 CR
M-INFO-100840	Lokalisierung mobiler Agenten	6 CR
M-INFO-100807	Low Power Design	3 CR
M-ETIT-104988	Machine Learning and Optimization in Communications	4 CR
M-WIWI-106604	Machine Learning and Optimization in Energy Systems	4 CR
M-MACH-101923	Machine Vision	8 CR
M-WIWI-105003	Maschinelles Lernen 1	5 CR
M-WIWI-105006	Maschinelles Lernen 2	5 CR
M-ETIT-105982	Measurement Technology	5 CR
M-ETIT-106672	Medical Image Processing for Guidance and Navigation	9 CR
M-ETIT-106778	Medical Imaging Technology *First usage possible until 31.03.2026.*	6 CR

M-ETIT-106670	Medical Imaging Technology II *First usage possible until 30.09.2025.*	3 CR
M-ETIT-106679	Medizinische Messtechnik *First usage possible until 30.09.2025.*	6 CR
M-MACH-102714	Microenergy Technologies	4 CR
M-MACH-100487	Mikroaktorik	4 CR
M-ETIT-100454	Mikrosystemtechnik	3 CR
M-ETIT-100424	Mikrowellenmesstechnik	4 CR
M-ETIT-101968	Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen	4 CR
M-ETIT-105893	Mixed-Signal IC Design	3 CR
M-ETIT-105971	Mobile Communications	4 CR
M-ETIT-106244	Mobile Communications II	3 CR
M-ETIT-106456	Mobile Communications Workshop	4 CR
M-ETIT-100508	Modellbildung elektrochemischer Systeme	3 CR
M-ETIT-100427	Modern Radio Systems Engineering	6 CR
M-ETIT-106921	Modern VLSI Technologies	6 CR
M-INFO-100825	Mustererkennung	6 CR
M-ETIT-105274	Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II *First usage possible until 30.09.2025.*	4 CR
M-ETIT-105604	Nano- and Quantum Electronics	6 CR
M-ETIT-105881	Navigation and Localization Techniques	3 CR
M-ETIT-100371	Nichtlineare Regelungssysteme	3 CR
M-CIWVT-105890	NMR-Methoden zur Produkt- und Prozessanalyse	4 CR
M-ETIT-100430	Nonlinear Optics	6 CR
M-MATH-106972	Numerical Methods with Programming Praktikum	6 CR
M-ETIT-102311	Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen	4 CR
M-ETIT-106974	Optical Engineering and Machine Vision	6 CR
M-ETIT-103270	Optical Networks and Systems	4 CR
M-ETIT-103252	Optical Systems in Medicine and Life Science	3 CR
M-ETIT-100436	Optical Transmitters and Receivers	6 CR
M-ETIT-100506	Optical Waveguides and Fibers	4 CR
M-ETIT-102310	Optimale Regelung und Schätzung	3 CR
M-INFO-100830	Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1)	3 CR
M-ETIT-100531	Optimization of Dynamic Systems	5 CR
M-ETIT-100486	Optische Technologien im Automobil	3 CR
M-ETIT-100509	Optoelectronic Components	4 CR
M-ETIT-100480	Optoelektronik *First usage possible until 30.09.2025.*	4 CR
M-ETIT-100484	Optoelektronische Messtechnik	3 CR
M-ETIT-100519	Photometrie und Radiometrie	3 CR
M-ETIT-105914	Photonic Integrated Circuit Design and Applications	6 CR
M-ETIT-100513	Photovoltaik	6 CR
M-CIWVT-103068	Physical Foundations of Cryogenics	6 CR
M-ETIT-105608	Physics, Technology and Applications of Thin Films	4 CR
M-ETIT-100481	Plasmastrahlungsquellen	4 CR
M-ETIT-100475	Plastic Electronics / Polymerelektronik	3 CR
M-ETIT-104567	Power Electronics	6 CR
M-ETIT-106780	Practical Tools for Control Engineers	4 CR
M-ETIT-106673	Praktisches Machine Learning	6 CR
M-ETIT-100394	Praxis elektrischer Antriebe	4 CR
M-ETIT-104475	Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen	4 CR
M-ETIT-105594	Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning	3 CR
M-ETIT-105596	Pulsed Power Technology and Applications (Tutorial)	5 CR
M-ETIT-105595	Pulsed Power Technology and Applications (Vorlesung)	3 CR

M-ETIT-105606	Quantum Detectors and Sensors	6 CR
M-ETIT-106954	Quantum Engineering	6 CR
M-ETIT-105889	Quantum Machine Learning	3 CR
M-ETIT-105273	Quellencodierung	3 CR
M-ETIT-100420	Radar Systems Engineering	6 CR
M-ETIT-105123	Radio Frequency Integrated Circuits and Systems	6 CR
M-ETIT-106955	Radio-Frequency Electronics	6 CR
M-ETIT-105915	Regelung leistungselektronischer Systeme	6 CR
M-ETIT-100374	Regelung linearer Mehrgrößensysteme	6 CR
M-WIWI-100500	Renewable Energy-Resources, Technologies and Economics	3 CR
M-INFO-102756	Robotik II - Humanoide Robotik	3 CR
M-INFO-104897	Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik	3 CR
M-ETIT-105272	Satellite Communications	3 CR
M-ETIT-100399	Schaltungstechnik in der Industrieelektronik	3 CR
M-ETIT-106506	Schutz- und Leittechnik in elektrischen Netzen	3 CR
M-ETIT-106674	Seminar Advanced Concepts for Flexible and Soft Optoelectronic Devices and Sensors	3 CR
M-ETIT-100441	Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik	4 CR
M-INFO-102374	Seminar Barrierefreiheit - Assistive Technologien für Sehgeschädigte	3 CR
M-ETIT-105321	Seminar Batterien II	3 CR
M-ETIT-105322	Seminar Brennstoffzellen II	3 CR
M-ETIT-100455	Seminar Eingebettete Systeme	4 CR
M-ETIT-105629	Seminar Elektrokatalyse	3 CR
M-ETIT-100396	Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik	4 CR
M-ETIT-103447	Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting	3 CR
M-ETIT-105615	Seminar on Applied Superconductivity	3 CR
M-ETIT-100380	Seminar Sensorik	3 CR
M-ETIT-100378	Sensoren	3 CR
M-INFO-104877	Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration	3 CR
M-ETIT-106899	Signal Processing Methods	6 CR
M-ETIT-106675	Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators	6 CR
M-ETIT-100443	Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik	6 CR
M-ETIT-101971	Single-Photon Detectors	4 CR
M-ETIT-100450	Software Engineering	3 CR
M-ETIT-100524	Solar Energy	6 CR
M-ETIT-100545	Space-Born Microwave Radiometry - Advanced Methods and Applications	3 CR
M-ETIT-103042	Spaceborne Radar Remote Sensing	6 CR
M-MACH-105348	Steuerungstechnik	4 CR
M-INFO-100829	Stochastische Informationsverarbeitung	6 CR
M-ETIT-100400	Stromrichtersteuerungstechnik	3 CR
M-ETIT-106684	Superconducting Magnet Technology	4 CR
M-ETIT-105521	Superconducting Materials	6 CR
M-ETIT-105609	Superconducting Nanowire Detectors	4 CR
M-ETIT-106683	Superconducting Power Systems	4 CR
M-ETIT-105611	Superconductivity for Engineers	5 CR
M-ETIT-106026	Systemintegration und Kommunikationsstrukturen in Industrie 4.0 und IoT	3 CR
M-ETIT-100537	Systems and Software Engineering	5 CR
M-ETIT-100462	Systems Engineering for Automotive Electronics	4 CR
M-ETIT-105465	Team Project: Sensors and Electronics	3 CR
M-ETIT-101835	Technische Akustik	3 CR
M-ETIT-100538	Technische Optik	5 CR
M-INFO-100801	Telematik	6 CR
M-ETIT-100546	Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld	4 CR

M-INFO-105584	Theoretische Grundlagen der Kryptographie	6 CR
M-MACH-102388	Thermische Solarenergie	4 CR
M-ETIT-100560	Ultraschall-Bildgebung	3 CR
M-INFO-105783	Universal Composability in der Kryptographie	3 CR
M-CIWVT-104478	Vakuumtechnik	6 CR
M-ETIT-104493	Verifizierte numerische Methoden	4 CR
M-ETIT-100361	Verteilte ereignisdiskrete Systeme	4 CR
M-ETIT-100497	Visuelle Wahrnehmung im KFZ	3 CR
M-CIWVT-106680	Water – Energy – Environment Nexus in a Circular Economy: Research Proposal Preparation	5 CR
M-MACH-101286	Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik	9 CR
M-MACH-105369	Wissenschaftliches Programmieren für Ingenieure	4 CR
M-ETIT-107147	Workshop Finite Element Method in Electromagnetics	3 CR
Lab Course (Election: between 0 and 1 items)		
- English modules -		
M-ETIT-107136	Communications Engineering Laboratory	6 CR
M-ETIT-102266	Digital Hardware Design Laboratory	6 CR
M-ETIT-107138	Electric Drives and Power Electronics Lab	6 CR
M-ETIT-107137	Electrical Energy Systems Lab	6 CR
M-ETIT-106263	Lab Course on Noise Thermometry	6 CR
M-ETIT-106464	Lab Course Printed Flexible Electronics	6 CR
M-ETIT-107135	Lab Course Robotic Winding Technology for Superconducting Wires	6 CR
M-ETIT-107159	Laboratory Information Systems in Power Engineering	6 CR
M-ETIT-105402	Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering	6 CR
M-ETIT-106973	Microwave Engineering Lab	6 CR
M-ETIT-105464	MMIC Design Laboratory	6 CR
M-ETIT-100464	Optical Design Lab	6 CR
M-ETIT-104485	Photonics and Communications Lab	6 CR
M-INFO-105955	Practical Course: Smart Energy System	6 CR
M-MACH-105725	Seamless Engineering	9 CR
M-ETIT-106633	Signal Processing Lab	6 CR
M-ETIT-105073	Student Innovation Lab	15 CR
- German modules -		
M-MACH-102699	Mechatronik-Praktikum	4 CR
M-ETIT-100381	Praktikum Batterien und Brennstoffzellen	6 CR
M-ETIT-102264	Praktikum Entwurf digitaler Systeme	6 CR
M-ETIT-102356	Praktikum Lichttechnik	6 CR
M-ETIT-103448	Praktikum Mechatronische Messsysteme	6 CR
M-ETIT-100468	Praktikum Nanoelektronik	6 CR
M-ETIT-100478	Praktikum Nanotechnologie	6 CR
M-ETIT-100477	Praktikum Optoelektronik	6 CR
M-ETIT-100460	Praktikum Software Engineering	6 CR
M-ETIT-102350	Praktikum Solarenergie	6 CR
M-ETIT-105614	Praktikum Supraleitende Materialien	6 CR
M-ETIT-105605	Praktikum Supraleitende Quantenelektronik	6 CR
M-ETIT-100451	Praktikum System-on-Chip	6 CR
M-ETIT-100470	Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA	6 CR

5.4 Interdisciplinary Qualifications (Überfachliche Qualifikationen)

CR
6

Mandatory		
M-ETIT-105803	Überfachliche Qualifikationen	6 CR

6 Modules

M 6.1 Module: Adaptive Optics [M-ETIT-103802]

Responsible: Dr. Szymon Gladysz
Prof. Dr. Ulrich Lemmer

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	3

Mandatory			
T-ETIT-107644	Adaptive Optics	3 CR	Gladysz, Lemmer

Type of Examination
Type of Examination: Oral examination

Duration of Examination: approx. 30 Minutes

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

Prerequisites
None.

Competence Goal
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.

Contents
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)

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

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

Recommendation
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 6.2 Module: Advanced Communications Engineering [M-ETIT-106815]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113676	Advanced Communications Engineering	6 CR	Jäkel

Type of Examination
The assessment takes place in the form of a written examination lasting 120 min.

Prerequisites
none

Competence Goal
The students are able to analyze and assess properties of communication systems and consider aspects of implementation. They can use mathematical methods in the context of communication systems for understanding involved derivations in the research literature; deriving and autonomously elaborating theoretical results, and checking their viability by simulations.

Contents
The module is introducing and deriving results covering, but not being limited to, properties of linear modulation, channel description and diversity schemes, and processing of receiver signals, all based on detailed theoretical concepts. Topics already covered in previous modules are deduced thoroughly and mathematical derivations and reasoning are provided.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Annotations
Starting winter term 25/26

Workload

1. Attendance to the lecture: 20 * 1,5 h = 30 h
2. Preparation and review: 20 * 3 h = 60 h
3. Attendance to the tutorial: 6 * 1,5 h = 9 h
4. Preparation and review: 6 * 3,5 h = 21 h
5. Preparation for the exam: 60 h

In total: 180 h = 6 LP

Recommendation
Basics knowledge of communication systems, as, e.g., provided in KIT's Bachelor courses "Grundlagen der Datenübertragung" and "Nachrichtensysteme", is supposed. Furthermore, working knowledge in the areas of system theory and probability theory is assumed.

Lehr- und Lernformen
Vorlesung: 3 SWS, Exercise: 1 SWS

M 6.3 Module: Aktuelle Themen der Solarenergie [M-ETIT-100507]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Powalla
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100780	Aktuelle Themen der Solarenergie	3 CR	Powalla

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle setzt sich aus der Bewertung eines ca. 30-minütigen Fachvortrages und der Erstellung einer kurzen schriftlichen Ausarbeitung zusammen.

Prerequisites
none

Competence Goal
- Die Studierenden erarbeiten eigenständig eine Wissensbasis zu einem bestimmten Themenfeld der Solarenergie mit Priorisierung und Komprimierung des Wissens.

- Die Studierenden erstellen professionelle Präsentationsfolien in gängiger Office Software (z.B. MS Powerpoint). Dabei werden wesentliche Komponenten einer wissenschaftliche hochwertigen Folienzusammenstellung (Titelfolie, Contentssverzeichnis, … Zusammenfassung, Schriftgröße, Bildqualität, …) diskutiert.

- Die Studierenden achten auf korrekte Einbindung von Zitaten und Verwendung der Präsentationstechnik sowie Live-Streaming-Technik.

- Die Studierenden wenden Online Präsentationstechniken (MS Teams, ZOOM) an.

- Die Teilnehmenden achten bei der Präsentation besonders auf Zeitmanagement und Vortragsstrukturen.

- Die Studierenden sind in der Lage ansprechende und verständliche Präsentation halten, sowie KörperLanguage und Rhetorik entsprechend einzusetzen.

- Die Studierenden sind fähig Diskussionen in frontaler Position zu bewältigen und angemessene Reaktionen auf „schwierige Fragen“ zu meistern.

- Die Studierenden können eine schriftliche Kurzzusammenfassung des Referats unter Berücksichtigung wichtiger Grundsätze zur Verfassung eines wissenschaftlichen bzw. technischen Berichts (Textstruktur, Quellenangabe etc.) verfassen.

- Die Studierenden können als aktive Zuhörer*in und Diskussionsteilnehmer*in konstruktiv beitragen.

- Die Studierenden können Wissen über Themen im Bereich der Solarenergie analysieren, strukturieren und formal beschreiben.

- Die Studierenden sind fähig, unterschiedlichen Präsentationen kritisch zu beurteilen.

Contents
Das Modul ist ein vertiefendes Seminar zur Solarenergie/Photovoltaik. Die Studierenden halten in dem Seminar Vorträge zu verschiedenen Themen der Solarenergie. Dabei werden die Fachkenntnisse erweitert und Präsentationstechniken angewendet. Von den Studierenden werden eine regelmäßige Teilnahme, das Abhalten eines ca. 30-minütigen Vortrages und die Erstellung einer kurzen schriftlichen Ausarbeitung zum Thema erwartet.

Die Veranstaltung findet bevorzugt als On-Siteveranstaltung statt ist aber auch online und als Hybrid-Veranstaltung sehr gut durchführbar.

Die Lehrveranstaltung ist konzipiert für Studierende der Ingenieur- und Naturwissenschaften, die bereits erfolgreich an einer Grundlagenvorlesung zur Photovoltaik/Solarenergie teilgenommen haben. Das Vorwissen ist aber nicht Bedingung. Die Teilnehmerzahl ist begrenzt. Die Veranstaltung ist in German, jedoch werden in Ausnahmefällen auch englische Vorträge akzeptiert.

Eigene Themenvorschläge sind ausdrücklich erwünscht. Aktuelle Vortragsthemen werden bereitgestellt.

Im Modul wird Wissen in folgenden Themenkomplexen vermittelt:

Themenkomplex I: Solarstrom und Integration in die Energiewirtschaft

Vom Klimaschutz zur Wirtschaftlichkeit

Themenkomplex II: Technologie und Anwendung

Von der Integration in Gebäude bis zum Energieertrag von Großanlagen

Themenkomplex III: Photovoltaik - Grundlagen und Materialwissenschaft

Von neuen Solarzellenmaterialien, Bauelementen und Herstellungsverfahren

Module grade calculation
Die Note setzt sich zusammen aus der Bewertung eines ca. 30-minütigen Fachvortrages und der Erstellung einer kurzen schriftlichen Ausarbeitung.

Annotations
Bei der Veranstaltung besteht Anwesenheitspflicht. Die Anwesenheitspflicht ist sowohl zur Durchführung der Arbeiten im Team vor Ort notwendig, als auch zur praktischen Vermittlung von Techniken und Fähigkeiten, die im reinen Selbststudium nicht erlernt werden können.

Workload

1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 15*2 h = 30 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 15*0,5 h = 7,5 h
3. Vorbereitung der eigenen Präsentation inkl. Recherche und Folienanfertigung 45 h
4. Kurze schriftliche Ausarbeitung 7,5 h

Summe: 90 h = 3 LP

Recommendation
- Kenntnisse zu Grundlagen aus dem Bereich der Solarenergie sind hilfreich.
- Die Contentse der Vorträge können physikalisch oder ingenieurwissenschaftlich aber auch wirtschaftswissenschaftlich sein.

M 6.4 Module: Angewandte Informationstheorie [M-ETIT-100444]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100748	Angewandte Informationstheorie	6 CR	Jäkel

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 25 Minuten. Vor der Prüfung erfolgt eine Vorbereitungsphase von 15 Minuten, in der vorbereitende Aufgaben gelöst werden.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 3 h = 45 h
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 15 * 6 h = 90 h
3. Präsenzzeit Excercise: 15 * 1 h = 15 h
4. Vor-/Nachbereitung Excercise: 15 * 2 h = 30 h
5. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet

Insgesamt: 180 h = 6 LP

Recommendation
Vorheriger Besuch der Vorlesung „Wahrscheinlichkeitstheorie“ wird empfohlen.

M 6.5 Module: Antennas and Beamforming [M-ETIT-106956]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Lehreinheiten/LE Geodäsie
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113920	Antennas and Beamforming	4 CR	Zwick

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
After successfully participating in this course, students have in-depth knowledge of antennas, antenna systems and beamforming methods. This includes functionality, calculation methods as well as aspects of practical implementation. They are able to understand how typical electromagnetic radiators work and to develop and dimension them with specified properties. Students understand the principle and function of beamforming and the differences between digital, analog and hybrid beamforming. They know the theory, procedures and algorithms for beamforming. They can understand how beamforming is used for radio communication and radar.

Contents
The lecture begins with a brief review of the basic knowledge of antennas and antenna arrays from the Bachelor's course. This is followed by a detailed discussion of all major antenna types (functionality, specifics). Furthermore, antenna measurement methods are presented. In the second part, the basic knowledge of noise, radio transmission and radar ambiguities is briefly refreshed, followed by a detailed presentation of the various beamforming algorithms, each with reference to radio communication and radar systems. Aspects such as digital and hybrid beamforming, as well as MIMO and equivalent virtual antenna configuration are explained.

The lecture will be accompanied by exercises. These are discussed in a room exercise and the corresponding solutions are presented in detail.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Workload
The workload includes:

- Attendance study time lecture: 30 h
- Attendance study time exercise: 15 h
- Self-study time including exam preparation: 75 h

A total of 120 h

Recommendation
Knowledge of the basics of radio frequency technology and some basic knowledge on communication and radar systems is recommended.

M 6.6 Module: Anziehbare Robotertechnologien [M-INFO-103294]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
Prof. Dr.-Ing. Michael Beigl
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	3

Mandatory			
T-INFO-106557	Anziehbare Robotertechnologien	4 CR	Asfour, Beigl

Type of Examination
See partial achievements (Course)

Prerequisites
See partial achievements (Course)

Competence Goal
The student has received fundamental knowledge about wearable robotic technologies and understands the requirements for the design, the interface to the human body and the control of wearable robots. He/she is able to describe methods for modelling the human neuromusculoskeletal system, the mechatronic design, fabrication and composition of interfaces to the human body. The student understands the symbiotic human–machine interaction as a core topic of Anthropomatics and has knowledge of state-of-the-art examples of exoskeletons, orthoses and prostheses.

Contents
The lecture provides an overview of wearable robot technologies (exoskeletons, prostheses and ortheses) and their potentials. It starts with the basics of wearable robotics and introduces different approaches to the design of wearable robots and their related actuator and sensor technology. The lecture focuses on modeling the neuromusculoskeletal system of the human body, the interfaces of wearable robots to the human body and the physical and cognitive human-robot interaction for tightly-coupled hybrid human-robot systems. Examples of current research and various applications of lower, upper and full body exoskeletons as well as prostheses are presented.

Workload
Vorlesung with 2 SWS, 4 LP
4 LP corresponds to 120 hours, including
15 * 2 = 30 hours attendance time
15 * 3 = 45 self-study
45 hours preparation for the exam

Recommendation
Attendance of the lecture Mechano-Informatics in Robotics is recommended.

M 6.7 Module: Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme [M-ETIT-102200]

Responsible: Dr. Thomas Blank
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-104518	Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme	3 CR	Blank

Type of Examination
Mündliche Prüfung

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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 FertigungsOrganization für Leistungshalbleiter

Module grade calculation
Die Notenbildung ergibt sich aus der mündlichen Prüfung.

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

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

Recommendation
Elektrische Maschinen und Stromrichter, Leistungselektronik

M 6.8 Module: Authentisierung und Verschlüsselung [M-INFO-105338]

Responsible: Prof. Dr. Jörn Müller-Quade
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-INFO-110824	Authentisierung und Verschlüsselung	4 CR	Müller-Quade

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal
Der/die Studierende
- kann die Begriffe Vertraulichkeit und Authentizität erklären und ihre Unterschiede aufzeigen,
- versteht grundlegende Sicherheitsziele von digitalen Signaturen und ihre Beziehung untereinander und kann diese anwenden,
- kennt und versteht wichtige Signaturverfahren aus Theorie und Praxis und kann diese erklären,
- versteht Definitionen von aktiv sicherer Verschlüsselung und kann sie erklären und anwenden,
- kann Verfahren zur Konstruktion von aktiv sicherer Verschlüsselung erklären,
- kann elementare Beweistechniken wie z.B. Reduktionen und Hybridargumente verstehen und sie anwenden

Contents
Die Gewährleistung von Authentizität und Geheimhaltung ist eine Sicherheitsanforderung, die in vielen Anwendungen auftritt.

Aufbauend auf der Vorlesung "Theoretische Grundlagen der Kryptographie" vertieft diese Vorlesung die Betrachtung kryptographischer Authentifikationsverfahren (insbesondere Signaturen und Message Authentication Codes) und aktiv sicherer Verschlüsselungsverfahren.

Den Schwerpunkt der Vorlesung bilden verschiedene Techniken zur Konstruktion von digitalen Signaturverfahren sowie die Nachweise der erzielten Sicherheitseigenschaften. Es werden beispielsweise die folgenden Themen behandelt:
- Einmalsignaturen, Baum-basierte Signaturen und Chamäleon-Hashfunktionen
- RSA-basierte Signaturen
- Signaturen in bilinearen Gruppen

Im zweiten Teil der Vorlesung werden Verschlüsselungsverfahren vorgestellt, die Sicherheit gegen aktive Angriffe bieten. Hierbei werden z.B. die folgenden Konstruktionen vorgestellt:
- Authentisierte Verschlüsselung im symmetrischen Fall
- der GCM-Betriebsmodus für Blockchiffren
- Verfahren zur Konstruktion aktiv sicherer asymmetrischer Verschlüsselung

Workload
Präsenzzeit in der Vorlesung: 24 h Vor-/Nachbereitung derselbigen: 31 h Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger: 65 h

Recommendation
Studierende sollten mit den Contentsen des Moduls "Theoretische Grundlagen der Kryptographie" vertraut sein

M 6.9 Module: Batterie- und Brennstoffzellensysteme [M-ETIT-100377]

Responsible: Dr.-Ing. Andre Weber
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100704	Batterie- und Brennstoffzellensysteme	3 CR	Weber

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten.

Prerequisites
none

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

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
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

Recommendation
Die Contentse 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 6.10 Module: Batterien und Brennstoffzellen [M-ETIT-100532]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ulrike Krewer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100983	Batterien und Brennstoffzellen	5 CR	Krewer

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Annotations
Wird ab WiSe 25/26 auf 6 LP erhöht und auf English angeboten

Workload
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 6 h = 90 h
3. Präsenzzeit Excercise: 5 * 2 h = 10 h
4. Vor- und Nachbereitungszeit Excercise: 5 * 4 h = 20 h
5. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: in Vor- und Nachbereitungszeit verrechnet.

Insgesamt: 150 h = 5 LP

M 6.11 Module: Bioelektrische Signale [M-ETIT-100549]

Responsible: Dr.-Ing. Axel Loewe
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-101956	Bioelektrische Signale	3 CR	Loewe

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 Minuten.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
Die Lehrveranstaltung beschäftigt sich mit der Entstehung von elektrischen Signalen im Körper und den Möglichkeiten, wie diese gemessen und interpretiert werden können. Diese Contentse werden sowohl auf Grundlage der physiologischen Prozesse, als auch anhand von mathematischen Modellen erläutert und umgesetzt. Die mathematischen Modelle werden in Matlab-Excercisesaufgaben 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

Module grade calculation
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.

Workload
Präsenzzeit Vorlesung: 8 * 1,5h = 12h

Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 8 * 1h = 8h

Workshopaufgaben: 20h + 15h = 35h

Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: 35h

Insgesamt: 90h

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen der Signalverarbeitung und Physiologie sind hilfreich.

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

M 6.12 Module: BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin I [M-MACH-100489]

Responsible: Prof. Dr. Andreas Guber
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-MACH-100966	BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin I	4 CR	Guber

Type of Examination
Schriftliche Prüfung (75 min)

Prerequisites
none

Competence Goal
Im Rahmen der Vorlesung wird zunächst auf die relevanten mikrotechnischen
Fertigungsmethoden eingegangen und anschließend werden ausgewählte biomedizinische
Anwendungen vorgestellt, da der zunehmende Einsatz von Mikrostrukturen und Mikrosystemen
in den Life-Sciences und der Medizin zu verbesserten medizintechnischen Produkten, Instrumentarien sowie Operations- und Analysesystemen führt.

Contents
Einführung in die verschiedenen mikrotechnischen Fertigungsverfahren: LIGA, Zerspanen, Silizium-Mikrotechnik, Laser-Mikromaterialbearbeitung, µEDM-Technik, Elektrochemisches Metallätzen
Biomaterialien, Sterilisationsverfahren.
Beispiele aus dem Life-Science-Bereich: mikrofluidische Grundstrukturen: Mikrokanäle, Mikrofilter, Mikrovermischer, Mikropumpen- und Mikroventile, Mikro- und Nanotiterplatten,
Mikroanalysesysteme (µTAS), Lab-on-Chip-Anwendungen.

Workload
Literaturarbeit: 20 Stunden

Präsenz: 21 Stunden

Vor- und Nachbearbeitung: 50 Stunden

Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden

Literatur
Menz, W., Mohr, J., O. Paul: Mikrosystemtechnik für Ingenieure, VCH-Verlag, Weinheim, 2005

M. Madou
Fundamentals of Microfabrication
Taylor & Francis Ltd.; Auflage: 3. Auflage. 2011

M 6.13 Module: BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin II [M-MACH-100490]

Responsible: Prof. Dr. Andreas Guber
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-MACH-100967	BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin II	4 CR	Guber

Type of Examination
Schriftliche Prüfung (75 min)

Prerequisites
none

Competence Goal
Im Rahmen der Vorlesung werden zunächst auf die relevanten mikrotechnischen Fertigungsmethoden kurz umrissen und anschließend werden ausgewählte biomedizinische Anwendungen vorgestellt, da der zunehmende Einsatz von Mikrostrukturen und Mikrosystemen in den Life-Sciences und der Medizin zu verbesserten medizintechnischen Produkten, Instrumentarien sowie Operations- und Analysesystemen führt.

Contents
Einsatzbeispiele aus den Life-Sciences und der Medizin: Mikrofuidische Systeme:
Lab-CD, Proteinkristallisation,
Microarray, BioChips
Tissue Engineering
Biohybride Zell-Chip-Systeme
Drug Delivery Systeme
Mikroverfahrenstechnik, Mikroreaktoren
Mikrofluidische Messzellen für FTIR-spektroskopische Untersuchungen in der Mikroverfahrenstechnik und in der Biologie
Mikrosystemtechnik für Anästhesie, Intensivmedizin (Monitoring) und Infusionstherapie
Atemgas-Analyse / Atemluft-Diagnostik
Neurobionik / Neuroprothetik
Nano-Chirurgie

Workload
Literaturarbeit: 20 Stunden

Präsenz: 21 Stunden

Vor- und Nachbearbeitung: 50 Stunden

Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden

Literatur
Menz, W., Mohr, J., O. Paul: Mikrosystemtechnik für Ingenieure, VCH-Verlag, Weinheim, 2005

Buess, G.: Operationslehre in der endoskopischen Chirurgie, Band I und II;
Springer-Verlag, 1994

M. Madou
Fundamentals of Microfabrication

M 6.14 Module: BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin III [M-MACH-100491]

Responsible: Prof. Dr. Andreas Guber
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-MACH-100968	BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin III	4 CR	Guber

Type of Examination
Schriftliche Prüfung (75 min)

Prerequisites
none

Competence Goal
Im Rahmen der Vorlesung werden zunächst die relevanten mikrotechnischen
Fertigungsmethoden umrissen und anschließend werden ausgewählte biomedizinische
Anwendungen vorgestellt, da der zunehmende Einsatz von Mikrostrukturen und Mikrosystemen
in den Life-Sciences und der Medizin zu verbesserten medizintechnischen Produkten, Instrumentarien sowie Operations- und Analysesystemen führt.

Contents
Einsatzbeispiele aus dem Bereich der operativen Minimal Invasiven
Therapie (MIT):
Minimal Invasive Chirurgie (MIC)
Neurochirurgie / Neuroendoskopie
Interventionelle Kardiologie / Interventionelle Gefäßtherapie
NOTES
Operationsroboter und Endosysteme
Zulassung von Medizinprodukten (Medizinproduktgesetz)
und Qualitätsmanagement

Workload
Literaturarbeit: 20 Stunden

Präsenz: 21 Stunden

Vor- und Nachbearbeitung: 50 Stunden

Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden

Literatur
Menz, W., Mohr, J., O. Paul: Mikrosystemtechnik für Ingenieure, VCH-Verlag, Weinheim, 2005

Buess, G.: Operationslehre in der endoskopischen Chirurgie, Band I und II;
Springer-Verlag, 1994

M. Madou
Fundamentals of Microfabrication

M 6.15 Module: Business Innovation in Optics and Photonics [M-ETIT-101834]

Responsible: Prof. Dr. Werner Nahm
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-104572	Business Innovation in Optics and Photonics	4 CR	Nahm

Type of Examination
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

Prerequisites
Good knowledge in optics & photonics.

Competence Goal
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

Contents
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

Module grade calculation
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.

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

M 6.16 Module: Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage [M-ETIT-105616]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111244	Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage	3 CR	Schmalen

Type of Examination
The exam is held as an oral exam of approx. 20 min.

Competence Goal
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.

Contents
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).

Module grade calculation
Grade of the module corresponds to the grade of the oral exam.

Workload

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*

Recommendation
Knowledge of basic engineering as well as basic knowledge of communications engineering.

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

M 6.17 Module: Channel Coding: Graph-Based Codes [M-ETIT-105617]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111245	Channel Coding: Graph-Based Codes	6 CR	Schmalen

Type of Examination
The success control takes place in the form of an oral examination lasting 25 minutes. Before the examination, there is a preparation phase of 30 minutes in which preparatory tasks are solved.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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).

Module grade calculation
The modul grade is the grade of the oral exam.

Workload
- Vorlesung attendance time: 15 * 3 h = 45 h
- On-Site time Exercise: 15 * 1 h = 15 h
- Vorlesung 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

Recommendation
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 6.18 Module: Communication Systems and Protocols [M-ETIT-100539]

Responsible: Dr.-Ing. Jens Becker
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-101938	Communication Systems and Protocols	5 CR	Becker, Becker

Type of Examination
The examination consists of a written examination of 120 min.

Prerequisites
none

Competence Goal
The students are able to:

- know basic communication systems and to name them
- categorize different communication systems in regards to possible constraints
- name basic mechanisms of communication systems
- carry out these mechanisms
- choose valid mechanisms suitable under given constraints
- design a communication system adhering to constraints, specifications and be able to choose suitable methods, components, and subsystems
- know current communication systems and know about their properties, mechanisms and application.

Contents
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.

- Information: Definition, Representation, Communication
- Physics: Media, Signals, Mathmatical Descriptions, Line Coupling & Termination, AD Conversion & Sampling, Line Codes, Modulation
- Data Transmission: Definition & Requirements, Transmission Channels, MultiUse of Channels, Multiplexing, Multiple Senders (Arbitration), Multiple Receivers (Addressing), Classification, Interfaces
- Bus Systems: Definitions, Protocols, Transmission of Dataframes, Classification
- Error Protection: Fundamentals, Errors, Error Detection/Correction: Error Handling
- Topologies: physical, logical, examples
- Networks: networks vs. busses, structure, Network specific topologies, routing, OSI Model, TCP/IP, Ethernet
- Classification of Com.Systems
- Real World Systems: Automotive Busses, PC Busses, Field Busses, Networks

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Workload
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

M 6.19 Module: Communications Engineering Laboratory [M-ETIT-107136]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-114159	Communications Engineering Laboratory	6 CR	Jäkel

Type of Examination
The examination consists of the participation in the experiments and an oral examination. The overall impression is rated.

Prerequisites
none

Competence Goal
Students are able to apply methods of signal processing and communications engineering in the implementation of communication systems.

They are able to carry out communications engineering calculations and use the tools required for simulations methodically and appropriately. This enables students to classify the components involved in a communication system in terms of their performance and to understand their interaction in an overall system.

Contents
The practical course consists of 11 experiments and covers the following topics:

Introduction to Python, DFT, the sampling theorem, filter design and multirate filters, stochastic signals, digital modulation methods, source coding, channel coding, GNU Radio and Software Defined Radio, OFDM, synchronization algorithms and optimization.

Module grade calculation
The module grade results of the participation in the experiments and an oral examination. Details will be given during the lecture.

Annotations
Attendance is compulsory during all laboratory sessions, including the introductory session. Compulsory attendance is necessary both for carrying out the work in the team on site and for the practical teaching of techniques and skills that cannot be learned in pure self-study

Workload
- Attendance time practical course: 11 * 4 h = 44 h
- Vorlesung preparation and follow-up: 11 * 8 h = 88 h
- Exam preparation and attendance of exame: 48 h

Total: 180 h

Recommendation
Previous attendance of the lectures "Signals and Systems" and "Communications Engineering I".

M 6.20 Module: Components of Power Systems [M-ETIT-106689]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113445	Components of Power Systems	3 CR	Leibfried

Type of Examination
The examination takes place in form of an oral examination lasting approx. 20 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
Students know the main components of electrical networks and how they interact. Students understand the structure of cable systems in AC and DC voltage technology. The procedure for insulation coordination and overvoltage protection in the high-voltage grid is introduced. They will be able to reproduce key relationships. Students are familiar with the future challenges and trends for selected components and transmission technologies of electrical grids.

Contents

- Substations
  - o Types of Substations
  - o Basic Requirements ans Standardization
  - o Air Insulated Switchgears
  - o Gas Insulated Switchgears
- Principle of Inductive Equipments
  - o Magnetic Field in an Iron Circuit
  - o Basic Design of Transformers
- Transformers
  - o Overview
  - o Design and Components of Power Transformers and Reactors
- Overhead Transmission Lines
  - o Development of overhead lines system voltages
  - o Grid Development with OVH Transmission Lines
  - o Parts of an Overhead Line
  - o Comparison DC and AC OVH Transmission Lines
  - o Effects of OHL on Environment
- Cables
  - o Development of Cable Lines System Voltages
  - o Grid Development with cable systems
  - o Parts of Cables Systems
  - o Comparison DC and AC Cables Systems
  - o Offshore Cables Systems
  - o Effects of Cables on Environment
- Insulation Arresters
  - o Insulation Coordination
  - o Surge Arresters
- Circuit Breaker and Disconnectors
  - o Circuit Breakers
  - o Disconnectors
- Power Cable Accessories and Power Line Monitoring
  - o Accessories
  - o Power Line Monitoring
- Application of Power Electronics in Power System
  - o Development of Power Electronics
  - o Fundamental Principles of PE
  - o Application of PE in Power System
- Energy Innovation and Trends

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
The workload includes:

1. attendance in lectures: 30 h
2. preparation / follow-up and preparation of and attendance in examination: 60 h

A total of 90 h = 3 CR

M 6.21 Module: Computational Imaging [M-INFO-106190]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-INFO-112573	Computational Imaging	5 CR	Meyer

Type of Examination
See partial achievements (Course)

Prerequisites
See partial achievements (Course)

Competence Goal
Qualification goal: Students are able to model questions of machine vision optically and algorithmically and to process them using holistic optimization.

Learning objectives: Students know
- the essential components of machine vision, their optical modelling and suitable coding methods in the sense of computational imaging,
- methods for emitting, capturing and processing light fields for applications in photography and industrial image processing,
- the concept of light transport analysis, corresponding modelling, capturing and processing methods and
- approaches to holistic modelling and optimization of optical image capturing and processing systems.

Contents
Digital image acquisition and processing have revolutionized various fields of applications, e.g., medical imaging or automated visual inspection. Yet, the design of most such systems is still based on the separate and individual optimization of the employed illumination, image acquisition and image processing components. By following a holistic approach for system design, modelling and optimization, computational imaging methods yield superior performance with respect to the state of the art. After introducing the students into relevant basics of optics and signal theory, the lecture will thoroughly cover various topics of computational imaging. Accompanying practical exercises will complement the theoretical part of the lecture. The course will enable students to adequately model artificial vision problems in the sense of computational imaging in order to obtain holistically optimal solutions.

Workload
Vorlesung with 2 SWS + 1 SWS exercise
5 ECTS corresponds to approx. 150 hours
approx. 30 hours lecture attendance,
approx. 15 hours exercise attendance,
approx. 90 hours post-processing and working on the exercises
approx. 30 hours Exam preparation

Literatur
- Ayush Bhandari, Achuta Kadambi, Ramesh Raskar, Computational Imaging, MIT Press, 2022.
- Jürgen Beyerer, Fernando Puente León, Christian Frese, Machine Vision, Springer, 2015.
- Joseph. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics. 4. Auflage W. H. Freeman, 2017.

M 6.22 Module: Computational Intelligence [M-MACH-105296]

Responsible: apl. Prof. Dr. Ralf Mikut
apl. Prof. Dr. Markus Reischl
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-MACH-105314	Computational Intelligence	4 CR	Meisenbacher, Mikut, Reischl

Type of Examination
siehe Course

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden können die grundlegenden Methoden der Computational Intelligence (Fuzzy-Logik, Künstliche Neuronale Netze, Evolutionäre Algorithmen) zielgerichtet und effizient zur Anwendung bringen. Sie beherrschen sowohl die wichtigsten mathematischen Methoden als auch den Transfer zu praktischen Anwendungsfällen.

Contents

- Begriff Computational Intelligence, Anwendungsgebiete und -beispiele
- Fuzzy Logik: Fuzzy-Mengen; Fuzzifizierung und Zugehörigkeitsfunktionen; Inferenz: T-Normen und -Konormen, Operatoren, Prämissenauswertung, Aktivierung, Akkumulation; Defuzzifizierung, Reglerstrukturen für Fuzzy-Regler
- Künstliche Neuronale Netze: Biologie neuronaler Netze, Neuronen, Multi-Layer-Perceptrons, Radiale-Basis-Funktionen, Kohonen-Karten, Lernverfahren (Backpropagation, Levenberg-Marquardt)
- Evolutionäre Algorithmen: Basisalgorithmus, Genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien, Evolutionärer Algorithmus GLEAM, Einbindung lokaler Suchverfahren, Memetische Algorithmen, Anwendungsbeispiele
- Deep Learning: Geschichte, Architekturen, Trainingsstrategien, Interpretierbarkeit und Erklärbarkeit, Anwendungen

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Workload
Der Workload beträgt ca. 120 Zeitstunden, entsprechend 4 CRn.

Lehr- und Lernformen
Vorlesung

M 6.23 Module: Cryogenic Engineering [M-CIWVT-104356]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-CIWVT-108915	Cryogenic Engineering	6 CR	Grohmann

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Prerequisites
none

Competence Goal
Verstehen der Funktion und Modellierung regenerativer Kryokühler; Verstehen und Anwenden der wichtigsten verfahrenstechnischen Methoden und Komponenten zur Konzeption und Auslegung von Tieftemperaturanlagen und Kryostatsystemen; Verstehen von Prinzipien der Labormesstechnik, Beurteilen und Anwenden von Sensoren und Messgeräten für kryotechnische Messaufgaben und Analysieren von Messunsicherheiten.

Contents
Kryotechnische Anwendungen; Regenerative Kälteerzeugung mit Kryokühlern; Grundlegende Aspekte der Konzeption von Tieftemperaturanlagen und Kryostaten, einschließlich Fluidmechanik und Wärmeübertragung, thermische Kontaktierung und thermische Isolation, kryogenes Pumpen von Gasen, Regularien und Konstruktionselemente für Kryostate sowie deren Sicherheit; Allgemeine Grundlagen der Messtechnik und der Messunsicherheit sowie kryogene Temperatur-, Druck- und Durchflussmessung.

Module grade calculation
Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Annotations
Die Prüfung kann wahlweise auf German oder English durchgeführt werden.

Workload

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 90 h

M 6.24 Module: Cyber-Physical Modeling [M-ETIT-106953]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Mike Barth
Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113908	Cyber-Physical Modeling	6 CR	Barth, Hohmann

Type of Examination
The examination takes place in the form of a written examination lasting 90 min.

Prerequisites
none

Competence Goal

- The students are familiar with the concepts of Cyber-Physical System.
- Students understand the need for advanced methods and services in the field of automation.
- Students can validate different information models and ontologies for their applicability in CPS.
- Students will be able to model data, information and knowledge or extract them from existing systems.
- The students know suitable modeling tools and their application.
- The students understand the general model concept as well as the characteristics of physical and data-based modeling and can describe their differences.
- They can structure complex systems and systematically analyze dependencies of subsystems.
- They can explain the general procedure of physical and data-based modeling, apply it to technical systems, and analyze the results.
- They can 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 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.
- The students can estimate and judge the effects of disturbances and real conditions on the identification results.

Contents
This course aims at engineering students that focus on a system-based engineering curriculum, including architectures, modeling & simulation for Cyber Physical Systems. The module is designed to teach students the theoretical and practical aspects of Digital Twins and their interconnection with their physical counterpart. It encompasses fundamental topics along the complete process of modeling technical systems. For this purpose, it includes the conception and construction of digital twins including their model components. In terms of modeling and simulation of physical systems, 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. Both modeling areas base on available information about the physical system which is structured in Meta- and Information-Models. Examples that are covered in this lecture are Metamodels, e.g. AutomationML or the asset administration shell principles. Also, semantic web principles and ontologies will be part of the lecture content.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Workload

1. attendance in lectures an exercise: 3+1 SWS (60 h)
2. pre-/postprocessing of the lecture (90 h)
3. preparation of and attendance in the exam: (30 h)

   A total of 180 h = 6 CR

Recommendation
Interest in Modeling and Simulation of modern Cyber-Physical Systems in combination with concepts of digital twins, system architectures and Co-Simulation.
Sound understanding of engineering mechanics, electrical, mechatronic systems / physics / Software-Engineering should be fulfilled to successfully attend the lecture, exercise tasks / case studies, and exam.

M 6.25 Module: Data Science [M-INFO-106505]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Klemens Böhm
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
8	Grade to a tenth	Each winter term	2 term	German	4	1

Mandatory			
T-INFO-113124	Data Science	8 CR	Böhm

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal
Am Ende der Vorlesungen sollen die Teilnehmer die Notwendigkeit von Data-Science Konzepten gut verstanden haben und erläutern können. Sie sollen eine große Vielfalt von Ansätzen zur Verwaltung und Analyse großer Datenbestände hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Anwendbarkeit einschätzen und vergleichen können. Die Teilnehmer sollen verstehen, welche Probleme im Themenbereich Data Science derzeit offen sind, und einen breiten und tiefen Einblick in den diesbezüglichen Stand der Forschung gewonnen haben.

Contents
Data Science 1

Data-Science Techniken stoßen bei Anwendern auf großes Interesse. Das Spektrum ist breit und umfasst klassische Branchen wie Banken und Versicherungen, neuere Akteure, insbesondere Internet-Firmen oder Betreiber neuartiger Informationsdienste und sozialer Medien, und Natur- und Ingenieurswissenschaften. In allen Fällen besteht der Wunsch, in sehr großen, z. T. verteilten Datenbeständen die Übersicht zu behalten, mit möglichst geringem Aufwand interessante Zusammenhänge aus dem Datenbestand zu extrahieren und erwartetes Systemverhalten mit dem tatsächlichen systematisch vergleichen zu können. Diese Vorlesung behandelt die notwendigen Schritte zur Extraktion von Wissen aus Daten, Techniken zur Aufbereitung der Daten bis hin zu grundlegenden Modellen zur Extraktion von Wissen, z. B. in Form von Statistiken, Assoziationsregeln, Clustern oder systematischen Vorhersagen.

Data Science 2

Die Vorlesung "Data Science 2" setzt die folgenden Schwerpunkte: Hochdimensionale Daten und ihre Eigenheiten und Verfahren für ihre Analyse, Datenströme und entsprechende Ansätze, Datenvorverarbeitung in Form von beispielsweise Data Cleaning.

Annotations
Dieses Modul ersetzt Data Science I und Data Science II und fasst diese zusammen.

Workload
240h

Recommendation
Datenbankkenntnisse, z.B. aus der Vorlesung *Datenbanksysteme*

Literatur
Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben. Es gibt diverse gut lesbare einschlägige Bücher, zum Beispiel:

- Data Mining: Concepts and Techniques (3rd edition):
  Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei, Morgan Kaufmann Publishers 2011
- Data Mining and Analysis, Fundamental Concepts and Algorithms: Mohammed J. Zaki, Wagner Meira JR., Campridge University Press 2014
- Introduction to Data Mining:
  Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, Vipin Kumar, Addison-Wesley 2006
- https://www.amazon.de/Data-Mining-Textbook-Charu-Aggarwal/dp/3319381164
- https://www.amazon.de/DATA-MINING-FRANK-CHRISTOPHER-WITTEN/dp/9351073890

M 6.26 Module: Deep Learning für Computer Vision I: Grundlagen [M-INFO-105753]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Rainer Stiefelhagen
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-INFO-111491	Deep Learning für Computer Vision I: Grundlagen	3 CR	Stiefelhagen

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal
Studierende bekommen ein Verständnis der Grundlagen und Lernmethoden sowie fortgeschrittener Modellarchitekturen von Deep Learning Verfahren und ihren Anwendungen in der Bildverarbeitung (Computer Vision).

Studierende sind in der Lage, Deep Learning Verfahren für ausgewählte Aufgabenstellungen der Bildverarbeitung anzuwenden.

Contents
In den letzten Jahren wurden im Bereich des Bildverstehens (Computer Vision) beeindruckende Fortschritte erzielt. Diese wurden zu einem großen Teil durch die Wiederentdeckung und Weiterentwicklung sogenannter Deep-Learning-Verfahren (insbesondere die Nutzung von Convolutional Neuronalen Netzen) ermöglicht. Deep Learning Verfahren stellen derzeit den Stand der Technik für viele Anwendungsbereiche des Bildverstehens dar.

Die Vorlesung behandelt die Grundlagen, fortgeschrittene Netzarchitekturen und Lernverfahren für Anwendungen im Bereich Computer Vision. Es werden unter anderem folgende Themen behandelt:

- Einführung in Deep Learning
- Convolutional Neuronale Netze (CNN): Grundlagen und Hintergrund
- Grundlegende Architekturen und Lernverfahren für CNNs
- Objekterkennung mit CNNs
- Bildsegmentierung mit CNNs
- Rekurrente Neuronale Netze
- Erzeugen von Bildbeschreibungen (Image Captioning)
- Beantworten von Fragen zu BildContentsen (Visual Question Answering)
- Generative Adversiale Neuronale Netze (GANs) und Anwendungen
- Deep Learning Frameworks und Tools

Annotations
Die Lehrveranstaltung findet teilweise in German und English statt.

Workload
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

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen der Mustererkennung, wie sie im Stammmodul Kognitive Systeme vermittelt werden, werden vorausgesetzt.

M 6.27 Module: Deep Learning für Computer Vision II: Fortgeschrittene Themen [M-INFO-105755]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Rainer Stiefelhagen
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German/English	4	3

Mandatory			
T-INFO-111494	Deep Learning für Computer Vision II: Fortgeschrittene Themen	3 CR	Stiefelhagen

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal
Studierende bekommen ein Verständnis der fortgeschrittenen Deep Learning Verfahren und Aufgabenstellungen insb. im Hinblick auf ihre Anwendungen in der Bildverarbeitung (Computer Vision). Studierende sind in der Lage, Deep Learning Verfahren für spezielle Aufgabenstellungen, wie Lernen mit wenig Trainingsdaten, Änderungen der Datendomäne oder Unsicherheitsbestimmung anzuwenden.

Contents
Tiefe faltende neuronale Netze (engl. Convolutional Neural Networks, CNNs) erzielen exzellente Ergebnisse in vielen Bereichen der Computer Vision, haben jedoch bei realen Anwendungen mit Herausforderungen zu kämpfen, wie die Abhängigkeit von kostspielig annotierten Trainingsdaten, hohe Rechenleistung oder schwere Nachvollziehbarkeit der Entscheidungswege. Während die Entwicklung der Erkennungsalgorithmen für lange Zeit primär von hohen Erkennungsraten auf großen und sauber annotierten Datensätzen getrieben waren, gewinnen heute anwendungsrelevante Ziele, wie Lernen mit wenig Trainingsdaten, Erklärbarkeit, Unsicherheitsschätzung oder Domänenadaption zunehmend an Bedeutung.

Die Vorlesung behandelt fortgeschrittene Netzarchitekturen, Lernverfahren und Forschungsgebiete im Bereich Deep Learning für Computer Vision. Es werden unter anderem folgende Themen behandelt:

- Überblick Deep Learning, Faltende Neuronale Netze (CNN), Probleme moderner Architekturen
- Interpretierbarkeit und Erklärbarkeit der CNNs
- Unsicherheit in Deep Learning
- Lernen mit wenig Trainingsdaten
- Effiziente Architekturen
- Fortgeschrittene Architekturen (Transformer, Graph Neural Networks)
- Synergien von Computer Vision und Sprachmodellen
- Generative Adversarial Networks (GANs)
- Kontinuierliches Lernen

Workload
Besuch der Vorlesungen: ca. 20 Stunden

Vor- und Nachbereitung der Vorlesung: ca. 30 Stunden

Klausurvorbereitung: ca. 40 h

Summe: ca. 90 Stunden

Recommendation
Kenntnisse zu Deep Learning Grundlagen werden vorausgesetzt.

M 6.28 Module: Deep Learning und Neuronale Netze [M-INFO-104460]

Responsible: Prof. Dr. Jan Niehues
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-INFO-109124	Deep Learning und Neuronale Netze	6 CR	Niehues

Type of Examination
See partial achievements (Course)

Prerequisites
See partial achievements (Course)

Competence Goal

- Students will learn about the structure and function of different types of neural networks.
- Students should learn the methods for training the various networks and their application to problems.
- Students should learn the areas of application of the different types of networks.
- Given a concrete scenario, students should be able to select the appropriate type of neural network.

Contents
This module introduces the use of neural networks for the solution of solving various problems in the field of machine learning, such as classification, prediction, control or inference. or inference. Different types of neural networks are covered and their areas of application are illustrated using examples.

Workload
180h.

Recommendation
Prior successful completion of the core module "Cognitive Systems" is recommended.

M 6.29 Module: Design analoger Schaltkreise [M-ETIT-100466]

Responsible: Prof. Dr. Ivan Peric
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100973	Design analoger Schaltkreise	4 CR	Peric

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (**20 Minuten**).

Prerequisites
Zulassung zur mündlichen Prüfung erst nach Vorlage eines schriftlichen Protokolls mit den Ergebnissen der Excercisesaufgaben.

Competence Goal
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.

Contents
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 Contents abzuweichen.

Module grade calculation
Notenbildung ergibt sich aus der mündlichen Prüfung. Zulassung zur Prüfung erst nach Vorlage eines schriftlichen Protokolls mit den Ergebnissen der Excercisesaufgaben.

Annotations
Wird ab WiSe 25/26 auf English angeboten.

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

M 6.30 Module: Design digitaler Schaltkreise [M-ETIT-100473]

Responsible: Prof. Dr. Ivan Peric
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100974	Design digitaler Schaltkreise	4 CR	Peric

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

Prerequisites
Zulassung zur mündlichen Prüfung erst nach Vorlage eines schriftlichen Protokolls mit den Ergebnissen der Excercisesaufgaben.

Competence Goal
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-Languagen zu beschreiben und haben Grundkenntnisse in Tools für digitale Synthese.

Contents
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 Contents abzuweichen.

Module grade calculation
Notenbildung ergibt sich aus der mündlichen Prüfung. Zulassung zur

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

Annotations
Wird ab SoSe 25 auf English angeboten.

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

M 6.31 Module: Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt [M-ETIT-100541]

Responsible: Prof. Theo Scherer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100761	Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt	3 CR	Scherer

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 20 Minuten statt.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ergibt sich aus der mündlichen Prüfung.

Workload
Der Workload in Stunden ist nachfolgend aufgeschlüsselt:

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

Recommendation
Grundkenntnisse in Physik und Elektrotechnik

M 6.32 Module: Die Energiewende im Stromtransportnetz [M-ETIT-105618]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111248	Die Energiewende im Stromtransportnetz	3 CR	Leibfried

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über ausgewählte Themen der Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Competence Goal
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 Contentse in der Praxis soll verdeutlicht werden. Die dynamische Entwicklung, die derzeit bei den Transportnetzen erfolgt soll als zukunftsträchtiges Betätigungsfeld dargestellt werden. Die Responsible 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.

Contents

- Einführung:
  Aufbau des elektrischen Energiesystems
  Politische und gesellschaftliche Ziele der Energiewende
  Abgeleitete Ziele der Europäischen Union und Germanlands
  Konsequenzen für das Erzeugungsportfolio
  Germane 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 Germanland und im europäischen Verbundnetz
  Handel und Regulierung

- Rolle und Responsible 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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
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 Workload des Studierenden. Unter den Workload 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.

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

M 6.33 Module: Digital Hardware Design Laboratory [M-ETIT-102266]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-104571	Digital Hardware Design Laboratory	6 CR	Becker

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

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

Competence Goal
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)

Contents
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.

Module grade calculation
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.).

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

Workload
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).

Recommendation
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 6.34 Module: Digital Real Time Simulations for Energy Technologies [M-ETIT-106690]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Giovanni De Carne
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113449	Digital Real Time Simulations for Energy Technologies	3 CR	De Carne

Type of Examination
The examination takes place in form of other types of examination. It consists of an assessment from an exercise on HiL and an oral overall examination (approx. 15 minutes) explaining the exercise results. The overall impression is evaluated.

Prerequisites
none

Competence Goal
To give bachelor's and master's degree students an overview of the need, concept, implementation and execution of Hardware in the Loop (HiL) testing. At the end of the course:

- The students will be able to understand the setup of HiL systems (Device Under Tests, Real Time simulator, I/O, power amps for PHiL, interfacing principles and techniques)
- The students will be able to devise HiL test cases, creating models with an understanding of the trade-off between simulation fidelity and computational resources.
- The students can interface Device Under Tests, running Real Time simulations and executing tests.
- The students are able to perform an independent HiL project and deliver HiL experimental results.

Contents
Lesson 1: Introduction

- Overview of control system development process (V-cycle and variants).
- Real-time simulation concept – What does it mean simulating in real time?
- Basic concepts of Real Control Prototyping and Control-Hardware in the Loop.
- Basic concept of Power-HiL

Lesson 2: Introduction to real time simulation (1/2)

- Initial definitions for real time simulations: Wall-clock time, simulation time, hard real-time and soft real-time.
- Off-line simulation software solvers
- Numerical integration, DAE solvers, numerical stability. Complexities induced by switches.
- Distinctions between state-space based and nodal approach-based solvers for CPU
- Difference between CPU and FPGA modeling
- Numerical examples & practical implementation of solvers

Lesson 3: Modelling in real time: grid modelling

- Modeling for HiL, level of model detail vs computational performance
- problems with parallelization due to latencies in transferring data, I/O latency considerations.
- Introducing transmission line decoupling, stublines, ITM and other techniques
- Introducing the State-Space Nodal approach

Lesson 4: Modelling in real time: power electronics

- Modelling components for fast transients (e.g, switches), average models, full switching models
- Interface FPGA-based with CPU-based modelling
- Practical examples and applications

Lesson 5: Modelling in real time: multi-time-scale networks

- Modeling for HiL: different time-scales phasor/RMS, EMT, fast EMT on FPGA.
- Stability issues associated with multi-time-scale hybrid simulation (e.g. RMS/EMT or EMT on CPU and FPGA.
- Multi-time-scale simulation with phasor/EMT/FPGA

Lesson 6: Rapid Control Prototyping (RCP)

- Main Concept and benefits from RCP, Applications
- Generating a code from Simulink and implementation in the real time simulator
- FPGA-based RCP, Datalogging
- Demonstration in classroom

Lesson 7: Controller Hardware In the Loop

- Definition of HIL and testing opportunities
- Analog and digital I/O in real time simulators
- Designing an HiL test – identifying controller functionality to be tested, creating appropriate model and test sequences, identifying potential failures and testing in failure/off-design conditions, use of test automation

Lesson 8: Power Hardware In the Loop

- Introduction to PHIL
- PHIL equipment: power amplifiers. 2Q/4Q applications, specifying power amplifiers
- Interface algorithms between Real Time Simulation and the Device Under Test
- Stability vs. interface accuracy, current state of the art
- Impedance-based stability analysis

Module grade calculation
The module grade results of the assessment of an exercise and the oral exam. Details will be given during the lecture.

Workload
The workload includes (2 SWS):

1. attendance in lectures and exercises: 15*2 h = 30 h
2. preparation / follow-up: 15*4 h = 60 h
3. final project, preparation of and attendance in examination: 30 h

A total of 120 h = 4 CR

Recommendation

- Good knowledge of power electronics, linear control theory, and power systems is required.
- Good knowledge of Matlab/Simulink simulation environment is required.

M 6.35 Module: Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises [M-ETIT-103450]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-106852	Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises	6 CR	Randel

Type of Examination
The exercise sheets and the oral questionnaire are used to rate other types of examinations. The overall impression is assessed. Duration about 20 minutes.

Prerequisites
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.

Competence Goal

- 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.

Contents

- 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.

Module grade calculation
The exercise sheets and the oral questioning are used to rate other types of examinations. The overall impression is assessed.

Workload
Approximately 170h workload of the student. The workload includes:

30h - attendance in lectures

30h - exercises

70h - preparation / follow-up

40h - written exercises and exam

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

M 6.36 Module: Digital Twin Engineering [M-ETIT-106040]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Mike Barth
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-112224	Digital Twin Engineering	4 CR	

Type of Examination
The examination takes place in form of other types of examination. It consists of a model library developed in the course of a term-long project in the modeling language Modelica and a presentation of the library lasting 25 minutes. The quality of the model library is evaluated within the framework of the criteria: documentation, formal correctness, functionality, usability, HMI and modeling level of detail. The presentation is evaluated as an additional aspects. The overall impression is evaluated.

Prerequisites
none

Competence Goal

- The students will be able to analyze, structure and formally describe problems in the area of object-oriented physical system modeling.
- The students will be able to understand, apply and further develop the Modelica modeling language.
- The students are able to transfer bidirectionally acting systems into a model.
- The students are able to transfer physical equations into the modeling environment.
- The students are able to critically evaluate the different numerical integration methods for their applicability and to use them sensibly.
- The students are able to create system models and co-simulations using functional mockup units.
- The students will be able to implement a real system at the appropriate modeling depth for the task.
- The students will be able to abstract real system properties and, if necessary, decide whether they need to be modeled.
- The students know suitable simulation tools and their application.

Contents

- This module is designed to provide students with the theoretical and practical aspects of object-theoretic equation-based modeling.
- This module also provides a definition of the digital twin and its aspects of the management shell.
  - In this context, a classification of simulation models in the I4.0 VWS takes place.
- Both system simulation in the Open Modelica Editor (OME) and co-simulation with Functional Mockup Units (FMU) will be covered.
- Students create a new model library of a mechatronic system in a term-long project (teams of 3-4 students).
- The module provides an overview of modern system simulation methods based on bidirectional flow and potential modeling.
- Beyond theoretical and practical modeling, the module imparts the knowledge about practice-relevant modeling levels or depths.
- Furthermore, quality standards for simulation models with focus on the engineering of plants/systems are discussed.

Module grade calculation
The assessment of the developed model library and the presentation of the library will be included in the module grade. More details will be given at the beginning of the course.

Workload
The workload includes:

1. attendance in lectures an exercises: 10*1,5 h = 15 h
2. preparation / follow-up: 15*2 h = 30 h
3. Implementation of the model library: 60 h
4. preparation of and attendance in the final presentation: 15 h

A total of 120 h = 4 CR

M 6.37 Module: Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar [M-ETIT-105415]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-110940	Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar	4 CR	Zwick

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten) und wöchentlichen Excercisesaufgaben. Der Gesamteindruck wird bewertet.

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

Competence Goal
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.

Contents
Die Vorlesung ist (inhärent) interdisziplinär angelegt und bestens geeignet um Studenten den Zusammenhang der Signalverarbeitung für die bildgebende Radartechnik anhand der digitalen Strahlenformung zu vermitteln. Das hierfür benötigte Grundwissen zu Antennen & Antennengruppen, Radar-Mehrdeutigkeiten und Rauschen werden in der Vorlesung erläutert. Es folgt eine detaillierte Vermittlung der diversen Strahlenformungsalgorithmen jeweils mit Bezug zu bildgebenden Radarsystemen und mit Anwendungsbeispielen aus satellitengebundenen Synthetischen Apertur Radar (SAR). Aspekte wie digitale und hybride Strahlenformung, ebenso wie MIMO und äquivalente virtuelle Antennenkonfiguration werden erläutert. Zum Verfestigung der Vorlesungsinhalte wird den Teilnehmern ein detaillierten Skripts (englisch) zur verfügung gestellt.

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

Module grade calculation
In die Modulnote gehen die Beurteilung der schriftlichen Gesamtprüfung und der wöchentlichen Excercisesaufgaben ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Workload
* 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 On-Site in der Klausur: 1 Wochen à 40 h = 40 h
* Gesamtaufwand ca. 120 Stunden = 4 ECTS

Recommendation
Grundlagen der Signalprozessierung und Radartechnik sind hilfreich

Lehr- und Lernformen
2 SWS Vorlesung Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

1 SWS Exercises Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

Klausur Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

M 6.38 Module: Dosimetrie ionisierender Strahlung [M-ETIT-101847]

Responsible: PD Dr. Bastian Breustedt
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-104505	Dosimetrie ionisierender Strahlung	3 CR	Breustedt

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (2 h).

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload 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 6.39 Module: Echtzeitregelung elektrischer Antriebe [M-ETIT-105916]

Responsible: Dr.-Ing. Andreas Liske
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111898	Echtzeitregelung elektrischer Antriebe	6 CR	Liske

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten).

Competence Goal
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 Contentse an Versuchsnachmittagen sammeln sie konkrete Erfahrungen mit realer Signalverarbeitungs-Hardware und echten Antriebsprüfständen.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

M 6.40 Module: Einführung in die Bildfolgenauswertung (24684) [M-INFO-100736]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-INFO-101273	Einführung in die Bildfolgenauswertung	3 CR	Beyerer

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal
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.

Contents
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.

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

Recommendation
Siehe Course.

M 6.41 Module: Einführung in die Energiewirtschaft [M-WIWI-100498]

Responsible: Prof. Dr. Wolf Fichtner
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	5

Mandatory			
T-WIWI-102746	Einführung in die Energiewirtschaft	5 CR	Fichtner

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (nach §4 (2), 1 SPO).

Prerequisites
none

Competence Goal
Der/die Studierende

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

Contents

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)

Workload
Gesamtaufwand bei 5,5 CRn: 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 6.42 Module: Einkristallzüchtung – Kristallzüchtungsmethoden und Anwendungen von Kristallen für elektronische und optische Bauteile [M-ETIT-106597]

Responsible: Prof. Dr. Marc Eichhorn
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113293	Einkristallzüchtung – Kristallzüchtungsmethoden und Anwendungen von Kristallen für elektronische und optische Bauteile	3 CR	Eichhorn

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, Phasendiagramme und Löslichkeitskurven von Kristallen zu interpretieren und geeignete Kristallzüchtungsverfahren für diese Kristalle auswählen zu können. Die Studierenden sollen die verschiedenen Kristallzüchtungsmethoden beschreiben und ihre Besonderheiten diskutieren können. Die Studierenden können die Funktionsweise und physikalischen Prinzipien von wichtigen kommerziellen Kristallen und deren Anwendung erklären.

Contents

- Dieses Modul soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte der Einkristallzüchtung und der besonderen physikalischen Eigenschaften von kommerziell nutzbaren Einkristallen vermitteln.
- Es werden behandelt:
- Geschichte der kommerziellen Einkristallzüchtung
- Grundlagen Kristallographie
- Kristalloptik
- Absorptionen und Farben von Kristallen, Kristallfeldtheorie
- Phasendiagramme
- Züchten von Kristallen aus wässriger Lösung
- Schmelzzüchtungsverfahren (Czochralski, skull melting, flux, Kyropoulos, Hot zone)
- Hydrothermalzüchtungsverfahren

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Annotations
Blockvorlesung, 5 Tage x 5 h

Workload

1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 5*5 h = 25 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 5*6 h = 30 h
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: 35 h

Summe: 90 h = 3 LP

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen der anorganischen Chemie, Festkörperphysik oder Photonik

M 6.43 Module: Electric Drives and Power Electronics Lab [M-ETIT-107138]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-114162	Electric Drives and Power Electronics Lab	6 CR	Doppelbauer

Type of Examination
Success control takes place in the form of other types of examination. It consists of one oral examination per experiment. The overall impression is assessed.

Prerequisites
none

Competence Goal
Students are able to connect power converters and electrical machines to the electrical grid and operate them correctly. They implement current control in a rotating coordinate system. They analyze and document the operating characteristics of direct current, induction and synchronous machines through measurements. You will know and operate measuring devices with which characteristic values, characteristic curves and time curves of electrical and mechanical variables are recorded and saved.

Contents
The aim of the practical course is to use selected examples to guide students in applying and deepening the theoretical knowledge acquired in lectures in practice. In almost all experiments, the students deal with the combination of analog and digital electrical signal processing, control engineering methods, a power electronic actuator and an electrical machine to be driven. Specifically, the following 8 experiments are carried out:

- Experiment SoC:
  “Space vector transformation and current control with digital signal processing system (system on chip)”
- Experiment LH:
  “Power semiconductors - measurement of static and dynamic properties of an IGBT and a SiC MOSFET”
- Experiment PSM:
  “Permanently excited synchronous machine - speed control with subordinate current control in the constant flux and field weakening range”
- Experiment FAM:
  “Field-oriented control of the three-phase induction machine”
- Experiment DAB:
  “Getting to know topology, modulation methods and modeling”
- PV experiment:
  “Operation of solar modules at the point of maximum energy yield and integration of a lithium-ion storage system”
- MMC experiment:
  “Implementation of a cascaded MMC control system consisting of energy and current controllers”
- VASM experiment:
  “Measurement of the induction machine on the test bench to determine the machine parameters”

Module grade calculation
The assessments of the oral examinations are included in the module grade. Further details will be provided at the beginning of the course.

Workload
180h

- Attendance time in the internship with interview: 40 h
- Preparation time: 125 h
- Follow-up time: 15h

Recommendation
The courses
- Regelung elektrischer Antriebe und
- Leistungselektronik

should have been completed or at least heard in parallel to the practical course.

M 6.44 Module: Electric Drives for E-Mobility [M-ETIT-106971]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113936	Electric Drives for E-Mobility	4 CR	Doppelbauer

Type of Examination
The success control takes place in the form of an oral examination of approximately 30 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
The students will be able to assess the structure, performance and behavior of full-electric and hybrid drive systems for all types of traction applications from pedelecs to cars, utility vehicles, railroads and even large propulsion systems in ships. They can critically evaluate the different drive systems and components.

The students will be able to understand the latest developments in electric drive technology and future possibilities.

Contents
This module is designed to provide students with the theoretical and practical aspects of electric drives for electric traction applications.

Table of content:

- Overview: Electric Drives in Hybrid and Electric Vehicles
- Fundamentals of Rotary Field Machines
- Fundamentals of Power Electronics
- Design of Synchronous Machines
- Design of Induction Machines
- Noise, Vibration and Harshness (NVH)
- Thermodynamics of Electric Machines

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
The workload includes (3 SWS):

1. attendance in lectures 15*2 h = 30 h
2. Attendance in exercises: 15*1 h = 15 h
3. preparation / follow-up: 15*3 h = 45 h
4. preparation of and attendance in examination: 30 h

A total of 120 h

Recommendation
Basic knowledge in the field of electric machines and drives is helpful, for example by attending the course “Elektrische Maschinen und Stromrichter (EMS)” in the KIT-Bachelor.

Basic knowledge in the field of hybrid and electric vehicles is helpful, for example by attending the course “Hybridelektrische Fahrzeuge HEF)” in the KIT-Bachelor.

M 6.45 Module: Electric Power Generation and Power Grid (Sp-EPG) [M-ETIT-101917]

Responsible: Dr.-Ing. Bernd Hoferer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-103608	Electric Power Generation and Power Grid	3 CR	Hoferer

Type of Examination
Type of Examination: oral exam

Duration of Examination: approx. 20 minutes

Prerequisites
Anyone who has completed the Electrical Power Generation (EEE) module in the Bachelor (SPO 2015 and 2018) should Master does not select the Electric Power Generation and Power Grid module.

Competence Goal
The students

- are familiar with characteristics of different types of power generation
- are able to evaluate the performance of different types of power generation
- comprehend the challenges in power transmission systems due to volatile power generation.
- can derive solutions for a future power generation pool and power grid
- are able to calculate the efficiency factor of power generation systems
- know how to apply mathematical concepts like load flow calculation and short-circuit calculations

Contents
I. Energy resources and energy consumption
II. Conversion of primary energy in power plants; thermo-dynamical fundamental terms, processes in steam power plants; steam power plants components; flue gas cleaning
III. Synchronous machines
IV. Thermal power plants (fossil-fueled steam generation, nuclear-fueled steam generation)
V. Renewable energy generation (hydro-electric, wind, solar)
VI. Transmission systems (AC power transmission, DC power transmission)
VII. Load flow calculations

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

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

Literatur
Schwab; Electric energy systems;
Fink, Beaty; Standard handbook for electrical engineers

M 6.46 Module: Electric Power Transmission & Grid Control [M-ETIT-105394]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-110883	Electric Power Transmission & Grid Control	6 CR	Leibfried

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
none

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

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

Competence Goal
Students are familiar with the functionality and physical basics as well as the components of AC and DC of electric power transmission systems. They will be able to calculate transmission characteristics and carry out a basic design. They are also familiar with the functioning of grid control.

Contents
The lecture initially deals with the characteristics and stability of electrical energy transmission. A central chapter deals with HVDC technology as a method for transmitting high power. FACTS elements, which are used to make energy transmission more flexible, are then dealt with. Finally, the dynamics of power plants and grids are discussed.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Workload
The workload includes:

1. attendance in lectures and exercises: 30 + 30 h = 60 h
2. preparation / follow-up: 120 h

A total of 180 h = 6 CR

Recommendation

- Basic Knowledge in electrical network analysis
- Basic Knowledge about the functionality of electric grid components
- Basic Knowledge about the calculations of three-phase systems
- Basic Knowledge about symmetrical components, Park-transform and Clark-transform

M 6.47 Module: Electrical Energy Systems Lab [M-ETIT-107137]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-114160	Electrical Energy Systems Lab	6 CR	Badent, Doppelbauer, Leibfried

Type of Examination
Success control takes place in the form of other types of examinations consisting of questions on the content of the experiments with written and oral components. The overall impression is assessed.

Prerequisites
none

Competence Goal
Students can calculate and use induction machines, transformers, uncontrolled rectifier circuits, variable-speed drive systems and high-voltage generators. They can carry out partial discharge measurements.

Contents
Building on the basic lectures on electrical machines, power electronics and electrical energy systems, students gain an insight into the fundamental systems of electrical power engineering.

Module grade calculation
The questions on the individual experiments are included in the module grade. Further details will be provided at the beginning of the course.

Annotations
Joint event of IEH and ETI.

Workload
The workload is 180 hours and is made up as follows:

- Attendance time 40 h
- Self-study time 140 h

M 6.48 Module: Electrocatalysis [M-ETIT-105883]

Responsible: Prof. Dr. Ulrike Krewer
Dr. Philipp Röse

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	3

Mandatory			
T-ETIT-111831	Electrocatalysis	5 CR	Röse

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
Students have a well-grounded knowledge of electrocatalytic energy technologies for the conversion and storage of electrical energy in chemicals (Power-to-X). They know the functional principle of state-of-the-art electrocatalysts in fuel cells and electrolysis and understand the underlying electrochemical and physical processes. Participation in the course enables the students to assess and understand the relationship between electrode structure and their selectivity, performance and stability. Furthermore, the students learn the theoretical basics of experimental methods that are relevant for the investigation of model electrodes and technical cells.

Contents
Vorlesung:

- **Basics, concepts and definitions within the Power-to-X context:** Catalysis and electrocatalysis; activity and selectivity; fundamentals of electrochemical processes, elementary steps involving adsorbed intermediates.

- The role of intermediates: Electron transfer without intermediates, multi-electron transfer with intermediates; differences in adsorption energies of intermediates and active surfaces

- **Theoretical treatment of electron transfer reactions:** Tunneling processes at electrodes; electron transfer reactions (Marcus theory); role of electrode material on rate of electrode reaction.

- Measurement methods for the investigation of electrocatalytic reactions: Determination of the effective surface; Determination of the activity of electrochemically active species; Determination of the selectivity; Operando measurement methods

- Technically important electrocatalytic reactions and processes: The oxygen reduction reaction (ORR) and evolution reaction (OER); the chlorine evolution reaction.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written examination.

Workload
attendance in lectures: 30 * 45 min. = 22,5 h

attendance in exercises: 15 * 45 min. = 11,25 h

preparation and follow up of the lectures and practice: 76.25 hours (approx. 1.75 hours per lecture or exercise)

preparation of examination and attendance in examination: 40 h

A total of 150 h = 5 CR

Recommendation
The participation of the module "Electrochemical Energy Technologies" is helpful.

M 6.49 Module: Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields [M-ETIT-100386]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100640	Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields	4 CR	Zwick

Type of Examination
Success control is carried out in the form of a written test of 120 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

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 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

Recommendation
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 6.50 Module: Elektrische Energienetze [M-ETIT-100572]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100830	Elektrische Energienetze	5 CR	Leibfried

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung im Umfang von 120 Minuten.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
Die Vorlesung behandelt die Berechnung elektrischer Energienetze. Dies beContentset 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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Annotations
Erhöhung auf 6 LP zum WiSe25/26

Workload
On-Sitestudienzeit Vorlesung: 30 h

On-Sitestudienzeit Excercise: 15 h

Selbststudienzeit: 105 h

Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet

Insgesamt 150 h = 5 LP

M 6.51 Module: Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser [M-ETIT-100511]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100783	Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser	3 CR	Kling

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

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

Recommendation
Kenntnisse aus M-ETIT-100481 – Plasmastrahlungsquellen sind hilfreich.

M 6.52 Module: Elektronische Systeme und EMV [M-ETIT-100410]

Responsible: Dr. Martin Sack
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	1	1

Mandatory			
T-ETIT-100723	Elektronische Systeme und EMV	3 CR	Sack

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
On-Sitestudienzeit: 30 h

Selbststudienzeit: 45 h

Insgesamt 75 h = 3 LP

M 6.53 Module: Energieträger aus Biomasse [M-CIWVT-104288]

Responsible: Dr.-Ing. Siegfried Bajohr
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-CIWVT-108828	Energieträger aus Biomasse	6 CR	Bajohr

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden entwickeln Prozessverständnis für Prozesse zur Umwandlung und Nutzung von Biomasse. Sie können entsprechende Prozesse bilanzieren, bewerten und weiterentwickeln. Die Betrachtung ethischer, ökonomischer und ökologischer Rahmenbedingungen hilft den Studierenden bei der kritischen Bewertung von (neuen) Prozessen und bei deren Weiterentwicklung.

Contents

- Grundlagen der Biomasseentstehung und der Umwandlungspfade hin zu chemischen Energieträgern wie Biodiesel, Ethanol oder SNG.
- Charakterisierungsmethoden und Unterscheidungskriterien für Biomasse, nutzbare Potenziale global/national, Nachhaltigkeitsaspekte, CO2-Vermeidungspotenziale.
- Nutzung und Umwandlung von Pflanzenölen und -fetten.
- Biochemische Umwandlungsprozesse zu Ethanol und Biogas, Nutzung- und Aufbereitungsprozesse für Biogas.
- Thermochemische Biomasseumwandlung durch Pyrolyse und Vergasung; ausgewählte Synthesen (FT-, CH4-, CH3OH-, DME-Synthese).

Module grade calculation
Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium:75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Literatur

- Kaltschmitt, M.; Hartmann (Ed.): Energie aus Biomasse, 2. Aufl., Springer Verlag 2009.
- Graf, F.; Bajohr, S. (Hrsg.): Biogas: Erzeugung – Aufbereitung – Einspeisung, 2. Aufl., Oldenbourg Industrieverlag 2013.

M 6.54 Module: Energiewirtschaft [M-ETIT-100413]

Responsible: Dr.-Ing. Bernd Hoferer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	1	1

Mandatory			
T-ETIT-100725	Energiewirtschaft	3 CR	Hoferer

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten)

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studenten kennen die technisch-wirtschaftlichen Zusammenhänge in liberalisierten Energiemärkten.

Contents
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 Germanland 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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
On-Sitestudienzeit: 30 h
Selbststudienzeit: 45 h
Insgesamt 75 h = 3 LP

M 6.55 Module: Energy Storage and Network Integration [M-ETIT-101969]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Giovanni De Carne
apl. Prof. Dr. Francesco Grilli
Prof. Dr.-Ing. Mathias Noe

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-104644	Energy Storage and Network Integration	4 CR	Noe

Type of Examination
Type of Examination: Oral exam

Duration of Examination: approx. 30 minutes

Prerequisites
siehe Course

Competence Goal
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.

Contents
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 term (https://www.itep.kit.edu/148.php).

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Annotations
Exam and Vorlesung will be held in English.

Workload
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

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

M 6.56 Module: Entwurf elektrischer Maschinen [M-ETIT-100515]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100785	Entwurf elektrischer Maschinen	5 CR	Doppelbauer

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Workload

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)

Recommendation
Module: Elektrische Maschinen und Stromrichter

M 6.57 Module: Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2) (24106) [M-INFO-100831]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jörg Henkel
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-INFO-101368	Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2)	3 CR	Henkel

Type of Examination
Siehe Course

Prerequisites
Siehe Course

Competence Goal
Der/Die Studierende erlernt Methoden zur Beherrschung von Komplexität und wendet diese Methoden auf den Entwurf eingebetteter Systeme an. Er/Sie beurteilt und wählt spezifische Architekturen für Eingebettete Systeme. Weiterhin erhält der/die Studierende eine Einführung zu aktuellen Forschungsthemen.

Contents
Heutzutage ist es möglich, mehrere Milliarden Transistoren auf einem einzigen Chip zu integrieren und damit komplette SoCs (Systems-On-Chip) zu realisieren. Der Trend, mehr und mehr Transistoren verwenden zu können, hält ungebremst an, so dass die Komplexität solcher Systeme ebenfalls immer weiter zulegen wird. Computer werden vermehrt ubiquitär sein, das heißt, sie werden in die Umgebung integriert sein und nicht mehr als Computer vom Menschen wahrgenommen werden. Beispiele sind Sensornetzwerke, “Electronic Textiles” und viele mehr. Die physikalisch mögliche Komplexität wird allerdings praktisch nicht ohne weiteres erreichbar sein, da zur Zeit leistungsfähige Entwurfsverfahren fehlen, die in der Lage wären, diese hohe Komplexität zu handhaben. Es werden leistungsfähige ESL Werkzeuge (”Electronic System Level Design Tools”), sowie neuartige Architekturen benötigt werden. Der Schwerpunkt dieser Vorlesung liegt deshalb auf high-level Entwurfsmethoden und Architekturen für Eingebettete Systeme. Da der Leistungsverbrauch der (meist mobilen) Eingebetteten Systeme von entscheidender Bedeutung ist, wird ein Schwerpunkt der Entwurfsverfahren auf dem Entwurf mit Hinblick auf geringem Leistungsverbrauch liegen.

Workload
90 Std.

M 6.58 Module: Entwurf von Mikrowellenmodulen [M-ETIT-105701]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111375	Entwurf von Mikrowellenmodulen	3 CR	Geist, Zwick

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen:

On-Sitestudienzeit Vorlesung: 30 h
Selbststudienzeit inkl. Prüfungsvorbereitung: 60 h
Insgesamt 90 h = 3 LP

Recommendation
Kenntnisse zu Mikrowellentechnik und Nachrichtentechnik sind hilfreich.

M 6.59 Module: Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices [M-ETIT-101919]

Responsible: Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-103613	Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices	3 CR	Richards

Type of Examination
Type of Examination: written exam

Duration of Examination: 120 Minutes

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

Prerequisites
None

Competence Goal
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

Contents
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)

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

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

Literatur
TBD

M 6.60 Module: Fahreigenschaften von Kraftfahrzeugen I [M-MACH-105288]

Responsible: Dr.-Ing. Martin Gießler
Dr.-Ing. Hans-Joachim Unrau

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik

Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-MACH-105152	Fahreigenschaften von Kraftfahrzeugen I	4 CR	Unrau

Type of Examination
Mündliche Prüfung, Duration: ca. 30 Minuten.

Competence Goal
Die Studierenden kennen die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Fahrer, Fahrzeug und Umgebung. Sie sind in der Lage, ein Fahrzeugsimulationsmodell aufzubauen, bei dem Trägheitskräfte, Luftkräfte und Reifenkräfte sowie die zugehörigen Momente berücksichtigt werden. Sie besitzen gute Kenntnisse im Bereich Reifeneigenschaften, denen bei der Fahrdynamiksimulation eine besondere Bedeutung zukommt. Damit sind sie in der Lage, die wichtigsten Einflussgrößen auf das Fahrverhalten analysieren und an der Optimierung der Fahreigenschaften mitwirken zu können.

Contents
1. Problemstellung: Regelkreis Fahrer - Fahrzeug - Umgebung (z.B. Koordinatensysteme, Schwingungsformen des Aufbaus und der Räder)
2. Simulationsmodelle: Erstellung von Bewegungsgleichungen (Methode nach D'Alembert, Methode nach Lagrange, Automatische Gleichungsgenerierer), Modell für
Fahreigenschaften (Aufgabenstellung, Bewegungsgleichungen)
3. Reifenverhalten: Grundlagen, trockene, nasse und winterglatte Fahrbahn

Workload
Der GesamtWorkload für dieses Modul beträgt ca. 120 Stunden (4 Credits). Die Aufteilung erfolgt nach den CRn der Vorlesungen des Moduls. Dabei beträgt der Workload für Vorlesungen mit 4 Credits ca. 120 Stunden

Lehr- und Lernformen
Vorlesung

Literatur
1. Willumeit, H.-P.: Modelle und Modellierungsverfahren in der Fahrzeugdynamik,
B. G. Teubner Verlag, 1998
2. Mitschke, M./Wallentowitz, H.: Dynamik von Kraftfahrzeugen, Springer-Verlag, Berlin, 2004
3. Gnadler, R.; Unrau, H.-J.: Skript zur Vorlesung Fahreigenschaften von Kraftfahrzeugen I

M 6.61 Module: Fahrzeugsehen [M-MACH-102693]

Responsible: Dr. Martin Lauer
Prof. Dr.-Ing. Christoph Stiller

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mess- und Regelungstechnik

Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-MACH-105218	Fahrzeugsehen	6 CR	Lauer, Stiller

Type of Examination
Art der Prüfung: schriftliche Prüfung
Duration der Prüfung: 60 Minuten

Prerequisites
none

Competence Goal
Nach Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmer vertraut mit modernen Techniken der Signalverarbeitung und der Künstlichen Intelligenz, um Kamerabildsequenzen auszuwerten, den geometrisch-räumlichen Bezug zwischen Bildern und der 3-dimensionalen Welt herzustellen, sowie die Contentse der Videosequenzen auszuwerten. Hierzu zählen insbesondere die stereoskopische Rekonstruktion von BildContentsen, die Erkennung und Bestimmung von Bewegungen in den Videosequenzen, Zustandsraummodellierung und Bayessche Filter zur Zustandsschätzung sowie die Erkennung von Fahrbahnen und Objektverhalten. Die Teilnehmer haben gelernt, die Algorithmen mathematisch zu analysieren, als Software zu implementieren und auf Problemstellungen im Bereich des automatisierten Fahrens und mobiler Roboter anzuwenden. Die Teilnehmer sind in der Lage, Aufgabenstellungen aus den genannten Bereichen zu analysieren und geeignete algorithmische Verfahren zu entwickeln.

Contents
Die sensorielle Erfassung und Interpretation der Umwelt bilden die Grundlage für die Generierung intelligenten Verhaltens. Die Fähigkeit zu Sehen eröffnet Fahrzeugen völlig neuartige Perspektiven und stellt entsprechend ein steil aufstrebendes Forschungs- und Innovationsfeld der Automobiltechnik dar. Erste so genannte Fahrerassistenzsysteme konnten bereits respektierliche Verbesserungen hinsichtlich Komfort, Sicherheit und Effizienz erzielen. Bis Automobile jedoch über eine dem menschlichen visuellen System vergleichbare Leistungsfähigkeit verfügen, werden voraussichtlich noch einige Jahrzehnte intensiver Forschung erforderlich sein.
Die Vorlesung richtet sich an Studenten des Maschinenbaus und benachbarter Studiengänge, die interdisziplinäre Qualifikation erwerben möchten. Sie vermittelt einen ganzheitlichen Überblick über das Gebiet Fahrzeugsehen von den Grundlagen der Bilderfassung, über kinematische Fahrzeugmodelle bis hin zu innovativen messtechnischen Methoden der Bildverarbeitung für Sehende Fahrzeuge. Die Herleitung messtechnischer Methoden der Bildverarbeitung wird anhand aktueller, praxisrelevanter Anwendungsbeispiele vertieft und veranschaulicht.

Workload
180 Stunden, davon

Präsenzzeit Vorlesung: 15*3 h = 45 h

Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15*5 h = 75 h

Prüfungsvorbereitung und Präsens in selbiger: 60 h

Lehr- und Lernformen
Vorlesung

Literatur
TBA

M 6.62 Module: Field Propagation and Coherence [M-ETIT-100566]

Responsible: Prof. Dr. Wolfgang Freude
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100976	Field Propagation and Coherence	4 CR	Freude

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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

Contents
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

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
total 120 h, hereof 45 h contact hours (30 h lecture, 15 h problem class), and 75 h homework and self-studies

Recommendation
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 6.63 Module: Fortgeschrittene Künstliche Intelligenz [M-INFO-106299]

Responsible: Prof. Dr. Jan Niehues
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-INFO-112768	Fortgeschrittene Künstliche Intelligenz	6 CR	Niehues

Type of Examination
See partial achievements (Course)

Prerequisites
See partial achievements (Course)

Competence Goal
- The students know the relevant elements of a technical cognitive system.
- The students understand the algorithms and methods of AI to model cognitive systems.
- The students are able to understand the different sub-components to develop and analyze a system .
- The students can transfer this knowledge to new applications, as well as analyze and compare different methods.

Contents
Due to the successes in research, AI systems are increasingly integrated into our everyday lives. These are, for example, systems that can understand and generate language or analyze images and videos. In addition, AI systems are essential in robotics in order to be able to develop the next generation of intelligent robots .

Based on the knowledge of the lecture “Introduction to AI”, the students learn to understand, develop and evaluate these systems.
In order to bring this knowledge closer to the students, the lecture is divided into 4 parts. First, the lecture investigates method of perception using different modalities. The second part deals with advanced methods of learning that go beyond supervised learning. Then methods are discussed that are required for the representation of knowledge in AI systems. Finally, methods that enable AI systems to generate content are presented.

Workload
Vorlesung with 3 SWS + 1 SWS exercise , 6 CP.
6 LP corresponds to approx. 180 hours, of which
approx. 45 hours lecture attendance
approx. 15 hours exercise visit
approx. 90 hours post-processing and processing of the exercise sheets
approx. 30 hours exam preparation

M 6.64 Module: Funkempfänger [M-ETIT-103241]

Responsible: Prof. Dr. Friedrich Jondral
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-106431	Funkempfänger	3 CR	Jondral

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden sind in der Lage, die volle Funktionsweise von Funkempfängern zu verstehen, Spezifikationen zu schreiben sowie Funkempfänger aus systemtheoretischer Sicht zu konzipieren.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
- Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
- Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 15 * 4 h = 60 h
- Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet

Insgesamt: 90 h = 3 LP

Recommendation
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

M 6.65 Module: Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie (24139 / 24678) [M-INFO-100725]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-INFO-101262	Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie	3 CR	Asfour, Spetzger

Type of Examination
Siehe Course

Prerequisites
Siehe Course

Competence Goal
Nach erfolgreichem Besuch der Lehrveranstaltung sollten die Studenten ein Grundverständnis und Basisinformationen über den Aufbau und die komplexe Funktionsweise des Gehirns und des zentralen Nervensystems haben. Ziel ist die Vermittlung von Grundlagen der Neurophysiologie mit Darstellung von Sinnesfehlfunktionen sowie Ursachen und Mechanismen von Krankheiten des Gehirns und des Nervensystems. Zudem werden unterschiedliche diagnostischen Maßnahmen sowie Therapiemodalitäten dargestellt, wobei hier der Fokus auf die bildgeführte, computerassistierte und roboterassistierte operative Behandlung fällt. Die Vorlesung bietet den Studenten einen Einblick in die moderne Neuromedizin und stellt somit eine Schnittstelle zur Neuroinformatik her.

Contents
Die Lehrveranstaltung vermittelt einen Überblick über die Neuromedizin und bewirkt ein grundsätzliches Verständnis für die Sinnes- und Neurophysiologie, was eine wichtige Schnittstelle zu den innovativen Forschungsgebieten der Neuroprothetik (optische, akustische Prothesen) darstellt. Zudem besteht hier ebenso eine enge Anbindung zu den motorischen Systemen in der Robotik. Weitere Verknüpfungen bestehen zu den Bereichen der Bildgebung und Bildverarbeitung, der intraoperativen Unterstützungssysteme. Es wird ein Praxisbezug hergestellt sowie konkrete Anwendungsbeispiele in der medizinischen Diagnostik und Therapie dargestellt.

Workload
ca. 40 h

Recommendation
Siehe Course

M 6.66 Module: Geodätische Raumverfahren für Ingenieure (GuG_Export_GeodRaumvIng) [M-BGU-106347]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Hansjörg Kutterer
Dr. Kurt Seitz
Organization: KIT-Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-BGU-111169	Geodätische Raumverfahren, Vorleistung *Diese Course fließt an dieser Stelle nicht in die Notenberechnung des Moduls ein.*	1 CR	Kutterer, Seitz
T-BGU-112871	Geodätische Raumverfahren für Ingenieure, Prüfung	3 CR	Kutterer

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (SPO §4 (2) 2; T-BGU-112871 - Geodätische Raumverfahren für Ingenieure, Prüfung) im Umfang von 20 Minuten und einer Studienleistung (SPO §4 (3); T-BGU-111169 - Geodätische Raumverfahren, Vorleistung). Das Bestehen der Studienleistung ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung. Details zu den Erfolgskontrollen finden sich in den Coursesbeschreibungen.

Prerequisites
M-BGU-104571 - Satellitengeodäsie für Ingenieure darf nicht begonnen sein

Competence Goal
Die Studierenden können die Funktionsweise und die Anwendung geodätischer Raumverfahren (z.B. Satellitenmethoden, VLBI) erklären. Aktuelle Satellitenmissionen können sie benennen und hinsichtlich der jeweiligen zentralen Zielsetzung beschreiben. Sie verdeutlichen die Bedeutung und das Potenzial der geodätischen Raumverfahren für geodätische und geowissenschaftliche Fragestellungen. Die Studierenden können die Keplerelemente benennen und aus einer Anfangswertaufgabe herleiten. Sie können die Position eines Satelliten im raumfesten, erdfesten Äquatorsystem darstellen. Die Studierenden können aus Keplerelementen den zugehörigen Groundtrack und den Skyplot berechnen. Sie können die Zielsetzungen unterschiedlicher Satellitenmissionen benennen und die damit verbundenen Orbitparameter beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage aus GPS-Ephemeriden Satellitenpositionen zu berechnen.

Contents
Vorlesung: Himmelsmechanische Grundlagen (Keplerbewegung, Keplerelemente, Störkräfte und Bahnstörungen). Überblick über die Beobachtungsverfahren (atmosphärische Störeinflüsse, GNSS, Laserentfernungsmessungen zu Satelliten und zum Mond (SLR, LLR), Interferometrie auf langen Basen (VLBI), Satellitenaltimetrie, Mikrowellensysteme, Schwerefeldmissionen), Methodik der Auswertung. Spezielle Satellitenmissionen. Überblick über die Nutzung in Geodäsie, Geowissenschaften, Ozeanographie und Meteorologie.

Excercise: Anwendungen des Keplerproblems (Ground Track, Sky Plot, Sichtbarkeit von Satelliten). Spezielle Satellitenbahnen. Satellitenposition aus Ephemeriden. Bahnstörungen, GNSS-Online-Dienste.

Module grade calculation
Die Modulnote entspricht der Note der Prüfung T-BGU-112871 - Geodätische Raumverfahren für Ingenieure, Prüfung

Annotations
Ein vergleichbares Modul wird für BSc-Studierende der Geodäsie und Geoinformatik mit einem Aufwand von 4 LPs angeboten. Aufgrund des erhöhten Aufwands für Studierende anderer Fachdisziplinen (z.B. MSc ETIT, Einarbeitung in Bezugssysteme) erfolgt eine Erhöhung auf 5 LPs. Der zusätzlich LP führt zu einem erhöhten Aufwand im Selbststudium (75h -> 105h).

Die in den SPOs von Geodäsie und Geoinformatik und Elektrotechnik und Informationstechnik beschriebenen Erfolgskontrollen (SPO §4) entsprechen sich.

Workload
Gesamt: 120 Stunden (MSc ETIT: 150 Stunden)

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Vorlesungen einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden (MSc ETIT: 105 Stunden)

- Vertiefung der StudienContentse durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Excercisesaufgaben (Pflicht)
- Vertiefung der StudienContentse anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Recommendation
Vorkenntnisse in Höherer Mathematik I und II sind zu empfehlen.

Literatur
Bauer, M. (2018): Vermessung und Ortung mit Satelliten. 7te Auflage, Wichmann, Berlin, Offenbach.

Hofmann-Wellenhof, B.; Lichtenegger, H.; Wasle, E. (2008): GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo & more, Springer.

Seeber, G. (2003): Satellite Geodesy. Foundation, Methods and Applications, 2nd ed., De Gruyter, Berlin.

Teunissen, P.; Montenbruck, O. (Eds.) (2017): Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems. Springer Nature, Cham/Schweiz.

Torge, W.; Müller, J. (2012): Geodesy. 4th ed, De Gruyter, Berlin, Boston.

M 6.67 Module: Grundlagen der Fahrzeugtechnik I [M-MACH-100501]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
8	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-MACH-100092	Grundlagen der Fahrzeugtechnik I	8 CR	Gießler

Type of Examination
Prüfungsleistung schriftlich; Duration ca. 2 h

Prerequisites
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.

Competence Goal
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.

Contents
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

Workload
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 * 2 h = 60 h

2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 2 * 3 h = 90 h

3. Prüfungsvorbereitung und On-Site 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 6.68 Module: Grundlagen der Fahrzeugtechnik II [M-MACH-100502]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer
Dr.-Ing. Martin Gießler

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik

Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-MACH-102117	Grundlagen der Fahrzeugtechnik II	4 CR	Gießler

Type of Examination
Prüfungsleistung schriftlich; Duration ca. 1,5 h

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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

Workload
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h

2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 3 h = 45 h

3. Prüfungsvorbereitung und On-Site 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 6.69 Module: Grundlagen der Mikrosystemtechnik I [M-MACH-102691]

Responsible: Prof. Dr. Jan Gerrit Korvink
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-MACH-114100	Introduction to Microsystem Technology I	4 CR	Badilita, Korvink

Type of Examination
Schriftliche Prüfung: Klausur 60 min

Prerequisites
none

Competence Goal
Ziel der Vorlesung ist es, die Studierenden in die Grundlagen der Mikrosystemtechnik einzuführen. Ausgehend von den Prozessen, die zur Herstellung mikroelektronischer Schaltkreise entwickelt wurden, werden die Basistechnologien und Materialien für die Mikrotechnik vorgestellt. Abschließend werden die Verfahren für die Siliziummikrotechnik behandelt und mit zahlreichen Beispielen für Komponenten und Systemen illustriert.

Contents
- Einführung in Nano- und Mikrotechnologien
- Silizium und Verfahren der Mikroelektronik
- Physikalische Grundlagen und Werkstoffe für die Mikrosystemtechnik
- Basistechnologien
- Silizium-Mikromechanik
- Beispiele

Workload
Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 1,5 h = 22,5 h
Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 5,5 h = 82,5 h
Prüfungsvorbereitung und Prüfung: 15 h
Insgesamt: 120 h = 4 LP

Literatur
Mikrosystemtechnik für Ingenieure, W. Menz und J. Mohr, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 2005

M. Madou
Fundamentals of Microfabrication
Taylor & Francis Ltd.; Auflage: 3. Auflage. 2011

M 6.70 Module: Grundlagen der Plasmatechnologie [M-ETIT-100483]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100770	Grundlagen der Plasmatechnologie	3 CR	Kling

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

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

Recommendation
Das vorherige Hören der Vorlesung -ETIT-100481 – Plasmastrahlungsquellen ist hilfreich.

M 6.71 Module: Grundsätze der PKW-Entwicklung I [M-MACH-105289]

Responsible: Prof.Dipl.-Ing. Rolf Frech
Dr.-Ing. Martin Gießler
Dr.-Ing. Hans-Joachim Unrau

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik

Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
2	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-MACH-105162	Grundsätze der PKW-Entwicklung I	2 CR	Harrer

Type of Examination
Schriftliche Prüfung, Duration ca. 90 Minuten.

Hilfsmittel: keine

Competence Goal
Die Studierenden haben einen Überblick über den gesamten Entwicklungsprozess eines PKW. Sie kennen neben dem zeitlichen Ablauf der PKW-Entwicklung auch die nationalen und internationalen gesetzlichen Anforderungen. Sie haben Kenntnisse über den Zielkonflikt zwischen Aerodynamik, Thermomanagement und Design. Sie sind in der Lage, Zielkonflikte im Bereich der Pkw-Entwicklung beurteilen und Lösungsansätze ausarbeiten zu können.

Contents

1. Prozess der PKW-Entwicklung
2. Konzeptionelle Auslegung und Gestaltung eines PKW
3. Gesetze und Vorschriften – Nationale und internationale Randbedingungen
4. Aerodynamische Auslegung und Gestaltung eines PKW I
5. Aerodynamische Auslegung und Gestaltung eines PKW II
6. Thermomanagement im Spannungsfeld von Styling, Aerodynamik und Packagevorgaben I
7. Thermomanagement im Spannungsfeld von Styling, Aerodynamik und Packagevorgaben I

Workload
Der GesamtWorkload für dieses Modul beträgt ca. 60 Stunden (2 Credits). Die Aufteilung erfolgt nach den CRn der Vorlesungen des Moduls. Dabei beträgt der Workload für Vorlesungen mit 2 Credits ca. 60 Stunden.

Lehr- und Lernformen
Vorlesung

M 6.72 Module: Grundsätze der PKW-Entwicklung II [M-MACH-105290]

Responsible: Prof.Dipl.-Ing. Rolf Frech
Dr.-Ing. Hans-Joachim Unrau

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik

Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
2	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German/English	4	2

Mandatory			
T-MACH-105163	Grundsätze der PKW-Entwicklung II	2 CR	Harrer

Type of Examination
Schriftliche Prüfung, Duration: ca. 90 Minuten.

Hilfmittel: keine

Competence Goal
Die Studierenden sind vertraut mit der Auswahl geeigneter Werkstoffe sowie mit verschiedenen Fertigungstechniken. Sie haben einen Überblick über die Akustik des Fahrzeugs. Sie kennen hierbei sowohl die Aspekte der Akustik im Innenraum des Fahrzeugs als auch die Aspekte der Außengeräusche. Sie sind vertraut mit der Erprobung des Fahrzeuges und mit der Beurteilung der Gesamtfahrzeugeigenschaften. Sie sind in der Lage, am Entwiclungsprozess des gesamten Fahrzeugs kompetent mitzuwirken.

Contents

1. Anwendungsorientierte Werkstoff- und Fertigungstechnik I
2. Anwendungsorientierte Werkstoff- und Fertigungstechnik II
3. Gesamtfahrzeugakustik in der PKW-Entwicklung
4. Antriebsakustik in der PKW-Entwicklung
5. Gesamtfahrzeugerprobung
6. Gesamtfahrzeugeigenschaften

Workload
Der GesamtWorkload für dieses Modul beträgt ca. 60 Stunden (2 Credits). Die Aufteilung erfolgt nach den CRn der Vorlesungen des Moduls. Dabei beträgt der Workload für Vorlesungen mit 2 Credits ca. 60 Stunden.

Lehr- und Lernformen
Vorlesung

M 6.73 Module: Hardware Modeling and Simulation [M-ETIT-100449]

Responsible: Dr.-Ing. Jens Becker
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100672	Hardware Modeling and Simulation	4 CR	Becker, Becker

Type of Examination
Achievement is examined in the form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
After completing this module, students will be familiar with different hardware description languages and their applications in various abstraction levels. They will gain knowledge of the SPICE Hardware Description Language and become proficient in building and deriving the analog matrix for spice simulation. In the realm of digital design, they will develop a comprehensive understanding of the hardware description language VHDL, encompassing the VHDL Standard and its extensions, such as VHDL 2008, the 9-valued logic, and the VHDL-AMS standard. Furthermore, students will achieve a profound comprehension of simulator principles, particularly the delta cycle model. They will also grasp the fundamentals of fault simulations for testing fabricated circuits and learn to derive test vectors. Additionally, students will acquire an understanding of higher-level hardware construction languages like Chisel and SystemC.

Contents
In order to address the complexity of modern chips during development, it is essential to utilize modern hardware description languages. This course offers insights into the various levels of abstraction in these languages. It starts by covering the fundamentals of analog description using SPICE and then progresses through VHDL, VHDL-AMS, and Verilog. Additionally, the course introduces more abstract languages like Chisel and SystemC.

Topics covered in the course are:

- Design Process
- Basics of Modeling and Simulation
- Low Level Modeling
- VHDL
  - VHDL-AMS
  - 9-valued logic
  - Delta cycle simulation
  - Fault simulation
- Verilog
- Chisel
- SystemC

Module grade calculation
The module grade results from the grade of the written examination.

Annotations
.

Workload
The workload is covered by:

1. Participating in lectures and tutorials: 33h
2. Preparing and wrap up of the above named units: 66h
3. Exam preparation and presence: 21h

Sum: 120h = 4 LP

M 6.74 Module: Hardware Synthesis and Optimization [M-ETIT-106963]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113922	Hardware Synthesis and Optimization	6 CR	Becker

Type of Examination
The examination takes place within the framework of an oral overall examination (approx. 30 minutes).

Prerequisites
none

Competence Goal
Students know the basic steps required for the automated design of optimized digital circuits. They are able to classify them in the Y-chart and assess their complexity.

They will be able to name and explain the most important approaches for these design steps and evaluate them with regard to optimality and computational effort. This includes the ability to use algorithms for these approaches, e.g. selected graph algorithms, metaheuristics such as simulated annealing. The students are also able to determine their respective runtime complexities.

In addition, they can solve given problems from the field of design automation by selecting a suitable approach based on certain optimization criteria and applying it to the respective problem.

Contents
The module focuses on teaching the formal and methodological foundations for the automated design of optimized electronic systems. The relevant scientific and methodological properties of the methods used are discussed and their implementation in industrial practice is also taught.

The following topics are covered:

- Graph Algorithms and Complexity
- High-Level Synthesis
- Algorithms for Scheduling, Allocation and Binding Problems
- Register-Transfer-Level Synthesis
- Retiming Algorithms
- Logic Optimization
- Technology Mapping for Standard Cells and FPGAs
- Physical Design
- Placement of Standard Cells with ILP and Simulated Annealing
- Global and Detailed Routing

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
The workload includes (4 SWS):

1. 1. attendance in lectures and exercises: 50 h
2. 2. preparation / follow-up: 50 h
3. 3. preparation of and attendance in examination: 80 h

A total of 180 h = 6 CR

Recommendation
Basic knowledge in the field of digital circuits, e.g. as taught in the course “Digital Technology” (2311615) is helpful.

M 6.75 Module: Hardware/Software Co-Design [M-ETIT-100453]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Fundamentals)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100671	Hardware/Software Co-Design	4 CR	Harbaum

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents

- 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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Annotations
Wird ab WiSe 25/26 auf 6 LP erhöht.

Workload
Unter den Workload fallen:

1. Präsenzzeit in 14 Vorlesungen, 7 Übungen: 31,5 Std
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 63 Std (3 Std pro Einheit)
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: 20 Std Vorbereitung und 0,5 Std Prüfung

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen aus Digitaltechnik und Informationstechnik sind hilfreich.

M 6.76 Module: Hardware-Synthese und -Optimierung [M-ETIT-100452]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100673	Hardware-Synthese und -Optimierung	6 CR	Becker

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
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 beContentset 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.

Contents
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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Jeder Leistungspunkt (LP, Credit Point) entspricht ca. 25-30h Workload des Studierenden. Hierbei ist vom durchschnittlichen Studierenden auszugehen, der eine durchschnittliche Leistung erreicht.

6LP entsprechen ca. 180 Arbeitsstunden, die sich wie folgt verteilen:

- 50h: On-Site in Vorlesungen und Übungen
- 60h: Vor- und Nachbereitung (inkl. Bearbeitung der Excercisesblätter und Selbststudium)
- 70h: Prüfungsvorbereitung und -teilnahme

Recommendation
Grundkenntnisse im Bereich digitaler Schaltungen, wie sie z. B. durch die Lehrveranstaltung „Digitaltechnik“ (2311615) vermittelt werden.

M 6.77 Module: Hochleistungsmikrowellentechnik [M-ETIT-100521]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100791	Hochleistungsmikrowellentechnik	3 CR	Zwick

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Annotations
Wird ab WiSe 25/26 auf English angeboten.

Workload
Unter den Workload fallen:

On-Sitestudienzeit Vorlesung/Excercise: 30 h

Selbststudienzeit inkl. Prüfungsvorbereitung: 60 h

Insgesamt 90 h = 3 LP

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

M 6.78 Module: Hochspannungsprüftechnik [M-ETIT-100417]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Badent
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-101915	Hochspannungsprüftechnik	4 CR	Badent

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Competence Goal
Der Student kann Teilentladungen messen, Vor-Ort Prüfungen durchführen, Kabel und Garnituren prüfen. Er kann computer-basierte Prüfungssysteme bedienen und designen. Er kann die notwendigen Prerequisites zur Akkreditierung von Prüflaboratorien schaffen.

Contents
Dieser Kurs macht die Studenten mit Fragen der Hochspannungsprüftechnik, Kalibrierung und den Contentsen internationaler Test-Standards für Produkte der elektrischen Energietechnik vertraut.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
On-Sitestudienzeit Vorlesung: 30 h

On-Sitestudienzeit Excercise: 15 h

Selbststudienzeit: 67,5 h

Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet

Insgesamt 112,5 h = 4 LP

Recommendation
Hochspannungstechnik

M 6.79 Module: Hochspannungstechnik [M-ETIT-105060]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Badent
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-110266	Hochspannungstechnik	6 CR	Badent

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung im Umfang von ca.120 Minuten.

Competence Goal
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.

Contents
Erzeugung hoher Spannungen im Labor, Elektrische Felder, Dielektrika im Feldraum, Gasentladungsphysik, Durchschlag in Flüssigkeiten und Feststoffen, Technische Isolierstoffe, Isolationskoordination.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Workload
Jeder Leistungspunkt (LP) entspricht 30 h Workload des Studierenden. Unter den Workload fallen:
- On-Sitestudienzeit Vorlesung: 60 h
- On-Sitestudienzeit Excercise: 60 h
- Selbststudienzeit, Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: 60 h
Insgesamt: 180 h = 6 LP

M 6.80 Module: Informationsfusion [M-ETIT-103264]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-106499	Informationsfusion	4 CR	Heizmann

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal

- 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 Prerequisites, 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.

Contents
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 Contentse umfassen im Einzelnen:

- Prerequisites 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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

Workload
Gesamt: ca. 120h, davon

1. Präsenzzeit in Vorlesungen: 34h
2. Vor-/Nachbereitung der Vorlesungen: 34h
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger:52h

Recommendation
Kenntnisse der Grundlagen der Stochastik sind hilfreich.

M 6.81 Module: Informationstechnik in der industriellen Automation [M-ETIT-100367]

Responsible: Dr.-Ing. Peter-Axel Bort
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100698	Informationstechnik in der industriellen Automation	3 CR	Bort

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20-25 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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 Contents abzuweichen.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Annotations
Es finden 7 Vorlesungentermine statt. Diese werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

Workload
Der Workload gliedert sich wie folgt:

- Präsenzzeit Vorlesung: 7 * 4 h = 28 h
- Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 7 * 4 = 28 h
- Präsenzzeit Excercise: 0 h
- Vor-/Nachbereitung Excercise (SPS-Programmierung mit Codesys): 4 h
- Klausurvorbereitung und On-Site in Prüfung: 30 h (alternativ: in Vor-/Nachbereitung verrechnet)
- Insgesamt: 90 h -> 90/30 LP = 3 LP

M 6.82 Module: Integrierte Intelligente Sensoren [M-ETIT-100457]

Responsible: Prof. Dr. Wilhelm Stork
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100961	Integrierte Intelligente Sensoren	3 CR	Stork

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 18 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 24 h
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: 25h

M 6.83 Module: Integrierte Systeme und Schaltungen [M-ETIT-100474]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100972	Integrierte Systeme und Schaltungen	4 CR	Kempf

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung im Umfang von 60 Minuten statt.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Workload
Der Workload in Stunden ist nachfolgend aufgeschlüsselt:

1. Präsenzzeit in Vorlesungen im Winterterm 18 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen 24 h
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger 48 h

Recommendation
Der erfolgreiche Abschluss von LV 23655 (Elektronische Schaltungen) ist erforderlich, da das Modul auf dem Stoff und den Vorkenntnissen der genannten Lehrveranstaltung aufbaut.

M 6.84 Module: Interfakultatives Team-Projekt [M-ETIT-103076]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-106110	Interfakultatives Team-Projekt	6 CR	Kling

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung plus die Note der Projektarbeit.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
Interfaktultatives Projekt Team Arbeit: Die gestellte Aufgabe ist z.B. eine Arbeitsleuchte vom Design über den Entwurf bishin zum Modell zu realisieren.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung plus die Note der Projektarbeit.

Annotations
Teamprojekt ETIT Studierende mit Architektur Studierenden.

Workload
1. Präsenzzeit Einführung

2. Projektarbeit
3. Vor-/Nachbereitung derselbigen

3. Vorbereitung mündliche Prüfung

M 6.85 Module: Introduction to Automotive and Industrial Lidar Technology [M-ETIT-105461]

Responsible: Prof. Dr. Wilhelm Stork
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111011	Introduction to Automotive and Industrial Lidar Technology	3 CR	Stork

Type of Examination
The examination consists of an oral exam and a short oral presentation. The overall impression is rated.

Competence Goal

- 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

Contents
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

Module grade calculation
The module grade results of the assessment of the oral exam and the short oral presentation. Details will be given during the lecture.

Workload

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

Recommendation
Basics of optics / optical technologies are helpful (e.g. optical engineering, optoelectronic, technical optics)

M 6.86 Module: IT/OT-Security Seminar [M-ETIT-106789]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Mike Barth
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113648	IT/OT-Security Seminar	4 CR	Barth

Type of Examination
The examination takes place in the form of an oral examination.

Prerequisites
none

Competence Goal
The students:
- know the definitions of terms and use-cases in the IT/OT-Security Domain
- know security requirements of both: the industrial information technology perspecitiv as well as the production related operational technology domain
- can apply basic cryptographic mechanisms with focus on industrial IT networks
- know protection goals of IT/OT-security
- know various aspects of system security (buffer overflow, return-oriented programming, ...)
- can differentiate between classic information technology (IT) and operational technology (OT) in an industrial environment
- are familiar with attacks on industrial automation and control systems (Industrial Control Systems - ICS)
- are familiar with various concepts (defense-in-depth, security by design, ...) and specific security mechanisms (Public-Key-Infrastucture, network segmentation, ...) of OT security
- are familiar with current international security standards for ICS, in particular IEC 62443
- know the different roles involved and their challenges in the life cycle of ICS
- know and understand the concept of a risk analysis for security
- can evaluate the quality of security mechanisms and architectures for industrial systems
- know typical industrial communication protocols and can analyze and evaluate their security mechanisms

Contents
- Industrial control and automation systems (ICS) are widely used in numerous domains and industries. They play a crucial role in areas such as industrial production, the process industry, critical infrastructures such as energy and water management, building automation and medical devices.
- In recent years, the frequency of vulnerabilities and attacks on these systems has increased, especially since the emergence of Stuxnet in 2014. As a result, the protection of ICS has become increasingly important.
- Compared to conventional IT systems, ICS have different boundary conditions and requirements. In particular, the focus is on availability and maintaining functional safety. Therefore, classic approaches to information security cannot be applied to industrial control systems without adaptation.
- This module first provides basic knowledge of security. Building on this, concepts, mechanisms and standards for the specific domain of ICS are introduced. This includes, for example:

o Defense-in-Depth concepts
o Risk-based approaches
o IEC 62443
o Structure and operation of cyber security management systems
o Security engineering
o Use of security information and event management systems in the industrial environment
o Secure use of Industry 4.0 technologies such as OPC UA

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
The workload includes:

1. attendance in seminar lectures and exercises: 12*2 h = 24 h
2. preparation / follow-up of seminar lectures: 12*3 h = 36 h
3. implementation of challenges and exercises: 12*3 h = 36 h
4. preparation of exam: 24 h.

A total of 120 h = 4 CR

Recommendation
Enjoy working with networked software systems in the production and industrial IT environment. Curiosity in the interplay between attackers and defenders as well as a general affinity to software related topics.

M 6.87 Module: Kältetechnik B - Grundlagen der industriellen Gasgewinnung [M-CIWVT-104354]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-CIWVT-108914	Kältetechnik B - Grundlagen der industriellen Gasgewinnung	6 CR	Grohmann

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Prerequisites
none

Competence Goal
Verstehen der Prinzipien unterschiedlicher Verfahren zur Gasverflüssigung und zur Gaszerlegung; Analysieren von Prozessen zur Ermittlung der Ursachen des Energiebedarfs; Anwenden von Prinzipien der Gemisch-Thermodynamik und Analysieren der Zustände von Stoffströmen in Rektifikationskolonnen; Beurteilen des Potenzials von technischen Lösungsansätzen aus Sicht der Thermodynamik

Contents
Verfahren der Gasverflüssigung, Prozessanalyse, Refrigeratoren und Gemischkälteanlagen, Gaszerlegung durch Tieftemperaturrektifikation, Luftzerlegung und Gewinnung von Edelgasen, Aufbereitung und Zerlegung von Erdgas, Gewinnung von Ethylen, Verarbeitung H2-reicher Gasgemische, Lagerung und Transport verflüssigter Gase.

Module grade calculation
Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 90 h

M 6.88 Module: Kryptographische Protokolle [M-INFO-105631]

Responsible: Prof. Dr. Jörn Müller-Quade
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-INFO-111261	Kryptographische Protokolle	5 CR	Geiselmann, Müller-Quade

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal
Der/die Studierende

- kennt und versteht die in der Vorlesung vorgestellten Primitive und Protokolle, deren (spielbasierte) Sicherheitsdefinitionen und Beweise
- kennt das Real/Ideal-Sicherheitsmodell und kann die Sicherheit von Protokollen darin selbständig analysieren
- kennt und versteht grundlegende Verfahren zur sicheren Mehrparteienberechnung und deren Vor- und Nachteile kann die Verfahren zur sicheren Mehrparteienberechnung anwenden

Contents
Während sich die klassische Kryptographie mit der Gewährleistung von Authentizität und Geheimhaltung gegenüber externen Angreifern beschäftigt, gibt es inzwischen auch eine Vielzahl interaktiver Protokolle zwischen sich gegenseitig misstrauenden Parteien.
Aufbauend auf der Vorlesung "Theoretische Grundlagen der Kryptographie" stellt diese Vorlesung solche grundlegende Primitive, Protokolle sowie dazu passende Sicherheitsmodelle vor.
Im ersten Teil der Vorlesung werden grundlegende (interaktive) Bausteine wie Commitment-Verfahren, Secret-Sharing, Zero-Knowledge-Beweissysteme und Oblivious Transfer eingeführt. Zum Nachweis der Sicherheit werden spielbasierte Begriffe sowie das Real/Ideal-Sicherheitsmodell verwendet.
Darauf aufbauend werden im zweiten Teil komplexere Protokolle zur sicheren gemeinsamen Auswertung beliebiger Funktionen auf geheimen Eingaben vorgestellt. Dabei werden sowohl Protokolle basierend auf Secret-Sharing, als auch so genannte „Garbled Circuits“ behandelt.
Zuerst wird die Sicherheit gegen sogenannte passive Angreifer, welche dem Protokoll ehrlich folgen und lediglich versuchen, zusätzliche Informationen zu lernen, betrachtet. Darauf aufbauend wird die Sicherheit gegen aktive Angreifer, welche beliebig vom Protokoll abweichen dürfen, betrachtet.

Annotations
Die Veranstaltung findet als "inverted classroom" statt. Der Stoff wird in Form von Videos präsentiert, in der anschließenden On-Site-Veranstaltung wird dieser interaktiv vertieft.

Workload
Präsenzzeit für Inverted-Classroom Videos: 24 h
Vor-/Nachbereitung: 36 h
Präsenzzeit in der Excercise: 24 h
Vor-/Nachbereitung der selbigen: 36 h
Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger: 30 h

= 150 h

Recommendation
Der Contents des Moduls "Theoretische Grundlagen der Kryptographie" wird vorausgesetzt

M 6.89 Module: Lab Course on Noise Thermometry [M-ETIT-106263]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Lab Course)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-112714	Lab Course on Noise Thermometry	6 CR	Kempf

Type of Examination
The examination takes place in form of other types of examination. This consists of oral questions and a report on the contents and results of each of the three independent parts of the internship. The overall impression is evaluated.

Prerequisites
none

Competence Goal
After successful completion of the module, students will know the basics of noise thermometry as well as how modern, SQUID based noise thermometers can be built and operated. They will particularly know how to interpret measured temperature values and critically evaluate the noise budget. By working on the practical course in small groups, the students will also acquire or improve their teamwork skills.

Contents
Noise thermometry is a proven method for primary thermometry and is therefore intensively used and further developed in many metrology institutes. The principle of this method is based on the measurement of the voltage or current noise of an electrical resistor. Within the scope of this practical course, the students will gain a detailed insight into noise thermometry. In the first part, they will design a transistor or operational amplifier-based circuit for measuring the thermal noise of a high-impedance resistor at room temperature. Using this circuit, the students will then measure the thermal noise of some resistors to verify the Nyquist theorem, Based on this, the students will design a noise thermometer for the temperature range between 4 K and 10 K in the second part of the lab course. It will be based on a superconducting quantum interference device (SQUID). With the help of this highly sensitive current sensor, the students will measure the thermal noise of a low-resistance resistor at different temperatures below 10 K and thus practically experience the basic principle of noise thermometry. Finally, in the last part of the practical course, the students will become familiar with the construction of a commercial noise thermometer in the range from 100 mK to 4 K with this noise thermometer. All three parts of the experiment will be accompanied by explanations and discussions of the underlying physical principles, the special features of the circuit design, etc. The students will also have the opportunity to learn more about the cryostats.

Module grade calculation
The oral discussion as well as the protocols of the three experimental parts are included in the evaluation of the examination performance of another kind. Details will be given during the lecture.

Workload
A workload of approx. 180 h is required for the successful completion of the module. This is composed as follows:

1. Preparation of the lab course: 40 h
2. Discussion and lab course planning with supervisor: 10 h
3. Attendance time in the lab course: 70 h
4. Preparation of the written report: 60 h

Recommendation
The contents of the module “Quantum Detectors and Sensors” or “Nano- and Quantum Electronics” might be helpful.

M 6.90 Module: Lab Course Printed Flexible Electronics [M-ETIT-106464]

Responsible: Prof. Dr. Gerardo Hernandez Sosa
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	pass/fail	Jedes term	1 term	English	4	3

Mandatory			
T-ETIT-113075	Lab Course Printed Flexible Electronics	6 CR	Hernandez Sosa

Type of Examination
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.

Competence Goal
The students will gain practical experience in the use of measuring instruments and manufacturing processes for printed electronics technology and the methods for determining the physical and optical properties of the fabricated components. They will be able to fabricate devices such as photodetectors and thin film transistors, and electrically characterize them. Furthermore, they will evaluate measurement results and correlate the fabrication process conditions to the device characteristics. They will be able to critically evaluate their results using adequate measurement tools. In addition, they will have the competence to report the results in written form and to interpret the knowledge gained from the experiments. By working on the practical course in small groups, students also acquire or improve their teamwork skills.

Contents
This module is designed to teach students the theoretical and practical aspects of laboratory work in the field of Printed and Flexible Electronics by means of guided and independently conducted practical experiments. In the four experiments, the student will learn to handle real measurement and fabrication technology on the scientific equipment of the institute such as various printers, probe stations, characterization methods and formulation of inks. The module also teaches the competence to write a scientific report, as well as the rules to visualize data sets in a meaningful way.

The working titles of the experiments are:

1) Ink formulation and characterization of Functional Inks
2) Printing optimization of an Inkjet Printer for functional Electronics
3) Fabrication and characterization of a printed sensor device.

Fabrication of a printed thin film transistor device with subsequent electrical characterization

Module grade calculation
The module is passed with successful assessment of the written paper and the oral presentation. Details will be given during the lecture. The module is ungraded.

Annotations
- The lab is limited to a number of 6 participants due to capacity reasons. If necessary, a selection procedure will be carried out. Places will be allocated taking into account the students' academic progress. Details will be announced on the lecture website.
- The Lab course will take place in the clean room Facilities of InnovationLab in Heidelberg. Speyerer str. 4, 69115 Heidelberg where the research laboratories of Prof. Hernandez-Sosa are located.
- The 4 th experiment will take place at KIT Campus North, Institute of Nanotechnology, in the research unit and laboratories of Prof. Jasmin Aghassi-Hagmann.

Attendance of at least 80% is compulsory during the seminar course. Compulsory attendance is necessary for actively contributing to the discussion of the topics presented by all students.

Workload
Due to the self-administration of the groups (max. 3 students):

1 x 5 hours are required for organizational tasks. This includes the attendance of the information event, the attendance of 2 safety briefings (general safety and clean room) as well as the organizational tasks for the individual appointment between the experiment supervisor and the small group.

For the 4 experiments in the module, the workload is calculated as follows:

4 x 5 h familiarization with the topic and literature study on the basics incl. preparation for the entrance examination.

4 x 8 h presence for the execution of experiments at the institute

4 x 1 h discussion of results and learned concepts

4 x 10 h data preparation and visualization

4 x 15 h writing of an individual report on the basis of the measured data and the research question.

4 x 1 h final discussion on the experiment with feedback on the report

4 x 4 h Rework of the report on the basis of the feedback on the report.

Total hours = 181 h = 6 LP

Recommendation
Basic knowledge in the field of conventional and/or organic (opto) electronic or printed devices and sensors is helpful. The course Modern VLSI is recommended but not necessary.

It is recommanded to have started "M-ETIT-100475 Modul: Plastic Electronics / Polymerelektronik"

M 6.91 Module: Lab Course Robotic Winding Technology for Superconducting Wires [M-ETIT-107135]

Responsible: Prof. Dr. Tabea Arndt
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-114158	Lab Course Robotic Winding Technology for Superconducting Wires	6 CR	Arndt

Type of Examination
Success control takes place in the form of other types of examination. It takes place in form of 3 experimental works. The overall performance gives the grade.

Prerequisites
none

Competence Goal

- The students have a solid knowledge of architecture and design aspects of windings applied in magnets, coils and energy technology devices.
- The students have a clear understanding of opportunities, benefits and limitations of superconducting windings.
- The students are able to perform the required design estimations.

Contents
As the superconducting wires become increasingly mature and powerful, using superconductivity in a variety of applications of electrical engineering is of rising interest and benefit, too. Most components and applications require dedicated coil windings. This module focuses on

- Wire properties to consider in advance
- Specification and design of windings (planar & non-planar geometries) & important sensing (current, voltage, temperature)
- Description of the winding process
- In advance testing of winding process in „digital twin“ environment (RobotStudio to control two 6-axis robots and a 2-axis positioner)
- Preparation of simple coils (by Copper-wire or by High-Temperature Superconductor wire; depending on the realized funding options of the module).
- Vacuum-Pressure-Impregnation of coils to prepare a robust sample device
- Performance test (Voltage vs. Current) immersed in liquid nitrogen
- Detailed report on work performed and achieved results.

Part of the (experimental) work has to be conducted in working groups.

The contents may be adopted without further announcement.
Additional materials for reference and study will be offered partly on ILIAS.

Module grade calculation
The assessment of the oral contributions and the written reports are included in the module grade. Further details will be provided at the beginning of the course.

Workload
180h

1. Attendance in teaching/ exercises: 48 h
2. Design/ Preparation/ Documentation/ Clean-up: 120 h
3. Reporting (post-process): 12 h

Recommendation
Attending in „Superconductivity for Engineers“ is beneficial

M 6.92 Module: Laboratory Information Systems in Power Engineering [M-ETIT-107159]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-114183	Laboratory Information Systems in Power Engineering	6 CR	Leibfried

Type of Examination
Success control takes place in the form of other types of examination and is assessed in form of 3 experiments.

Prerequisites
none

Competence Goal
Students have a basic understanding of how to use common calculation programs in the fields of network calculation, field calculation and automation and control. They are able to carry out basic calculations in the respective sub-areas and are familiar with the underlying theory.

Contents
The focus of the lecture is to impart sound knowledge in the field of field calculation using the finite element method, load flow and short flow calculation, as well as the implementation of control programs for PLC systems. The theoretical basics of the sub-areas are taught and the practical application is practiced using common programs based on case studies.

Module grade calculation
The module grade results of the assessment of the 3 experiments.

- 20 points are awarded for each experiment (max. 10 for preparation and max. 10 for performance).
- This results in a total of 60 points.
- At least 27 points must be achieved in order to pass the module.

Workload
The workload is 180 hours and is made up as follows:

- Attendance time 40 h
- Self-study time 140 h

Recommendation
Basic knowledge on high-voltage technology, calculation of electrical networks and energy transmission and network control, computer skills

M 6.93 Module: Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering [M-ETIT-105402]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-110898	Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering	6 CR	Leibfried

Type of Examination
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

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Scoring results from the subscores of the experiments.

Annotations
For capacity reasons, the laboratory is limited to a number of 5 students. If necessary, a selection procedure will be carried out. Places will be allocated taking into account the study progress of the applicants.

Workload
Time of attendance: 40 hours

Self study time: 140 hours

Total 180 hours = 6 credits

Recommendation
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 6.94 Module: Laser Metrology [M-ETIT-100434]

Responsible: Prof. Dr. Marc Eichhorn
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100643	Laser Metrology	3 CR	Eichhorn

Type of Examination
The exam will be taken as an oral examination (about 20 minutes). The individual appointments for examination are offered at two previously determined dates.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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)

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
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 6.95 Module: Laser Physics [M-ETIT-100435]

Responsible: Prof. Dr. Marc Eichhorn
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100741	Laser Physics	4 CR	Eichhorn

Type of Examination
The exam will be taken as an oral examination (about 20 minutes). The individual appointments for examination are offered at two previously determined dates.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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 Nd3+-Laser

5.2.2 The Tm3+-Laser

5.2.3 The Ti3+:Al2O3 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

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
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 6.96 Module: Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie [M-ETIT-102261]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area) (EV bis 30.09.2025)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules) (EV bis 30.09.2025)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German/English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-104569	Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie	3 CR	Hiller

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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 Contents abzuweichen.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Annotations
Für englischsprachige Studierende stehen englische Videos zur Verfügung.

- Letztmaliges Angebot im SoSe25 -

Workload
7x V à 3 h = 21 h

Prüfungsvorbereitung = 60 h

Insgesamt ca. 81 h (entspricht 3 LP)

Recommendation
Modul Leistungselektronik

M 6.97 Module: Leistungselektronische Systeme in der Energietechnik [M-ETIT-106067]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-112286	Leistungselektronische Systeme in der Energietechnik	6 CR	Hiller

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 25 Minuten Duration.

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden kennen die für energietechnische Anwendungen relevanten netzgeführten und selbstgeführten Stromrichterschaltungen.
Sie sind in der Lage, Stromrichter für die Antriebstechnik und für Netzanwendungen (einschl. der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung) auszuwählen und deren Betriebseigenschaften abzuschätzen.
Sie kennen die Funktionsweise sowie die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Mehrstufenwechselrichterschaltungen und sind in der Lage, die erforderlichen Leistungshalbleiter je nach den elektrischen Anforderungen und der Art der Kühlung auszuwählen.
Die Studierenden sind außerdem 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.

Contents
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 werden die Wechselwirkungen 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.
Im Einzelnen werden folgende Themengebiete behandelt:

- Einleitung
- Netzgeführte Stromrichter unter idealisierten und realen Bedingungen sowie deren wichtigsten Anwendungen in der Energietechnik
- Selbstgeführte Multilevel-Stromrichter: Neutral Point Clamped Inverter, Floating Capacitor Inverter, Series Cellinverter, Modular Multilevel Converter, Hybride Schaltungen, Modulationsverfahren
- Halbleiterbauelemente für netz- und selbstgeführte Stromrichter, SchutzOrganizationen
- Entwärmungskonzepte von Leistungshalbleitern und passiven Bauelementen, Sperrschichttemperaturberechnungen
- Lastwechselfestigkeit von Leistungshalbleitern
- Kurzschlussstromauslegung für Netz- und Motorseite
- Schutzkonzepte
- Isolationskoordination, Normen
- Trafo, Netzanbindung
- Netz- und motorseitige Filter
- Kabelmodelle
- Wechselwirkung Umrichter, Maschine (Isolation, Lagerströme)
- Zuverlässigkeitsberechnungen
- ggf. Exkursion Stromrichterwerk

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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
22x Vorlesung und 8x Excercise à 2 h = 60 h
22x Nachbereitung der VL à 1 h = 22 h
8x Vorbereitung der Excercise à 2h = 16 h
Vorbereitung zur Prüfung = 75 h
Prüfungszeit = 1 h
Summe = ca. 174 h (entspricht 6 LP)

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagender Leistungselektronik und der elektrischen Maschinen sind hilfreich, aber nicht zwingend erforderlich.

M 6.98 Module: Liberalised Power Markets [M-WIWI-105403]

Responsible: Prof. Dr. Wolf Fichtner
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	3

Mandatory			
T-WIWI-107043	Liberalised Power Markets	6 CR	Fichtner

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung.

Prerequisites
Siehe Coursesbeschreibung.

Competence Goal
Der/die Studierende besitzt weitgehende Kenntnisse im Bereich der neuen Anforderungen liberalisierter Energiemärkte.

Contents
1. Power markets in the past, now and in future
2. Designing liberalised power markets
2.1. Unbundling Dimensions of liberalised power markets
2.2. Central dispatch versus markets without central dispatch
2.3. The short-term market model
2.4. The long-term market model
2.5. Market flaws and market failure
2.6. Regulation in liberalised markets
3. The power (sub)markets
3.1 Day-ahead market
3.2 Intraday market
3.3 (Long-term) Forwards and futures markets
3.4 Emission rights market
3.5 Market for ancillary services
3.6 The “market” for renewable energies
3.7 Future market segments
4. Grid operation and congestion management
4.1. Grid operation
4.2. Congestion management
5. Market power
5.1. Defining market power
5.2. Indicators of market power
5.3. Reducing market power
6. Future market structures in the electricity value chain

Workload
Der Workload für dieses Modul beträgt ca. 180 Stunden (6 CR).

M 6.99 Module: Lichttechnik [M-ETIT-100485]

Responsible: Prof. Dr. Cornelius Neumann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100772	Lichttechnik	4 CR	Neumann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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 Excercisesanwendungen.

Contents
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 Contents abzuweichen.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload

1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 1 h = 15 h
3. Präsenzzeit Excercise: 15 * 2 = 30 h
4. Vor- und Nachbereitungszeit Excercise: 15 * 1 h = 15 h
5. Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger: 30 h

Insgesamt: 120 h = 4 LP

M 6.100 Module: Light and Display Engineering [M-ETIT-100512]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100644	Light and Display Engineering	4 CR	Kling

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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

Contents

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)

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
total 120 h, hereof 45 h contact hours (lecture and tutorial), and 75 h homework and self-studies

Recommendation
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 6.101 Module: Lighting Design - Theory and Applications [M-ETIT-100577]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100997	Lighting Design - Theory and Applications	3 CR	Kling

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
total 90 h, hereof 45 h contact hours (Seminar), and 45 h homework and self-studies

Recommendation
Hearing first M-ETIT-100512 - Light and Display Engineering lecture is beneficial.

Literatur

J. Livingstone: Designing With Light: The Art, Science and Praktikum 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 6.102 Module: Lokalisierung mobiler Agenten (24613) [M-INFO-100840]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-INFO-101377	Lokalisierung mobiler Agenten	6 CR	Hanebeck
T-INFO-114169	Lokalisierung mobiler Agenten Übung	0 CR	Hanebeck

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal

- Der/die Studierende versteht die Aufgabenstellung, konkrete Lösungsverfahren, und den erforderlichen mathematische Hintergrund
- Zusätzlich kennt der/die Studierende die theoretischen Grundlagen, die Unterscheidung der vier wesentlichen Lokalisierungsarten sowie die Stärken und Schwächen der vorgestellten Lokalisierungsverfahren. Hierzu werden zahlreiche Anwendungsbeispiele betrachtet.

Contents
In diesem Modul wird eine systematische Einführung in das Gebiet der Lokalisierungsverfahren gegeben. Zum erleichterten Einstieg gliedert sich das Modul in vier zentrale Themengebiete. Die Koppelnavigation behandelt die schritthaltende Positionsbestimmung eines Fahrzeugs aus dynamischen Parametern wie etwa Geschwindigkeit oder Lenkwinkel. Die Lokalisierung unter Zuhilfenahme von Messungen zu bekannten Landmarken ist Bestandteil der statischen Lokalisierung. Neben geschlossenen Lösungen für spezielle Messungen (Distanzen und Winkel), wird auch die Methode kleinster Quadrate zur Fusionierung beliebiger Messungen eingeführt. Die dynamische Lokalisierung behandelt die Kombination von Koppelnavigation und statischer Lokalisierung. Zentraler Bestandteil ist hier die Herleitung des Kalman-Filters, das in zahlreichen praktischen Anwendungen erfolgreich eingesetzt wird. Den Abschluss bildet die simultane Lokalisierung und Kartographierung (SLAM), welche eine Lokalisierung auch bei teilweise unbekannter Landmarkenlage gestattet.

Workload
Der Workload beträgt ca. 180 Stunden.

Recommendation
Siehe Course.

M 6.103 Module: Low Power Design (24672) [M-INFO-100807]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jörg Henkel
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-INFO-101344	Low Power Design	3 CR	Henkel

Type of Examination
See partial achievements (Course)

Prerequisites
See partial achievements (Course)

Competence Goal
Students are made aware of various low power design optimizations employed in state-of-the-art embedded devices. This involves optimization techniques that incorporate embedded machine learning algorithms to enhance system performance. At the end of the lecture, the students will be able to recognize the challenges involved in crafting efficient low power designs and how to tackle them.

Contents
The lecture provides an overview of design methods, synthesis tools, estimation models, software techniques, operating system strategies, scheduling algorithms, embedded machine learning methods, etc., with the aim of minimizing the power consumption of embedded devices without compromising their performance. Both the research-relevant and industry-prevalent topics at different level of abstractions (from circuit to system) are discussed in this lecture.

Workload
Attendance time: 30 hours (2 SWS × 15 weeks)

Self-study: 45 hours (1.5 × 2 SWS × 15 weeks)

Exam preparation: 15 hours

Total: 90 hours (3 ECTS)

M 6.104 Module: Machine Learning and Optimization in Communications [M-ETIT-104988]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	4

Mandatory			
T-ETIT-110123	Machine Learning and Optimization in Communications	4 CR	Schmalen

Type of Examination
Written examination of 120 minutes.

Prerequisites
Knowledge of basic engineering mathematics probability theory as well as basic knowledge of communications engineering (e.g. "M-ETIT-102103 – Nachrichtentechnik I" and "M-ETIT-102104 – Wahrscheinlichkeitstheorie").

Competence Goal
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.

Contents
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).

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written examination.

A bonus can be earned by successfully participating in the tutorial session. The exact criteria for awarding a bonus will be announced at the beginning ft he lecture period. If the grade in the exam is between 4.0 and 1.3, the bonus improves the grade by one grade (0.3 or 0.4). Bonus points do not expire and are retained for any examinations taken at a later date. The final assessment ft he bonus performance is carried out by the examiner and demonstrably documented.

Workload
- Vorlesung attendance: 15 * 2 h = 30 h
- On-Site time exercise: 15 * 1 h = 15 h
- Vorlesung 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

Recommendation
Knowledge from the modules "M-ETIT-100444 – Angewandte Informationstheorie" and "M-ETIT-105982 – Measurement Technology" is helpful.

M 6.105 Module: Machine Learning and Optimization in Energy Systems [M-WIWI-106604]

Responsible: Prof. Dr. Wolf Fichtner
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-WIWI-113073	Machine Learning and Optimization in Energy Systems	4 CR	Fichtner

Type of Examination
The assessment of this module is a written examination (60 min) or an oral exam (30 min) depending on the number of participants.

Prerequisites
None.

Competence Goal
Participants know about the most common optimization and machine learning approaches for the application in energy systems. They understand the basic principles of the methods and are able to apply them for solving important problems of future energy systems with high shares of renewable energy sources.

Contents
In the beginning, the essential transition of the energy system into a smart grid and the need for methods from the field of optimization and machine learning are explained. The course can be subdivided into an optimization part and a larger machine learning part. In the optimization part, the basics of optimization approaches that are used in energy systems are shown. Further, heuristic methods and approaches from the field of multiobjective optimization are introduced. In the machine learning part, the most important methods from the field of unsupervised learning, supervised learning and reinforcement learning are introduced and their application in future energy systems are investigated.

Amongst the considered applications are power plant dispatch, intelligent heating with heat pumps, charging strategies for electric vehicles, clustering of energy data for energy system models and electricity demand and renewable generation forecasting.

We also offer a voluntary computer exercise that deepens the understanding of the methods and applications covered in the lecture. The students will have the opportunity to solve problems from the energy domain by using optimization and machine learning approaches implemented in the programming language Python.

The course's general focus is on the application of the methods in the energy field and not on the mathematical details of the different approaches.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written or oral exam.

Workload
The total workload for this module is approximately 120 hours:

- Attendance: 30 hours
- Self-study: 45 hours
- Exam preparation: 55 hours

M 6.106 Module: Machine Vision (Sp-MV) [M-MACH-101923]

Responsible: Dr. Martin Lauer
Prof. Dr.-Ing. Christoph Stiller

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mess- und Regelungstechnik

Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
8	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-MACH-105223	Machine Vision	8 CR	Lauer, Stiller

Type of Examination
Art der Prüfung: schriftliche Prüfung
Duration der Prüfung: 60 Minuten

Prerequisites
none

Competence Goal
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 BildContentsen, 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.

Contents
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 Contents 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.

Workload
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 6.107 Module: Maschinelles Lernen 1 [M-WIWI-105003]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Johann Marius Zöllner
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-WIWI-106340	Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren	5 CR	Zöllner

Type of Examination
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 term angeboten und kann zu jedem ordentlichen Prüfungstermin wiederholt werden.

Prerequisites
none

Competence Goal

- 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.

Contents
Dieser Kurs führt die Studierenden in den sich schnell entwickelnden Bereich des maschinellen Lernens ein, indem er eine solide Grundlage vermittelt, welche die wichtigsten Konzepte und Techniken in diesem Gebiet umfasst. Die Studierenden werden sich mit verschiedenen Methoden des Supervised, Unsupervised und Reinforcement Learning befassen, sowie mit den dazugehörigen Modelltypen, die von einfachen linearen Klassifikatoren bis hin zu komplexeren Modellen, wie Deep Neural Networks reichen. Zu den Themen gehören die allgemeine Lerntheorie, Support Vector Machines, Decision Trees, Neural Networks, Convolutional Neural Networks, Recurrent Neural Networks, Unsupervised Learning, Reinforcement Learning und Bayesian Learning.

Der Kurs wird von einer entsprechenden Excercise begleitet, in welcher die Studierenden praktische Erfahrung sammeln, indem sie verschiedene Algorithmen des maschinellen Lernens implementieren und experimentieren, was ihnen hilft diese auf reale Problemstellungen anzuwenden.

Am Ende des Kurses werden die Studierenden eine solide Grundlage im Bereich des maschinellen Lernens erworben haben, die sie in die Lage versetzt, modernste Algorithmen zur Lösung komplexer Probleme anzuwenden, zu Forschungsarbeiten beizutragen und sich in fortgeschrittene Themen auf diesem Gebiet einzuarbeiten.

Workload
Gesamtaufwand bei 5 CRn: ca. 150 Stunden.

Literatur
Weiterführende Literatur

- Machine Learning - Tom Mitchell
- Deep Learning - Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville
- Pattern Recognition and Machine Learning - Christopher M. Bishop
- Artificial Intelligence: A Modern Approach - Peter Norvig and Stuart J. Russell
- Reinforcement Learning: An Introduction - Richard S. Sutton and Andrew G. Barto

Weitere (spezifische) Literatur zu einzelnen Themen wird in der Vorlesung angegeben.

M 6.108 Module: Maschinelles Lernen 2 [M-WIWI-105006]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Johann Marius Zöllner
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-WIWI-106341	Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren	5 CR	Zöllner

Type of Examination
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 term angeboten und kann zu jedem ordentlichen Prüfungstermin wiederholt werden.

Prerequisites
none

Competence Goal

- 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.

Contents
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 behandelt erweiterte und modernste Methoden des Maschinellen Lernens wie semi-überwachtes und aktives Lernen, tiefe Neuronale Netze (deep learning, CNNs, GANs, Diffusion Modelle, Transformer, Adversarial Attacks) und hierarchische Ansätze z.B. beim Reinforcement Learning. 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 (Fahrzeuge, Robotik, Neurorobotik, Bildverarbeitung etc.) vorgestellt und erläutert.

Workload
Gesamtaufwand bei 5 CRn: ca. 150 Stunden.

Literatur

- Deep Learning - Ian Goodfellow
- Artificial Intelligence: A Modern Approach - Peter Norvig and Stuart J. Russell
- Machine Learning - Tom Mitchell
- Pattern Recognition and Machine Learning - Christopher M. Bishop
- Reinforcement Learning: An Introduction - Richard S. Sutton and Andrew G. Barto
- Deep Learning - Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville

M 6.109 Module: Master's Thesis [M-ETIT-107191]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Master‘s Thesis (Masterarbeit)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
30	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-114213	Master's Thesis	30 CR	Hiller

Type of Examination
The Master's Thesis module has 30 credits. It consists of the Master's Thesis and a presentation. The presentation must be carried out within the processing time in accordance with SPO Section §14(4).

Prerequisites
According to SPO Section §14(1) the prerequisite for admission to the Master's Thesis module is that the student has successfully completed module examinations totaling 75 credits.

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. In den folgenden Bereichen müssen in Summe mindestens 75 CR erbracht worden sein:
   - Electives (Wahlbereich)
   - Field of Specialization (Vertiefungsrichtung)
   - Interdisciplinary Qualifications (Überfachliche Qualifikationen)

Competence Goal
After successful completion of the module, students are able to work independently on a challenging task in the field of electrical engineering or information technology within a given period of time using scientific methods and in compliance with the rules of good scientific practice under guidance and by applying the theoretical and methodological knowledge acquired in the Master's program. Students are able to do research, analyze and abstract the information and to compile and recognize basic principles and laws from less structured information. Students are able to get an overview of a problem, select complex scientific methods and procedures and use them to find solutions or show further potentials. In principle, this also takes into account social and/or ethical aspects.

The students are able to interpret and evaluate their results. They are also able to document their results in a clearly structured, written elaboration using the appropriate technical terminology. Furthermore, students are able to present and defend their results in front of a scientific audience. They have also deepened their problem-solving skills and their competence in transferring the theoretical and methodological knowledge of electrical engineering and information technology into concrete applications.

In addition to the subject-related qualification goals, the students also gain knowledge and experience in the areas of project management as well as self and time management. This also includes knowledge and methods of various presentation techniques.

Contents
The students work independently and with scientific methods on a research topic agreed with the subject examiner, which deals with a problem from the area of the Master's program in Electrical Engineering and Information Technology.

Module grade calculation
The Master's Thesis is examined by at least one university professor of the KIT Department of Electrical Engineering and Information Technology or a habilitated member of the KIT Department and another examiner (SPO Section §14(7)). As a rule, one of the examiners is Person who has awarded the work in accordance with SPO Section §14(2). If the assessment of these two people does not match, the examination board determines the grade of the Master's Thesis in the context of the assessment of these two persons; additionally it can order another reviewer The assessment must be completed within eight weeks of the submission of the Master's Thesis respectively. SPO Section §14 regulates further details.

The module grade consists of the Master's Thesis and a presentation (SPO §14(1a)).

M 6.110 Module: Measurement Technology [M-ETIT-105982]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-112147	Measurement Technology	5 CR	Heizmann

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
M-ETIT-102652 - Messtechnik (German version) must not have started.

Competence Goal

- Students have a sound knowledge of the theoretical foundations of measurement technology, including modeling of measurement systems, consideration of nonlinearities, stochastic deviations and stochastic signals, acquisition of analog signals, and frequency and rotational speed measurement.
- Students are proficient in the approaches to measurement system design in terms of model assumptions, methods, and achievable results.
- Students are able to analyze and formally describe measurement technology tasks, synthesize possible solutions for measurement systems and assess the properties of the solution obtained.

Contents
The module deals with the formal, methodical and mathematical fundamentals for the analysis and design of measurement systems. Focal points of the course are

- Measurement systems and deviations (including scales, the SI systems, modeling of measurement systems)
- Curve fitting (approximation, interpolation)
- Stationary behavior of measurement systems (characteristic curve, errors of the characteristic curve, nonlinearities, adjustment)
- Stochastic measurement errors (probabilistic analysis, samples, statistical test methods, statistic process control, error propagation)
- Stochastic processes (correlational measurements, spectral description of stochastic signals, system identification, matched filter, Wiener filter)
- Digitization of analog signals (sampling, quantization, analog-digital converters, digital-analog converters)
- Frequency and rotational speed measurement (generalized frequency concept, digital speed measurement, detection of direction)

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written examination.

Annotations
In the module a lecture, an exercise and an examination are offered.

Workload
The workload includes:

1. attendance in lectures and exercises: 34 h
2. preparation / follow-up of lectures and exercises: 51 h
3. preparation of and attendance in examination: 65 h

total: 150 h = 5 CR

Recommendation
Basic knowledge in the fields of “Probability Theory” as well as “Signals and Systems” is helpful.

M 6.111 Module: Mechatronik-Praktikum [M-MACH-102699]

Responsible: Prof. Dr. Veit Hagenmeyer
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Seemann
Prof. Dr.-Ing. Christoph Stiller

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Automation und angewandte Informatik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mess- und Regelungstechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Technische Mechanik

Part of: Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	pass/fail	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-MACH-105370	Mechatronik-Praktikum	4 CR	Hagenmeyer, Stiller

Type of Examination
Das Praktikum wird ausschließlich als unbenotete Studienleistung angeboten. Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form eines Gruppenkolloquiums zu Beginn der einzelnen Vertiefungsphasen (Teil 1). Zusätzlich muss in der Gruppenphase (Teil 2) eine Robotersteuerung für eine Pick-and-Place Aufgabe erfolgreich realisiert werden.

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden sind in der Lage, das Wissen aus der Vertiefungsrichtung Mechatronik und Mikrosystemtechnik an einem exemplarischen mechatronischen System, einem Handhabungssystem, praktisch umzusetzen. Die Studierenden können eine automatisierte Objekterkennung erstellen, kinematische Systeme berechnen und eine Kommunikation zwischen verschiedenen Systemen (PC, CAN, USB) realisieren.

Weiterhin können die Studierenden die einzelnen Teile eines Manipulators in Teamarbeit zu einem funktionierenden Gesamtsystem integrieren.

Contents
Teil I
Steuerung, Programmierung und Simulation von Robotersystemen
CAN-Bus Kommunikation
Bildverarbeitung
Dynamische Simulation von Robotern in ADAMS

Teil II
In einer Gruppenarbeit muss ein kinematisches System programmiert werden, sodass es in der Lage ist vollautomatisiert Objekte zu erkennen und zu greifen.

Module grade calculation
Das Modul ist unbenotet. Das bestehen des Moduls ist zu 100% an die Studienleistung der Course geknüpft.

Workload

1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 6 h = 90h

Insgesamt: 120h = 4 LP

Lehr- und Lernformen
Seminar

M 6.112 Module: Medical Image Processing for Guidance and Navigation [M-ETIT-106672]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Maria Francesca Spadea
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
9	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-113425	Medical Image Processing for Guidance and Navigation	9 CR	Spadea

Type of Examination
The examination takes place within the framework of an oral overall examination of approx. 30 minutes about the lecture including a presentation and discussion of the project developed during the course. The overall impression is rated.

Prerequisites
none

Competence Goal

- The students will be able to analyze, structure and formally describe problems in the field of image guided surgery and therapy.
- The students can apply the methods form medical image processing, surgical navigation, augmented reality for surgery and therapy, medical data science.
- The student will be able to communicate in English technical language.
- The students are able to perform calculations and use the necessary tools for this in a methodologically appropriate way.
- The students are able to critically evaluate them

Contents

- This module is designed to provide students with the theoretical and practical aspects of image guidance for minimally invasive surgery and therapy
- This module gives an overview about current status of technology in operation rooms (OR) and advanced radiotherapy bunkers
- Furthermore, this module gives knowledge about image process for quantitative information extraction
- Table of contents
    - Introduction to the course: minimally invasive surgery and medical data science
    - Git introduction
    - Image characteristics
    - Basic point, histogram and masked based operations
    - Similarity metrics, projections
    - Planning imaging, Dicom format, pre processing pipeline
    - Case study: planning in radiotherapy
    - Path planning
    - Pixel based image segmentation: manual segmentation, threshold, region growing
    - Convolution based segmentation: edge detection, morphological filters
    - Case study: neurosurgery and tractography
    - Image registration
    - Atlas based segmentation: SABS, MABS, atlas selection
    - Rendering and computer graphics
    - In room imaging technology
    - Reference system, notation and transformation
    - Localizing systems, tracking and calibration
    - Case study: patient monitoring in radiotherapy, adaptive treatments
    - Lab demonstration
    - Point based registration
    - Surface registration
    - Image features and descriptors (example with SIFT SURF)
    - Radiomics Features
    - Deep Learning in image processing
    - The role of deep learning in radiotherapy
    - Augmentet reality

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

A bonus can be earned for submitting homework that will be provided during the lecture time.

The exact criteria for awarding a bonus will be announced at the beginning of the lecture period. If the grade in the oral exam is between 4.0 and 1.3, the bonus improves the grade by 0.3 or 0.4.

Bonus points do not expire and are retained for any examinations taken at a later date.

Annotations
The course is limited to a number of 30 participants due to capacity reasons. If necessary, a selection procedure will be carried out. Places will be allocated taking into account the students' study program (students of “Biomedical Engineering” specialization will be preferred, students from Computer Science Program and interest in medical applications will be preferred) and academic progress. Details will be announced on the lecture website.

Workload
The workload includes:

1. attendance in lectures and exercises: 15*6 h = 90 h
2. preparation / follow-up: 15*8 h = 120 h
3. preparation of and attendance in examination: 60 h

A total of 270 h = 9 CR

Recommendation

- Basic knowledge in the field of medical imaging;
- Knowledge of basic programming concept;
- Familiarity with Linux environment;
- Basic knowledge of linear algebra (transformations);
- Attitude towards teamwork and code management in Git;
- It is recommended to have access to a personal computer or desktop

Lehr- und Lernformen
Vorlesungen in “Medical Image Processing” (3 SWS), Seminars in “In room imaging modalities” (1 SWS), Tutorials/ Demostrations in Medical image processing and navigation (2 SWS)

M 6.113 Module: Medical Imaging Technology [M-ETIT-106778]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Maria Francesca Spadea
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules) (EV bis 31.03.2026)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113625	Medical Imaging Technology	6 CR	Spadea

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
For each imaging modality students will be able to:

- identify required energy source;
- analyze the interactions between the form of energy and biological tissue distinguishing desired signal from noise contribution;
- critically interpret the image content to derive knowledge
- evaluate image quality and implementing strategies to improve it.

Moreover, the students will be able to communicate in technical and clinical English languange.

Contents

- Basic knowledge of mathematical and physical principles of medical imaging formation, including X-ray based modalities, nuclear medicine imaging, magnetic resonance imaging and ultrasound
- Components of medical imaging devices.
- Assessment of image quality in terms of signal-to-noise-ratio, presence of artifact, spatial, Spectral and temporal resolution
- Safety and protection for patients and workers.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

A bonus can be earned for voluntary tasks such as:

- presentation and discussion of a specific topic,
- participation to writing the lecture minutes
- implementation of educational tools

The exact criteria for awarding a bonus will be announced at the beginning of the lecture period. If the grade in the oral exam is between 4.0 and 1.3, the bonus improves the grade by 0.3 or 0.4.

Bonus points do not expire and are retained for any examinations taken at a later date.

Workload

1. attendance in lectures an exercises: 15*4 h = 60 h
2. preparation / follow-up: 15*6 h = 90 h
3. preparation of and attendance in examination: 30 h

A total of 180 h = 6 CR

Recommendation
Basic knowledge in the field of physics and signal processing is helpful.

M 6.114 Module: Medical Imaging Technology II [M-ETIT-106670]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Maria Francesca Spadea
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules) (EV bis 30.09.2025)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113421	Medical Imaging Technology II	3 CR	Spadea

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 90 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
For each imaging modality students will be able to:

- identify required energy source;
- analyze the interactions between the form of energy and biological tissue
- distinguishing desired signal from noise contribution;
- critically interpret the image content to derive knowledge
- evaluate image quality and implementing strategies to improve it.

Moreover, the student will be able to communicate in technical and clinical English language.

Contents

- the basic knowledge of mathematical and physical principles of medical imaging formation, including nuclear medicine imaging and magnetic resonance imaging.
- the component of medical imaging devices.
- assessment of image quality in terms of signal-to-noise-ratio, presence of artifact, spatial, spectral and temporal resolution
- safety and protection for patients and workers.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Workload

- attendance in class: 15*2h = 30h
- preparation / follow-up: 15*2h = 30h
- exam preparation / attendance: 30h = 90h

A total of 90h = 3 CR

Recommendation

- Basic knowledge in the field of physics and signal processing is helpful.
- The contents of the module "Medical Imaging Technology I" are recommended.

M 6.115 Module: Medizinische Messtechnik [M-ETIT-106679]

Responsible: Prof. Dr. Werner Nahm
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules) (EV bis 30.09.2025)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113607	Medizinische Messtechnik	6 CR	Nahm

Type of Examination
Die Erfolgskotrolle besteht aus einer schriftlichen Klausur im Umfang von 120 Minuten und 120 Punkten.

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden haben medizinische Fragestellungen analysiert und messtechnische Aufgabenstellungen identifiziert.

Sie haben eine geeignete Kombination aus analoger Schaltungstechnik, sowie digitaler Signalverarbeitung vorgeschlagen und zur 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.

Nachhaltigkeits-Kompetenzziel: Die Studierenden haben ihren Lernprozess aktiv mitgestaltet.

Contents
Die Vorlesung spannt anhand ausgewählter Beispiele den Bogen von den medizinischen Anforderungen über die messtechnische Aufgabenstellung und der technischen Realisierung zurück zur Anwendung. Dabei werden die technischen Lösungen auf den Ebenen Messprinzip, Messmethode, Messverfahren und Messystem betrachtet.

Folgende Messmethoden / Messsysteme werden behandelt:

- Thermometrie
- Blutdruckmessung (invasiv, nichtinvasiv, kontinuierlich, diskontinuierlich)
- Pulsoximetrie
- EKG
- Tonometrie
- Audiologische Messverfahren (Audiometrie, Tympanometrie, Otoakustische Emissionen)
- EMG
- EEG (spontan, evoziert)
- CTG
- Bioimpedanzanalyse
- HZV-Messung (Fick’sches Prinzip, Indikatorvefahren, US-Verfahren
- Spiroergometrie

Die fachlichen Schwerpunkte liegen dabei auf:

- Quellen der Biosignale
- Sensorik
- Physikalische Messtechnik
- Analoge Signalwandlung, Verstärkung und Filterung
- Einfluss von Störgrößen, Abschätzung von Messfehlern
- Analog-Digitalwandlung, digitale Signalverarbeitung, User-Interface
- Patientensicherheit / elektrische Sicherheit
- Standards und Normen

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Es können Bonuspunkte für einen studentischen Beitrag zur Vorlesung vergeben werden.

- Der studentische Beitrag besteht aus der Formulierung von Lernzielen und Fragen zur Lernzielkontrolle zu den Vorlesungseinheiten. Die entsprechenden Vorlesungseinheiten werden im ILIAS zur Auswahl gestellt.
- Die Studierenden erstellen die studentischen Beiträge in Kleingruppen. Sie stellen den Beitrag in Form einer Powerpoint-Präsentation zum vorgegebenen Abgabezeitpunkt im ILIAS ein.
- Die Präsentation wird vom Dozenten oder Vorlesungsbetreuer gegebenenfalls korrigiert und freigegeben.
- Der Beitrag wir von der Gruppe in der folgenden Vorlesungseinheit innerhalb des vorgegebenen Zeitraums präsentiert und mit dem Plenum diskutiert. Gegebenenfalls nimmt die präsentierende Gruppe das Feedback auf und erstellt eine überarbeitete Vision. Die finale Version des Beitrags wird allen Vorlesungsteilnehmenden im ILIAS zur Prüfungsvorbereitung zur Verfügung gestellt.
- Die Bonuspunkte werden vom Dozenten anhand der schriftlichen Ausarbeitung und der Präsentation im Plenum vergeben.
- Jeder Teilnehmende kann maximal 6 Bonuspunkte erwerben. Bonuspunkte können nur einmal erworben werden.
- Die Teilnahme an den studentischen Beiträgen ist freiwillig.

Die Anrechnung der Bonuspunkte erfolgt folgendermaßen:

- Für die bestandene Bonusaufgabe können maximal 6 Punkte auf das Klausurergebnis gutgeschrieben werden.
- Die Note kann damit maximal um einen Notenschritt verbessert werden.
- Die Gesamtpunktzahl bleibt dabei auf 120 Punkte beschränkt. Die Bonuspunkte finden nur bei bestandener Prüfung Berücksichtigung. Bonuspunkte verfallen nicht und bleiben für eventuell zu einem späteren Zeitpunkt absolvierte Prüfungsleistungen erhalten.

Workload

- On-Site in der Vorlesung: 2*15*2h = 60h
- Vorbereitung / Nachbearbeitung: 2*15*2h = 60h
- Vorbereitung und Teilnahme an der Prüfung: 2*30h = 60h

insgesamt 180h = 6 LP

Recommendation
Benötigt werden:

- Grundlagen in Physiologie und Anatomie (z.B. Contentse des Moduls "Physiologie und Anatomie für die Medizintechnik")
- Vorkenntnisse analoger Schaltungstechnik (z.B. Contentse des Moduls "Lineare elektrische Netze") und in digitaler Signalverarbeitung

M 6.116 Module: Microenergy Technologies [M-MACH-102714]

Responsible: Prof. Dr. Manfred Kohl
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-MACH-105557	Microenergy Technologies	4 CR	Kohl, Xu

Type of Examination
Mündliche Prüfung: 45 min

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden können:

- die Prinzipien zur Energiewandlung beschreiben und an einem Beispiel verdeutlichen
- die zugrundeliegenden thermodynamischen und materialwissenschaftlichen Grundlagen erklären
- Aufbau, Herstellung und Funktion der behandelten Bauelemente beschreiben
- wichtige Kenngrößen berechnen (Zeitkonstanten, Leistung, Wirkungsgrad, etc.)
- anhand von Anforderungsprofilen ein Layout erstellen

Contents
- Physikalische Grundlagen der Prinzipien zur Energiewandlung
- Layout und Designoptimierung
- Technologien
- ausgewählte Bauelemente
- Anwendungen

Die Vorlesung beContentset unter anderem folgende Themen:

- Mikro-Energy Harvesting von Schwingungen durch Nutzung verschiedener Wandlungsprinzipien (Piezo-, elektrostatisch, elektromagnetisch, etc.)
- Thermoelektrische Energierzeugung
- Neuartige thermische Wandlungsprinzipien (thermomagnetisch, pyroelektrisch)
- Mikrotechnische Solarbauelemente
- HF Energie-Harvesting
- Miniatur-Wärmepumpen
- Festkörperbasierte Kühlverfahren (Magneto-, Elektro-, Mechanokalorik)
- Leistungsmanagement
- Energiespeicher-Technologien (Mikrobatterien, Superkondensatoren, Brennstoffzellen)

Module grade calculation
Module grade calculation: Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 1,5 h = 22,5 h
Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 5,5 h = 82,5 h
Prüfungsvorbereitung und Prüfung: 15 h
Insgesamt: 120 h = 4 LP

Literatur
- Folienskript „Micro Energy Technologies“
- Stephen Beeby, Neil White, Energy Harvesting for Autonomous Systems, Artech House, 2010
- Shashank Priya, Daniel J. Inman, Energy Harvesting Technologies, Springer, 2009

M 6.117 Module: Microwave Engineering Lab [M-ETIT-106973]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Lab Course)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113938	Microwave Engineering Lab	6 CR	Zwick

Type of Examination
In preparation for the laboratory experiments, each laboratory group must work together on a number of tasks as homework before the experiment and submit a single copy to the supervisor immediately before the start of the experiment. The tasks for the experiment itself are completed and recorded during the experiment. The protocol should be handed in to the supervisor immediately after the experiment. Before each experiment is carried out, there is a written or oral examination (approx. 20 minutes, no aids) on the content of the experiment.

Prerequisites
none

Competence Goal
Students will have in-depth knowledge of high-frequency components and systems as well as the functionality of the most important high-frequency measuring devices (network analyzer, spectrum analyzer, noise measurement, power measurement, oscilloscope, antenna measurement). They are also familiar with the use of high-frequency measuring devices and components. They are able to independently select and operate measuring devices based on specific applications and interpret the measurement results. Furthermore, they are able to work together in a self-organized team.

Contents
Under the motto: “Practical relevance through state-of-the-art equipment and current problems”, students are offered a modern and technically sophisticated high-frequency laboratory at Master's level. The aim of the experiments is to deepen the theory taught in the lectures in a practical way and to train the handling of high-frequency measuring devices and HF components. In groups of 2-4 students, various experiments are carried out and recorded over 8 afternoons. The order and topics of the experiments may vary.

Module grade calculation
The grade for the experiments is made up of the preparation, the protocol and the written or oral assessment of the learning objectives for each experiment. The final grade for the entire laboratory results from the overall impression of the performance. Students who appear unprepared for the respective experiment may not take part in the experiment. The experiment must be repeated at another time.

Workload
The workload includes:

- attendance study time laboratory: 45 h
- test preparation protocols, test preparation: 135 h

A total of 180 h = 6 LP

Recommendation
Knowledge of microwave measurement technology and RF components and systems is helpful.

M 6.118 Module: Mikroaktorik [M-MACH-100487]

Responsible: Prof. Dr. Manfred Kohl
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-MACH-101910	Mikroaktorik	4 CR	Kohl

Type of Examination
Schriftliche Prüfung: Klausur 60 min

Prerequisites
none

Competence Goal
- 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

Contents
- Materialwissenschaftliche Grundlagen der Aktorprinzipien
- Layout und Designoptimierung
- Herstellungsverfahren
- ausgewählte Entwicklungsbeispiele
- Anwendungen

Contentssverzeichnis:

Die Vorlesung beContentset 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

Workload
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 6.119 Module: Mikrosystemtechnik [M-ETIT-100454]

Responsible: Prof. Dr. Wilhelm Stork
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100752	Mikrosystemtechnik	3 CR	Stork

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 18 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 24 h
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: 25h

M 6.120 Module: Mikrowellenmesstechnik [M-ETIT-100424]

Responsible: Dr.-Ing. Mario Pauli
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	4

Mandatory			
T-ETIT-100733	Mikrowellenmesstechnik	4 CR	Zwick

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen:

On-Sitestudienzeit Vorlesung/Excercise: 45 h

Selbststudienzeit inkl. Prüfungsvorbereitung: 75 h

Insgesamt 120 h = 4 LP

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

M 6.121 Module: Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen [M-ETIT-101968]

Responsible: Dr.-Ing. Stefan Wünsch
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-108389	Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen	4 CR	Wünsch

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 20 Minuten statt.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Annotations
Evtl. kein Angebot im WiSe 24/25. Entscheidung fällt Ende September. Bitte online Informieren: https://campus.studium.kit.edu/search.php#!campus/all/abstractModuleView.asp?gguid=0x765D7337BD54E24594475ADD466500B5

Workload
Der Workload in Stunden ist nachfolgend aufgeschlüsselt:

1. Präsenzzeit in Vorlesungen im Winterterm 18 h
2. Präsenzzeit in Excercise zu Vorlesung 9 h
3. Vor-/Nachbereitung von VL und Excercise 36 h
4. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger 57 h

M 6.122 Module: Mixed-Signal IC Design [M-ETIT-105893]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111845	Mixed-Signal IC Design	3 CR	Ulusoy

Type of Examination
The success criteria will be determined by an oral examination (30 min.)

Prerequisites
none

Competence Goal
- The students acquire the competencies to mixed-signal advanced microelectronics integrated circuits.

- They have a good understanding of circuit design with linear circuits and "switched-capacitor" circuit techniques.

- They can design a sample-and-hold and track-and-hold circuits and discuss how it can improve an A/D converter's performance.

- They can design an A/D or D/A converter to a given performance specification, choosing an overall architecture, number of stages and internal precision.

- They can design phase lock loop (PLL) circuits, including design details and benefits and disadvantages of each type.

- They are familiar with time-to-digital converters and applications.

- They are familiar with the design of low-power circuits.

- They are able to develop test procedures, test structures and test patterns (ATPG - Automatic Test Pattern Generation) for ASICs.

- They have the basic understanding of the printed circuit board design practices, die-attached and high-density interconnection technology in order to connect the final ASIC to other chips and measurement equipment.

Contents
This course covers fundamentals of data converters, Nyquist-rate converters, discrete-time signal processing, central concept of oversampling and noise-shaping, and delta-sigma modulators, phasedlocked loops, assembly and testing procedures of such mixed-signal ICs. Intended for engineers working with digital and analog signals, seeking to learn more about mixed-signal (analog plus digital) circuit design, analysis, and application.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral examination.

Workload
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)
3. Preparation to the lectures (15*2=30h)
4. Preparation to the oral exam (25h)
Total: 85h

Recommendation
Basic knowledge on analog and digital circuits are recommended.

Literatur
1. CMOS Analog Integrated Circuits; Razavi; McGraw-Hill Education
2. Principles of Data Conversion System Design; Razavi; Wiley-IEEE Press
3. Time-to-Digital Converters; Stephan Henzler; Springer Series in Advanced Microelectronics
4. VLSI Technology; Sze; McGraw-Hill

M 6.123 Module: MMIC Design Laboratory [M-ETIT-105464]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Lab Course)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111006	MMIC Design Laboratory	6 CR	Ulusoy

Type of Examination
The written report and the oral presentation are used to mark the course. The overall impression is assessed.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The written report and the oral presentation are used to mark the course. The overall impression is assessed.

Workload
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

Recommendation
Radio-Frequency Integrated Circuits and Systems, Modern Radio Systems Engineering, Microwave Engineering, Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields

M 6.124 Module: Mobile Communications [M-ETIT-105971]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Peter Rost
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-112127	Mobile Communications	4 CR	Rost

Type of Examination
The success control takes place in the form of an oral examination lasting 25 minutes. Before the examination, there is a preparation phase of 15 minutes in which preparatory tasks are solved.

Prerequisites
none

Competence Goal
Students are enabled to analyze and assess functionalities of mobile communication systems. They learn how to apply and implement fundamental methods of the lecture “Communications Engineering I” in mobile radio networks. Furthermore, students will be enabled to understand requirements and limitations of mobile applications.

Contents
At the beginning, this course describes exemplary applications of mobile communications and elaborates on resulting requirements. Based on a solid understanding of those requirements, selected approaches and techniques will be presented that are solving the respective challenges in mobile communication systems. To this end, algorithms as well as system architectures are discussed in order to acquire solid knowledge on the radio network, the core network and the integration with applications and services.

Module grade calculation
Grade of the module corresponds to the grade of the oral exam.

Workload

1. Attendance time in lectures: 15 * 2 h = 30 h
2. Preparation and follow-up of lectures: 15 * 2 h = 30 h
3. Attendance time in excercises: 15 * 1 h = 15 h
4. Preparation and follow-up of excercises: 15 * 1 h = 15 h
5. Preparation for the oral exam: 30 h

In total: 120 h = 4 LP

Recommendation
Knowledge of basic engineering as well as basic knowledge of communications engineering and Previous attendance of the lecture "Communication Engineering I" is recommended. Sound English language skills are required.

M 6.125 Module: Mobile Communications II [M-ETIT-106244]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Peter Rost
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-112679	Mobile Communications II	3 CR	Rost

Type of Examination
The success control takes place in the form of an oral examination lasting 25 minutes. Before the examination, there is a preparation phase of 15 minutes in which preparatory tasks are solved.

Prerequisites
Basic knowledge of communications engineering. For this purpose previous attendance of the modules "M-ETIT-102103 - Communication Engineering I" and “M-ETIT-105971 - Mobile Communications” is strongly recommended.

Competence Goal
Students are able to analyze and assess functionalities of mobile communication systems. They know how to apply and implement fundamental methods of the lecture “Communications Engineering” in mobile radio networks. Furthermore, students are able to understand requirements and limitations of mobile applications.

This lecture complements the contents of the lecture "Mobile Communications", which mainly deals with aspects of communications access networks. Building on this, the focus of this lecture is on mobile communication architectures, core networks, and specific application scenarios and relevant technologies.

Contents
The subject of the lecture is to first introduce a basic mobile communication system architecture including core network and the integration into applications. Based on this, specific core network functions are explained in detail, e.g. user administration, security, quality of service. Finally, specific applications are introduced and it is explained how mobile communication services are integrated in, e.g. industrial networks, connected cars, wide-area IoT applications.

Module grade calculation
Grade of the module corresponds to the grade of the oral exam.

Workload

1. Attendance to the lecture: 15 * 2 h = 30 h
2. Preparation and review: 15 * 2 h = 30 h
3. Preparation for the exam: included in preparation and review = 30 h

In total: 90 h = 3 LP

M 6.126 Module: Mobile Communications Workshop [M-ETIT-106456]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Peter Rost
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113063	Mobile Communications Workshop	4 CR	Rost

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art und erfolgt in Form von Berichten zu den einzelnen durchgeführten Versuchen. Die Berichte werden als Gesamtes bewertet.

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden sind in der Lage nachrichtentechnische Protokolle und Systeme nachzuvollziehen. Sie sind in der Lage, den Aufbau und die Funktionsweise von Mobilfunksystemen mit Hilfe einfacher Versuchsanordnung zu verstehen. Hierbei werden Absolventen in die Lage versetzt, Anforderungen und Entwurfsprinzipien von Mobilfunksystemen zu begreifen.

Contents
Das Praktikum besteht aus insgesamt 5 Versuchen:

- Aufbau einer Mobilfunkverbindung mit Hilfe eines Mobilfunkmodems und Kontrollbefehlen von einem angeschlossenen Computer. Beobachten des Verhaltens des Modems in unterschiedlichen Konfigurationen.
- Messen und Aufzeichnen von typischen Merkmalen einer Mobilfunkverbindung, z.B. Empfangsleistung.
- Erstellen und Analyse einer Karte, welche die Empfangsleistung in einem begrenzten Gebiet zeigt.
- Vergleich und Synthese unterschiedlicher Karten, um unterschiedliche Messwerte auf verschiedenen Frequenzbänder und unterschiedlichen Setups zu verstehen.
- Erstellen eines Machine Learning Algorithmus, um die erhaltenen Messwerte zur Prädiktion von Empfangsparameters zu nutzen. Dieser Teil wird in einen Teil für die Erstellung des Algorithmus und für die Durchführung von Experimenten zur Bewertung der Leistungsfähigkeit aufgeteilt.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Gesamtnote der einzelnen Berichte (es werden keine individuellen Noten für die Einzelberichte gegeben).

Annotations
Es besteht Anwesenheitspflicht bei allen Laboren und der Einführungsveranstaltung. Die Anwesenheitspflicht ist sowohl für die Durchführung der Arbeit im Team vor Ort als auch für die praktische Vermittlung von Techniken und Fertigkeiten notwendig, die im reinen Selbststudium nicht erlernt werden können.

Workload

1. Präsenzzeit Praktikum: 6 * 3 h = 18 h
2. Vorbereitung der Termine: 6 * 6 h = 36 h
3. Durchführung der Experimente: 6 * 6 h = 36 h
4. Nachbereitung und Erstellung Bericht: 6 * 6 h = 36 h

Insgesamt: 126 h = 4 LP

Recommendation
Grundlagenwissen über Nachrichtentechnik. Vorheriger Besuch der Vorlesung „Nachrichtentechnik I“ und „Mobile Communications I“ wird dringend empfohlen. Solide Englishkenntnisse sind von Vorteil.

M 6.127 Module: Modellbildung elektrochemischer Systeme [M-ETIT-100508]

Responsible: Dr.-Ing. Andre Weber
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	1	1

Mandatory			
T-ETIT-100781	Modellbildung elektrochemischer Systeme	3 CR	Weber

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
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

Recommendation
Die Contentse 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 6.128 Module: Modern Radio Systems Engineering [M-ETIT-100427]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100735	Modern Radio Systems Engineering	6 CR	Zwick

Type of Examination
The success control takes place in the form of an oral examination of approx. 20 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
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 wave propagation.

Contents
The course gives a general overview of radio transmission systems and their components including the radio channel and wave propagation. A brief repetition of microwave basics is also included. 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.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral examination.

Workload
The workload includes:

- Attendance study time lecture: 45 h
- Attendance study time computer exercise SystemVue ESL Design Software / MATLAB: 15 h
- Self-study time including exam preparation: 120 h

A total of 180 h

Recommendation
Knowledge of the basics of radio frequency technology and communications technology is recommended.

M 6.129 Module: Modern VLSI Technologies [M-ETIT-106921]

Responsible: Prof. Dr. Jasmin Aghassi-Hagmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113864	Modern VLSI Technologies	6 CR	Aghassi-Hagmann

Type of Examination
Success control takes place in form of an oral examination with a duration of approx. 20 minutes. Exercises have to be sucessfully completed before the exam is taken. Further details will be provided at the beginning of the course.

Prerequisites
none

Competence Goal

- The students will gain distinct knowledge in the field of modern CMOS technologies (FinFETs, High-k Gate-Stacks, Below 20nm nodes, Nanosheets).
- They will gain a good understanding of device physics and how to apply the most important design rules to design physical layouts of components and simple circuits.
- The students will be able to compare the functionality (current, performance, noise) of electrically characterized components with simulated devices, while assessing advantages and disadvantages.
- Students will learn to compare different technologies and to perform technology assessments based on benchmark circuit analyses. Understanding of critical paths in circuits for power-performance assessments.

Contents
The lecture introduces CMOS technology with the latest technological innovations (high-k materials, gate-last processes, stress engineering, FinFETs, Gate all around FETs, nanosheets, etc.). A detailed understanding of interactions between novel materials, device architectures, and the functionality of basic components will be studied. In addition to physical and circuit properties (variations, self-heating, noise, performance), so-called layout effects, which play a crucial role in advanced CMOS are introduced. Special emphasis is put on the respresentation of technologies in design systems (electronic design automation) as well as SPICE simulations according to the BSIM (Berkeley Simulation Transistor Models) and PSP (Advanced Surface-Potential-Based MOSFET Model) standards. In addition, the use of industrial software (PDKs) for electrical simulation and circuit design will be introduced and practiced in the Excercises. Finally, highly integrated low power systems and their special requirements, wiring concepts and variation modeling are explained.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
The workload includes:

1. Attendance time in laboratory (15h*2=30h)
2. Attendance time in lectures (15h*2=30h)
3. Preparation/follow-up, lecture and exercises (15h*(2+2)=60h)
4. Preparation, written exercises and oral exam (60h)

Total: 180h

Recommendation
Previous knowledge from the lectures "Festkörperelektronik und Bauelemente" and "Elektronische Schaltungen" is recommended.

M 6.130 Module: Mustererkennung (24675) [M-INFO-100825]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-INFO-101362	Mustererkennung	6 CR	Beyerer, Zander

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal

- 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.

Contents
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

Workload
Gesamt: ca. 180h, davon

Präsenzzeit Vorlesung 31h
Vor-Nachbereitung 40h
Präsenzzeit Excercise 10h
Vorbereitung, Lösung der Excercisesaufgaben, Nachbereitung 40h
Klausurvorbereitung und On-Site 59h

Recommendation
Siehe Course.

M 6.131 Module: Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II [M-ETIT-105274]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules) (EV bis 30.09.2025)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-110697	Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II	4 CR	Jäkel, Schmalen

Type of Examination
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

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Module grade calculation

The module grade is the grade of the written exam

Annotations
Bitte beachten Sie: Die deutschsprachige Lehrveranstaltung "Nachrichtentechnik II" findet Each summer term statt und die englische Version "Communications Engineering II" findet Each winter term statt.

Das Modul wird zukünftig in eine englischsprachige Master- (ab WiSe25/26: Advanced Communications Engineering) und eine deutschsprachige Bachelorveranstaltung (ab SoSe25: Nachrichtensysteme II) geteilt werden. Beide werden je 6 LP umfassen.

Das alte Prüfungsformat kann letztmalig im Erstversuch im SoSe 25 abgelegt werden. Die letzten Zweitversuche im WiSe 25/26.

Annotations

Please note: The course "Nachrichtentechnik II" (in German) takes place every summer term and the English version "Communications Engineering II" takes place every winter term.

In the future, the module will be divided into an English Master's course (from winter term 25/26: Avanced Communications Engineering) and a German Bachelor's course (from summer term 2025: Nachrichtensysteme II). Both will comprise 6 CP each.

The old examination format can be taken for the last time in the first attempt in summer term 2025. The last second attempts in WiSe 25/26.

Workload
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 15 * 4 h = 60 h
3. Präsenzzeit Excercise: 15 * 1 h = 15 h
4. Vor-/Nachbereitung Excercise: 15 * 2 h = 30 h
5. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: in Vor-/Nachbereitung verrechnet
Insgesamt: 135 h = 4 LP

Workload

1. Attendance Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Preparation / Postprocessing Vorlesung: 15 * 4 h = 60 h
3. On-Site 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

Recommendation
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

Vorheriger Besuch der Vorlesung "Nachrichtentechnik I“, "Wahrscheinlichkeitstheorie“ sowie "Signale und Systeme“ wird empfohlen.

M 6.132 Module: Nano- and Quantum Electronics [M-ETIT-105604]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111232	Nano- and Quantum Electronics	6 CR	Kempf

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written examination.

Workload
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

Recommendation
Successful completion of the modules "Superconductivity for Engineers" and „Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker“ is recommended.

M 6.133 Module: Navigation and Localization Techniques [M-ETIT-105881]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111829	Navigation and Localization Techniques	3 CR	Zwick

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
The students are able to understand navigation-related problems and develop appropriate solutions. They have a solid understanding of navigation and positioning principles, corresponding location-dependent measurements, parameter and position estimation as well as position tracking algorithms. With suitable performance measures, they can compare different navigation and localization solutions. For example, the students have sound knowledge on GNSS receivers, IMUs, sensor fusion, and radio navigation for aerospace and land-based applications. In case they face advanced problems, they have ideas how to approach them.

Contents
Today navigation systems are an integral part of our daily live. Most of us use a global navigation satellite system (GNSS) receiver integrated in our smartphones to find our way in cities and outdoors. Often, these systems are augmented by localization information from radio systems such as WLAN access points, correction information for assisted GNSS (A-GNSS) or inertial measurement units (IMUs) and magnetometers. In the near future navigation technologies become a key enabler for more efficient, safe, and environmentally friendly automated transport, be it autonomous driving cars and trains or automated landing of airplanes and space vehicles. Therefore, this lecture addresses the following topics:

The first chapter will introduce navigation systems, define common terms, and provide an outline of the lecture as well as organizational details.

The second chapter will discuss navigation and positioning principles based on dead reckoning, landmarks, and electromagnetic waves.

Subsequently, Chapter 3 will present first the estimation problem and lower bounds for estimating location dependent parameters and then suitable estimation methods for location dependent parameters, e.g. received power, time of flight, and direction of arrival of radio signals.

Building on Chapter 3, Chapter 4 will explain snapshot position estimation algorithms including triangulation, trilateration, multilateration, and signature matching. To enable comparisons between different methods, performance bounds and measures are discussed.

Chapter 5 will address the continuous position tracking first with a performance bound and second with different tracking filters such as the Kalman filter and particle filter.

Being familiar with navigation and positioning principles, estimation of location dependent parameters and positions as well as position tracking, Chapter 6 elaborates the architecture and functionality of GNSSs, GNSS receivers, and augmentation systems.

In Chapter 7, inertial navigation and the sensor fusion between IMU and GNSS receiver data is discussed including loosely and tightly coupled approaches.

Particular navigation aspects and systems in the aerospace domain are explained in Chapter 8 whereas Chapter 9 explains navigation and localization for railways and road transport as well as indoors.

Finally, Chapter 10 introduces some advanced research topics in navigation and how to approach them. For instance, multipath and non-line-of-sight propagation, mitigation, and exploitation or cooperative and swarm navigation may be discussed. The topics may be adapted based on current research work and discussions throughout the course.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

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: 30 h

Self-study time including exam preparation: 60 h

A total of 90 h = 3 LP

Recommendation
Basic knowledge of linear algebra, stochastic, radio frequency technology, and communications technology is helpful.

M 6.134 Module: Nichtlineare Regelungssysteme [M-ETIT-100371]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100980	Nichtlineare Regelungssysteme	3 CR	Kluwe

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten über die Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Competence Goal
- 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 Durationschwingungen sowie das Verfahren von Popov zur Prüfung auf absolute Stabilität bekannt.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen

1. Präsenzzeit in Vorlesung (2 SWS: 30h1 LP)

2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung (45h1.5 LP)

3. Vorbereitung/Präsenzzeit schriftliche Prüfung (15h0.5 LP)

Recommendation
Die Kenntnis der Contentse 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 6.135 Module: NMR-Methoden zur Produkt- und Prozessanalyse [M-CIWVT-105890]

Responsible: apl. Prof. Dr. Gisela Guthausen
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-CIWVT-111843	NMR-Methoden zur Produkt- und Prozessanalyse	4 CR	Guthausen

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

Prerequisites
none

Competence Goal
Kenntnis der NMR und ihrer Einsatzgebiete, grundlegendes Verständnis der Phänomene.

Contents
In der Vorlesung wird ein Überblick über die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der Kernspinresonanz (NMR) und deren Grundlagen vermittelt. Insbesondere Anwendungen im Bereich der CIW / BIW werden diskutiert. Anhand der Beispiele wird das Verständnis dieser sehr vielseitig einsetzbaren Methode erarbeitet.

Module grade calculation
Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Annotations
Bei Bedarf kann das Modul in englischer Language angeboten werden.

Workload

- Präsenszeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Literatur
Lehrbücher Kimmich und Callaghan, weitere Literatur wird jeweils in der Vorlesung angegeben.

M 6.136 Module: Nonlinear Optics [M-ETIT-100430]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-101906	Nonlinear Optics	6 CR	Koos

Type of Examination
The oral exam is offered continuously upon individual appointment.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents

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

Module grade calculation
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.

Workload
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 6.137 Module: Numerical Methods with Programming Praktikum [M-MATH-106972]

Responsible: Prof. Dr. Wolfgang Reichel
Organization: KIT-Fakultät für Mathematik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Fundamentals)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Fundamentals)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-MATH-111700	Numerical Methods - Exam	5 CR	Kunstmann, Liao, Reichel
T-MATH-113937	Numerical Methods - Workshop *Diese Course fließt an dieser Stelle nicht in die Notenberechnung des Moduls ein.*	1 CR	Kunstmann, Liao, Reichel

Type of Examination
Success control takes the form of a written examination (120 minutes) and mandatory participation in the programming workshop. Successful participation in the workshop is confirmed by signing the attendance sheet provided at each practice session.

Prerequisites
none

Competence Goal
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. The students are capable to implement the numerical procedures they have learned in programming workshop.

Contents
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

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Annotations
The workshop is held twice during the term, offering students the opportunity to earn an additional credit point (+1) upon successful participation. Students are expected to work on the programming exercises on their own laptops prior to the workshop. During the workshop, solutions to the programming exercises are discussed with the students.

Workload
Approximately 180h workload. The workload includes:

45h - attendance in lectures, exercises and examination

4h - attendance in workshop

131h – 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
- preparation of workshop

M 6.138 Module: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen [M-ETIT-102311]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-104595	Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen	4 CR	Hohmann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Competence Goal
- 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.

Contents
• 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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen

1. Präsenzzeit in Vorlesung/Excercise (2+1 SWS: 45h1.75 LP)
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung/Excercise (60h2 LP)
3. Vorbereitung/Präsenzzeit mündliche Prüfung (7.5h0.25 LP)

Recommendation
Kenntnisse folgender Module werden empfohlen:

Mathematik I-III im Bachelor

M-MATH-100536 - Numerische Methoden

M 6.139 Module: Optical Design Lab [M-ETIT-100464]

Responsible: Prof. Dr. Wilhelm Stork
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100756	Optical Design Lab	6 CR	Stork

Type of Examination
The examination consists of an oral exam (20 min).

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
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

Recommendation
Basic knowledge in optics. The participation in the course Optical Engineering is strongly adviced.

M 6.140 Module: Optical Engineering and Machine Vision [M-ETIT-106974]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113941	Optical Engineering and Machine Vision	6 CR	Heizmann

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 90 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal

- Students have a sound knowledge of the fundamentals (physical basics of optics, optical imaging, image sensors) and procedures of optical engineering and machine vision.
- Students are proficient in diverse methods for optical imaging, image acquisition, pre-processing and image evaluation and can characterize them based on their prerequisites, model assumptions and results.
- Students are able to analyze and structure optical engineering and machine vision tasks, synthesize possible solutions from optics principles and image processing methods and assess their suitability.

Contents
Optical engineering and machine vision are collective terms for using optical signals to solve tasks of information retrieval for technical and other application. They comprise the propagation of light in optical systems, the acquisition of image signals using optical imaging and cameras, the processing of the recorded image signals using (digital) image processing and the evaluation of the image data to obtain useful information from the recorded images.

The module teaches the basics, procedures and exemplary applications of optical engineering and image processing.

The module include in detail:

- Optical Imaging
  - Imaging with a pinhole camera, central projection
  - Imaging using a (single) lens
- Color
  - Photometry
  - Color perception and color spaces
  - Filters
- Sensors for Image Acquisition
  - CCD, CMOS sensors
  - Color sensors and color cameras
  - Quality criteria for image sensors
- Methods of Image Acquisition
  - Measuring optical properties
  - 3D shape capturing
- Image Signals
  - Mathematical model of image signals
  - Systems theory
  - Two-dimensional Fourier transform
  - Noise of digital imaging sensors (EMVA 1288)
- Preprocessing and Image Enhancement
  - Simple image enhancement methods
  - Reduction of systematic errors
  - Attenuation of random disturbances
- Segmentation
  - Region-based segmentation
  - Edge-oriented methods
- Morphological Image Processing
-
  - Binary morphology
  - Gray-scale morphology
- Texture analysis
  - Types of textures
  - Model-based texture analysis
  - Feature-based texture analysis
- Detection
  - Detection of known objects by linear filters
  - Detection of unknown objects (defects)
  - Detection of straight lines (Radon and Hough transform)

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written examination.

Workload
The workload includes:

1. attendance in lectures and exercises: 15*4 h = 60 h
2. preparation / follow-up: 15*4 h = 60 h
3. preparation of and attendance in examination: 60 h

A total of 180 h = 6 CR

Recommendation
Basic knowledge of systems theory and signal processing (e.g. from the module “Signals and Systems”) as well as optics is helpful.

Lehr- und Lernformen
lecture (3 SWS) and exercise (1 SWS)

M 6.141 Module: Optical Networks and Systems [M-ETIT-103270]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-106506	Optical Networks and Systems	4 CR	Randel

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Annotations
Will be changed to 6 CR in winter term 25/26.

Workload
total 120 h, hereof 30 h lecture, 15 h problems class and 75 h recapitulation and self-studies.

Recommendation
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 6.142 Module: Optical Systems in Medicine and Life Science [M-ETIT-103252]

Responsible: Prof. Dr. Werner Nahm
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	5

Mandatory			
T-ETIT-106462	Optical Systems in Medicine and Life Science	3 CR	Nahm

Type of Examination
Written exam (60 minutes)

Prerequisites
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.

Competence Goal
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

Contents
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

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Annotations
Language English

Workload
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. On-Site 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)

Recommendation
Good understanding of optics and optoelectronics.

Literatur
M. Kaschke, Optical Devices in Opthalmology and Optometry, Willey-VCH

M 6.143 Module: Optical Transmitters and Receivers [M-ETIT-100436]

Responsible: Prof. Dr. Wolfgang Freude
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100639	Optical Transmitters and Receivers	6 CR	Freude

Type of Examination
Oral examination (approx. 20 minutes). The individual dates for the oral examination are offered regularly.

Prerequisites
none

Competence Goal

- 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.

Contents
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

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
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

Recommendation
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 6.144 Module: Optical Waveguides and Fibers [M-ETIT-100506]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-101945	Optical Waveguides and Fibers	4 CR	Koos

Type of Examination
Type of Examination: Oral exam

Duration of Examination: approx. 20 minutes

Modality of Exam: The written exam is offered continuously upon individual appointment.

Prerequisites
None

Competence Goal
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.

Contents

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

Module grade calculation
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.

Workload
Total 120 h, hereof 45 h contact hours (30 h lecture, 15 h tutorial) and 75 h homework and self-studies.

Recommendation
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 6.145 Module: Optimale Regelung und Schätzung [M-ETIT-102310]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-104594	Optimale Regelung und Schätzung	3 CR	Hohmann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Competence Goal
- 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.

Contents
Die Vorlesung knüpft an die Vorlesungen „Optimization of Dynamic Systems“ und „Regelung linearer Mehrgrößensysteme“ an und vermittelt den Studierenden auf der Grundlage der dort erlernten Contentse 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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen

1. Präsenzzeit in Vorlesung (2 SWS: 30h1 LP)
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung (52.5h1.75 LP)
3. Vorbereitung/On-Site mündliche Prüfung (7.5h0.25 LP)

Recommendation
Kenntnisse über die Contentse 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 6.146 Module: Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1) (24143) [M-INFO-100830]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jörg Henkel
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-INFO-101367	Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1)	3 CR	Henkel

Type of Examination
Siehe Course

Prerequisites
Siehe Course

Competence Goal
Der Studierende kann Eingebettete Systeme entwickeln. Er kann eigene Hardware spezifizieren, synthetisieren und optimieren. Er erlernt die HardwarebeschreibungsLanguage und kennt die besonderen Randbedingungen des Entwurfs Eingebetteter Systeme.

Contents
Die kostengünstige und fehlerfreie Entwicklung Eingebetteter Systeme stellt eine nicht zu unterschätzende Herausforderung dar, welche einen immer stärkeren Einfluss auf die Wertschöpfung des Gesamtsystems nimmt. Besonders in Europa gewinnt der Entwurf Eingebetteter Systeme in vielen Wirtschaftszweigen, wie etwa dem Automobilbereich, eine immer gewichtigere wirtschaftliche Rolle, so dass sich bereits heute schon eine Reihe von namhaften Firmen mit der Entwicklung Eingebetteter Systeme befassen.

Die Vorlesung befasst sich umfassend mit allen Aspekten der Entwicklung Eingebetteter Systeme auf Hardware-, Software- sowie Systemebene. Dazu gehören vielfältige Bereiche wie Modellierung, Optimierung und Synthese der Systeme.

Workload
90 Std.

M 6.147 Module: Optimization of Dynamic Systems [M-ETIT-100531]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Fundamentals)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100685	Optimization of Dynamic Systems	5 CR	Hohmann

Type of Examination
The assessment consists of a written exam (120 min) taking place in the recess period.

Prerequisites
none

Competence Goal
- 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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Annotations
Will be changed to 6 CR in winter term 25/26.

Workload
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 6.148 Module: Optische Technologien im Automobil [M-ETIT-100486]

Responsible: Prof. Dr. Cornelius Neumann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100773	Optische Technologien im Automobil	3 CR	Neumann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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 Contents abzuweichen.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen:

1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger.

Recommendation
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

M 6.149 Module: Optoelectronic Components [M-ETIT-100509]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-101907	Optoelectronic Components	4 CR	Randel

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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

Contents
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

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Annotations
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.

Workload
total 120 h, hereof 45 h contact hours (30 h lecture, 15 h problem class), and 75 h homework and self-studies

Recommendation
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 6.150 Module: Optoelektronik [M-ETIT-100480]

Responsible: Prof. Dr. Ulrich Lemmer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules) (EV bis 30.09.2025)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	3

Mandatory			
T-ETIT-100767	Optoelektronik	4 CR	Lemmer

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung (90 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
Einleitung
Optik in Halbleiterbauelementen
Herstellungstechnologien
Halbleiterleuchtdioden
Quantenmechanische Grundlagen der Optoelektronik
Laserdioden
Modulatoren
Weitere Quantenbauelemente

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Annotations
im SoSe 2025 wird die zugehörige Lehrveranstaltung letztmalig angeboten (Verschiebung vom Winterterm ins Sommerterm)

Workload
1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 32 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 48 h
3. Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger: 40 h

Recommendation
Kenntnisse der Festkörperelektronik

M 6.151 Module: Optoelektronische Messtechnik [M-ETIT-100484]

Responsible: Dr.-Ing. Klaus Trampert
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100771	Optoelektronische Messtechnik	3 CR	Trampert

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 25 Minuten) mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Ausgehend von 15 Veranstaltungen im term mit je 1,5 h On-Site in der Vorlesung, je 2,5 h

Vor und Nachbereitung, sowie ca. je 2h Literaturlektüre und Selbstübungen errechnet sich der GesamtWorkload zu = 90 h

Recommendation
Die Kenntnisse aus dem Modul Lichttechnik und Technische Optik sind von Vorteil.

M 6.152 Module: Photometrie und Radiometrie [M-ETIT-100519]

Responsible: Dr.-Ing. Klaus Trampert
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100789	Photometrie und Radiometrie	3 CR	Trampert

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Ausgehend von 14 Veranstaltungen im term errechtnet sich der Arbeistaufwand mit 1,5 h On-Site in der Vorlesung, 3 h Vor und Nachbereitung, sowie insgesamt ca. 40h Literaturrechere und Aufbereitung und 40h Prüfungsvorbereitung = 133h Gesamtaufwand

Recommendation
Die Kenntnisse aus dem Modul Optolektronische Messtechnik und Lichttechnik sind von Vorteil.

M 6.153 Module: Photonic Integrated Circuit Design and Applications [M-ETIT-105914]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111896	Photonic Integrated Circuit Design and Applications	6 CR	

Type of Examination

- Part 1 – Solutions of problem sets: We will grade your solutions of the various problem sets and design projects. To this end, please upload your solution via the online teaching platform of your respective institution (see above) before the respective deadline. Please merge all pages into a single pdf file, and please use a scanner. Smartphone made snapshots are often illegible, and in this case your solutions cannot not be evaluated. In case there are any technical difficulties with the platforms, you may also submit your solutions by e-mail to picda@ipq.kit.edu before the respective deadline.
- Part 2 - Presentation of one pre-assigned problem set: At the beginning of the term, design projects will be pre-assigned to groups of participants. Each of these groups will explain their approach and results to lecturers and peer students in a short presentation (approx. 15 min), followed by approx. 10 min of public discussion with peer students and professors, and an individual private interview of each group member (approx. 10 min per person).

The overall impression is rated.

Competence Goal
The students understand the basic principles of photonic component design and can apply them to concrete design tasks of increasing complexity and independence, that they will solve in small groups and present to their peers. Doing so they will learn to translate theoretical knowledge gained during the lecture into actionable knowledge used to solve hands-on design tasks. In addition to design principles, students will learn how to satisfy key requirements for making photonic integrated circuits manufacturable and useable in a system environment, such as corner analysis of manufacturing tolerances, design for testability, design for manufacturability, and packaging. In short, we aim at teaching students the skills for hands-on design of manufacturable and application relevant photonic integrated circuits, preparing them to productively contribute to a design team. In addition, we will convey the most recent trends in the application of photonic integrated circuits and let students design a circuit addressing one of these application spaces, giving them a feeling for both the potential as well as the limitations of the technology, so that they may take informed decisions on what systems to integrate in the future.

Contents
Lectures:

- Vorlesung 1: Introduction to silicon photonics
- Vorlesung 2: Silicon photonics – technology overview
- Vorlesung 3: Wave propagation in silicon photonic waveguides
- Vorlesung 4: Mode expansion and orthogonality
- Vorlesung 5: Coupled-mode theory
- Vorlesung 6: Selected passive devices
- Vorlesung 7: Modulators
- Vorlesung 8: Photodetectors
- Vorlesung 9: Optical amplifiers and lasers
- Vorlesung 10: Test and packaging
- Vorlesung 11: Optical communications
- Vorlesung 12: Optical metrology
- Vorlesung 13: Biophotonics and neurophotonics
- Vorlesung 14: Integrated quantum optics and optical computing

Design lab:

- Problem Set 1: Mode fields and mode expansion
- Problem Set 2: Coupling efficiency and coupled-mode theory
- Design Project A: Optical filter
- Design Project B: Optical transceiver
- Design Project C: Optical communication link

Module grade calculation
The module grade results of the assessment of the solutions of the design projects and problem sets, the presentation of one design project with discussion, and the individual oral interview.

Details will be given during the lecture.

Workload
Each credit point corresponds to approximately 30 hours of work (of the students). This is based on average students who achieve an average performance. The workload includes (e.g. 2 SWS):

1. attendance in lectures an exercises: 15*2 h = 30 h
2. preparation / follow-up: 15*2 h = 30 h
3. preparation of and attendance in examination: 120 h

A total of 180 h = 6 CR

Lehr- und Lernformen
In addition to the teaching of fundamental concepts to the extent necessary to enable students to perform practical designs, the lecture will focus from the start on a specific technology platform (silicon-on-insulator) in which the students will solve design problems of increasing complexity with the design suite Lumerical. As the final hands-on problem, students will design an entire photonic subsystem for an application of their choice, leaving free room for creative thinking and self-driven work. Since each group of students will present one of the solved designed problems to their peers, students will get exposed to solutions found for and practical problems encountered in a variety of design tasks, providing them with a wider experience base to draw on for future design.

Since the class will be taught by lecturers from several Universities, all lectures will be streamed live (with the possibility to interact and to ask questions) and made available online. Design tasks will be performed with the Design Suite Lumerical, for which introductory videos will be made available. An online forum will be provided to allow students to ask questions offline to the lecturers as well as to interact with each other, inside and across Universities.

M 6.154 Module: Photonics and Communications Lab [M-ETIT-104485]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Lab Course)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-109173	Photonics and Communications Lab	6 CR	Koos, Randel

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note des Praktikums (aus den mündlichen und schriftlichen Aufgaben).

Recommendation
Erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung: OTR – Optical Transmitters and Receivers (Prof. Freude)

MatLab: Grundkenntnisse

M 6.155 Module: Photovoltaik [M-ETIT-100513]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Powalla
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-101939	Photovoltaik	6 CR	Powalla

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (2 h). Die Modulnote ist die Note dieser schriftlichen Prüfung.

Prerequisites
"M-ETIT-100524 - Solar Energy" darf nicht begonnen sein.

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-100524 - Solar Energy darf nicht begonnen worden sein.

Competence Goal
Für die Vorlesung Photovoltaik mit 3 SWS Vorlesung und 1 SWS Excercise 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

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Annotations
Folien werden über Ilias bereitgestellt. Ebenso Contentsliche Zusammenfassung als pdf.

Workload
Berechnungsbasis: 15 Vorlesungswochen

1. Präsenszeit Vorlesung: 23 * 1,5 h = 34,5 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 23 * 2 h = 46 h
3. Excercise 7 x 1,5 h = 10,5 h.
4. Vor- und Nachbereitungszeit Excercise: 7 x 4 h = 28 h
5. Exkursion 10 h
6. Prüfungsvorbereitung und On-Site (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 6.156 Module: Physical Foundations of Cryogenics [M-CIWVT-103068]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-CIWVT-106103	Physical Foundations of Cryogenics	6 CR	Grohmann

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

Prerequisites
none

Competence Goal
Verstehen der Mechanismen der Entropieerzeugung und des Zusammenwirkens von erstem und zweitem Hauptsatz in thermodynamischen Prozessen; Verstehen von Festkörpereigenschaften bei kryogenen Temperaturen, Anwenden, Analysieren und Beurteilen von Realgasmodelllen für klassiches Helium I; Verstehen der Quantenfluid-Eigenschaften von Helium II auf Basis der Bose-Einstein-Kondensaation; Verstehen der Funktion von Kühlmethoden bei tiefsten Temperaturen.

Contents
Beziehung zwischen Energie und Temperatur, Energietransformation auf mikroskopischer und makroskopischer Ebene, physikalische Definition von Entropie und Temperatur, thermodynamische Gleichgewichte, Reversibilität thermodynamischer Prozesse, Helium als klassisches Fluid und als Quantenfluid, Materialeigenschaften bei tiefen Temperaturen, Kühlverfahren bei Temperaturen unter 1 K.

Module grade calculation
Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 90 h

Lehr- und Lernformen
22030 - Kryotechnik A

22031 - Übungen zu 22030 Krytechnik A

Literatur
Schroeder, D.V.: An introduction to thermal physics. Addison Wesley Longman (2000)

Pobell; F.: Matter and methods at low temperatures. 3rd edition, Springer (2007)

M 6.157 Module: Physics, Technology and Applications of Thin Films [M-ETIT-105608]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111237	Physics, Technology and Applications of Thin Films	4 CR	Kempf

Type of Examination
Oral examination of approximately 20 minutes

Prerequisites
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.

Competence Goal
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.

Contents
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).

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
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 6.158 Module: Plasmastrahlungsquellen [M-ETIT-100481]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100768	Plasmastrahlungsquellen	4 CR	Heering, Kling

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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

Contents
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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2,25 h = 33,75 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 3 h = 45 h
3. Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger: 50 h

Insgesamt: 128,75 h = 4 LP

M 6.159 Module: Plastic Electronics / Polymerelektronik [M-ETIT-100475]

Responsible: Prof. Dr. Gerardo Hernandez Sosa
Prof. Dr. Ulrich Lemmer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100763	Plastic Electronics / Polymerelektronik	3 CR	Lemmer

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten).

Competence Certificate

Type of Examination: oral exam (approx. 20 minutes)

Prerequisites
none

Prerequisites

none

Competence Goal
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

Contents
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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Module grade calculation

The module grade is the grade of the oral exam.

Annotations
Vorlesung und Prüfung werden, jenach Bedarf, auf deutsch oder englisch gehalten.

Annotations

Vorlesung and excersises are held as required in German or English.

Workload
1. Präsenzzeit in der Vorlesung: 21 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 42 h
3. Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger: 27 h

Workload

1. lecture: 21 h
2. recapitulation and self-studie: 42 h
3. preparation of examniation: 27 h

Recommendation
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 6.160 Module: Power Electronics [M-ETIT-104567]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	6

Mandatory			
T-ETIT-109360	Power Electronics	6 CR	Hiller

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
None

Competence Goal
Students will be familiar with state-of-the-art power semiconductors including their application related features. Furthermore students will be familiar with the circuit topologies for DC/DC and DC/AC power conversion. They know the associated modulation and control methods and characteristics. They are able to analyze the circuit topologies with regard to harmonics and power losses. This also includes the thermal design of power electronic circuits. In addition, they are able to select and combine suitable circuits for given electrical energy conversion requirements.

Contents
In the lecture, power electronic circuits for DC/DC and DC/AC power conversion using IGBTs and MOSFETs are presented and analyzed. First, the basic properties of self-commutated circuits under idealized
conditions are elaborated using the DC/DC converter as an example. Then, self-commutated power converters for three-phase applications are presented and analyzed with respect to modulation and their AC
and DC terminal behavior. Based on the real power semiconductor behavior in on- and off-state the device losses are calculated. Furthermore the thermal design of power converters is explained using thermal equivalent circuits of power devices and cooling equipment. The voltage and current stress on the power
semiconductors in switching operation is explained as well as protective snubber circuits allowing a reliable operation within the safe operating area of the devices.

In detail, the following topics are treated:

- Power Semiconductors
- Commutation principles
- DC/DC converters
- Self-commutated 1ph and 3ph DC/AC inverters
- Modulation methods (Fundamental frequency modulation, Pulse width modulation with 3rd harmonic injection, Space vector modulation)
- Multilevel inverters
- Switching behavior in hard and soft switching applications
- Loss calculation
- Thermal equivalent circuits, thermal design
- Snubber circuits.

The lecturer reserves the right to adapt the contents of the lecture to current needs without prior notice.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Workload
14x lecture and 14x exercise à 2 h = 56 h
14x wrap-up of the lecture à 1 h = 14 h
14x preparation of the exercise à 2 h = 28 h
Preparation for the exam = 75 h
Examination time = 2 h
Total = approx. 175 h (corresponds to 6 LP)

M 6.161 Module: Practical Amplifier Design [M-ETIT-107156]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-114179	Practical Amplifier Design	3 CR	Ulusoy

Type of Examination
Success control takes place in the form of an oral examination of approx. 30 min.

Prerequisites
none

Competence Goal

- The students learn to apply theory of high-speed amplifier design into practical implementation
- They understand critical limitations such as interconnect parasitics, self-heating, power supply and stability, and learn methods how to handle these limitations in practice
- They are familiar with the required fabrication process and the components for the implementation of such amplifiers
- Students acquire hands-on experience on fabrication, assembly and characterization of high-speed amplifiers

Contents
In this lecture, the student will be provided with material for theoretical understanding of high-speed amplifier design. The lectures will be organized around the design of a high-speed amplifier, that will be fabricated, assembled and characterized. Following topics will be covered:

- Transistor analysis, and characterization
- Schematic level amplifier design, steady-state analysis and important metrics of amplifier performance
- Layout design and practical limitations with respect to parasitics, interconnections
- Electro/thermal effects and self heating
- Impact of bias circuitry
- Stability analysis
- Assembly and characterization of high-speed amplfiiers

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral examination.

Workload
The total effort for this lecture is estimated as following:

1. Attendance to the lectures and exercises (15*(2)=30h)
2. Preparation to the lectures and exercises (15*(2)=30h)
3. Amplifier design, assembly, characterization (15h)
4. Preparation to the exam (15h)

Total: 90h

Recommendation
The contents of "M-ETIT-105124 – Radio-Frequency Electronics" is recommanded.

M 6.162 Module: Practical Course: Smart Energy System [M-INFO-105955]

Responsible: Prof. Dr. Veit Hagenmeyer
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-INFO-112030	Practical Course: Smart Energy System Lab	6 CR	Waczowicz

Type of Examination
See partial achievements (Course)

Prerequisites
See partial achievements (Course)

Competence Goal
After successfully completing the course, students will be able to
- be able to explain the structure and objectives of a smart grid using the Energy Lab 2.0 and the Smart Energy System Simulation and Control Centre (SEnSSiCC),
- be able to name and categorise current research issues in the field of innovative, application-oriented information, automation and system technology for sustainable energy systems,
- analyse a problem from the current research questions of SEnSSiCC as part of a project and develop a strategy for a solution together in a team and
- be able to check, analyse and evaluate the feasibility of results in a laboratory.

Contents
As part of the preparation for the internship, project topics are derived from the current research questions of the Smart Energy System Simulation and Control Centre of the Energy Lab 2.0 (https://www.iai.kit.edu/RPE.php). The topics are made available to the participating students in advance of the internship as a list, on the basis of which the students can express their preferences for the respective topics. Based on their stated preferences, the students are assigned to the respective project topics.
The two-week internship begins with a joint kick-off event, which includes an introduction and tour of the Energy Lab 2.0 and the SEnSSiCC as well as a brief presentation of all project topics. Students are provided with current scientific papers on their research topic. During the two-week internship, the groups of students work on their project topics under the supervision of the respective scientists. The students use a laboratory set-up to test their concepts and solutions. Particularly promising approaches can be tested on the real system under the supervision of the scientists. The block course ends with a joint final event at which the students present their solutions and work results.

After the internship, the students follow up the project work by preparing a report on the project topic they have worked on, categorising the work results and reflecting on the work process.
Working in a team is another important aspect of all project topics.
The work placement consists of the following sections:
- Familiarisation with the topic
- Selection of a suitable project topic in consultation with the supervising scientists
- Practical realisation of the project topic
- Presentation of the results (colloquium, research report)

Workload
6 credit points corresponds to approx. 180 working hours, of which
- Attendance time / meetings in large and small groups: 10h
- Select and carry out project work: 140h
- Writing a research report and preparing a presentation: 30 hours

Recommendation
- Knowledge of the fundamentals of energy informatics is a prerequisite.
- Knowledge of the fundamentals of electrical engineering and energy technology is required.
- Knowledge of the basics of mechatronics, data analysis and signal processing is helpful.
- Knowledge of power systems or power electronics is helpful.

M 6.163 Module: Practical Tools for Control Engineers [M-ETIT-106780]

Responsible: Dr.-Ing. Balint Varga
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113628	Practical Tools for Control Engineers	4 CR	Varga

Type of Examination
The examination takes place in form of other types of examination. It consists of an oral overall examination in the amount of 25 minutes and a homework programming task. The examination includes questions from the lecture slides and the presentation of the homework assignment. The homework must be submitted two weeks before of the oral exam. The overall impression is evaluated.

Prerequisites
none

Competence Goal
1. The students will be able to analyze, structure and formally describe problems in the field of practical control engineering.
2. The students are able to use the necessary tools for software projects with control engineering focus.
3. The students can apply the methods

- Modular software development for control engineering problems
- Model Predictive Controller for practical engineering problems
- Inevitable software engineering tools to able to develop control system

Contents

- Practical examples from the control engineering problems and modelling tool
  - Robotics examples
  - Human-machine interaction
  - Automotive
- Control solution concepts for these practical problems
- Software development tool

Module grade calculation
The module grade results of the assessment of the oral exam and of the homework programming task. Details will be given during the lecture.

Workload
The workload includes 2 SWS:

1. attendance in lectures and exercises: 15*2 h = 30 h
2. preparation / follow-up: 15*2,5 h = 37,5 h
3. preparation of the homework assignment: 22,5 h
4. preparation of and attendance in examination: 30 h

Sum: 120 h = 4 CR

Recommendation
The contents of the modules “Optimization of Dynamic Systems (ODS)” and “Regelung linearer Mehrgrößensysteme (RLM)” are helpful for the lecture.

M 6.164 Module: Praktikum Batterien und Brennstoffzellen [M-ETIT-100381]

Responsible: Dr.-Ing. Andre Weber
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100708	Praktikum Batterien und Brennstoffzellen	6 CR	Weber

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von Prüfungsleistungen anderer Art.

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden sind in der Lage, Testprozeduren für Batterien und Brennstoffzellen zu entwerfen, entsprechende Tests durchzuführen und die Ergebnisse zu dokumentieren.

Contents
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 Duration 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.

Module grade calculation
In die Modulnote gehen die Beurteilung der Versuchsdurchführung und das Versuchsprotokoll ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Annotations
Praktikum Batterien und Brennstoffzellen kann im Winterterm 2020/2021 aufgrund von Corona nicht stattfinden. Im Winterterm 2021/2022 wird es voraussichtlich wieder durchgeführt.

Workload
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

Recommendation
Die Contentse der Vorlesungen „Batterien und Brennstoffzellen“ sowie „ Batterie- und Brennstoffzellensysteme“ werden als bekannt vorausgesetzt. Studierende, die diese Vorlesungen (noch) nicht gehört haben müssen sich die Contentse vorab erarbeiten.

M 6.165 Module: Praktikum Entwurf digitaler Systeme [M-ETIT-102264]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-104570	Praktikum Entwurf digitaler Systeme	6 CR	Becker

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-102266 - Digital Hardware Design Laboratory darf nicht begonnen worden sein.

Competence Goal
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

Contents
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.

Module grade calculation
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.

Annotations
Das Modul M-ETIT-102266 Digital Hardware Design Laboratory darf nicht begonnen oder abgeschlossen sein.

Workload
Aufteilung des Workloads:

- 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.

Recommendation
Vorkenntnisse im Entwurf und in der Entwurfsautomatisierung elektronischer Systeme (z.B. Vorlesungen SAE, Nr. 23606, HSO, Nr. 23619 oder HMS, Nr. 23608) werden empfohlen.

M 6.166 Module: Praktikum Lichttechnik [M-ETIT-102356]

Responsible: Prof. Dr. Cornelius Neumann
Dr.-Ing. Klaus Trampert
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-104726	Praktikum Lichttechnik	6 CR	Neumann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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

Module grade calculation
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Workload
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 Workload hierzu:

4 x 5 h Einarbeitung ins Thema und Literaturstudie zu den Grundlagen incl. Zulassungsprüfungsvorbereitung.

4 x 8 h On-Site 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

Recommendation
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Vorlesungen 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 6.167 Module: Praktikum Mechatronische Messsysteme [M-ETIT-103448]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Lab Course)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-106854	Praktikum Mechatronische Messsysteme	6 CR	Heizmann

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal

- 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 Prerequisites, 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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

Annotations
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.

Workload
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 On-Site in selbiger:60 h

Recommendation
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 6.168 Module: Praktikum Nanoelektronik [M-ETIT-100468]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Lab Course)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100757	Praktikum Nanoelektronik	6 CR	Kempf

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Prerequisites

none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ergibt sich durch die Note der Abschlussberichts.

Module grade calculation

The module grade is the grade of the written report.

Annotations
Zwei Wochen Block Praktikum in Vorlesungsfreier Zeit

Annotation

Two weeks block course in lecture-free time

Workload
Für den erfolgreichen Abschluss des Moduls ist ein Workload 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

Recommendation
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 6.169 Module: Praktikum Nanotechnologie [M-ETIT-100478]

Responsible: Prof. Dr. Ulrich Lemmer
Dr.-Ing. Klaus Trampert

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100765	Praktikum Nanotechnologie	6 CR	Lemmer

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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

Module grade calculation
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Workload
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 Workload hierzu:

4 x 5 h Einarbeitung ins Thema und Literaturstudie zu den Grundlagen incl. Zulassungsprüfungsvorbereitung.

4 x 8 h On-Site 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

Recommendation
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Vorlesungen 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 6.170 Module: Praktikum Optoelektronik [M-ETIT-100477]

Responsible: Dr.-Ing. Klaus Trampert
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100764	Praktikum Optoelektronik	6 CR	Trampert

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Workload
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 Workload hierzu:

4 x 5 h Einarbeitung ins Thema und Literaturstudie zu den Grundlagen incl. Zulassungsprüfungsvorbereitung.

4 x 8 h On-Site 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

Recommendation
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Vorlesungen 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 6.171 Module: Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA [M-ETIT-100470]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100759	Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA	6 CR	Kempf

Type of Examination
Die 3 Projekte und der Abschlussbericht gehen in die Benotung der Prüfungsleistung anderer Art ein. Der Gesamteindruck wird beurteilt.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die 3 Projekte und der Abschlussbericht gehen in die Benotung der Prüfungsleistung anderer Art ein. Der Gesamteindruck wird beurteilt.

Workload
Der Workload in Stunden ist nachfolgend aufgeschlüsselt:

1. Präsenzzeit im Praktikum 48 h
2. Vor-/Nachbereitung 82 h
3. Erstellen des Abschlussberichtes 50 h

M 6.172 Module: Praktikum Software Engineering [M-ETIT-100460]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100681	Praktikum Software Engineering	6 CR	Sax

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen von zwei mündlichen Abfragen (Bewertungen) während des Labors, das eingereichte Softwareprojekt und einer mündlichen Abschlussprüfung. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Competence Goal
Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ein praxisnahes Softwareprojekt im Bereich eingebetteter Systeme eigenständig zu konzipieren und umzusetzen. Dies umfasst die Analyse der Problemstellung, den Lösungsentwurf und das Systemdesign, die Implementierung sowie umfassende Tests in einer Simulationsumgebung. Dabei werden die Kenntnisse in den Bereichen UML, Objektorientierung, Serviceorientierte Architektur, Virtualisierung sowie der ProgrammierLanguage C++ vertieft.

Die Studierenden sind fähig, aus einer vorgegebenen User Story die erforderlichen Spezifikationen abzuleiten und darauf basierend einen Systementwurf zu erstellen. Mithilfe gängiger UML-Standards können sie Softwarearchitektur klar und präzise Entwickeln und Visualisieren. Zudem sind sie in der Lage, Projekte erfolgreich im Team durchzuführen. Dies beContentset die Koordination von Aufgabenverteilungen, das konstruktive Lösen von Konflikten innerhalb des Teams sowie die Bewertung und Präsentation der eigenen Arbeitsergebnisse.

Contents
Die Studierenden erwerben zunächst unter Anleitung die notwendigen Grundlagen in den Bereichen Virtualisierung und Service-Orientierung, wobei die Tools Docker/Podman und ROS2 exemplarisch behandelt werden. Darauf aufbauend entwerfen und implementieren die Studierenden eigenständig eine Serviceorientierte Software zur Realisierung einer automatisierten Fahrfunktion. Diese umfasst die Verarbeitung von Sensordaten zur Regelung der Aktorik eines Fahrzeugs innerhalb einer Simulationsumgebung.

Die Arbeit erfolgt in Teams von drei bis vier Personen, wobei die Studierenden selbstständig die Ziele des Labors verfolgen und bearbeiten. Im Rahmen des Labors werden professionelle Entwicklungswerkzeuge eingesetzt, darunter die Simulationsumgebung CarMaker.

Module grade calculation
Die Modulnote ergibt sich aus einer Kombination der während des Labors erbrachten Leistungen, dem Softwareprojekt sowie der mündlichen Abschlussprüfung. Details werden zu Beginn der Veranstaltung erläutert.

Workload
1. Präsenzzeit in Laborterminen: 48 Stunden
2. Vor-/Nachbereitung: 96 Stunden
3. Vorbereitung der Präsentation: 10 Stunden
4. Vorbereitung der mündlichen Prüfung: 10 Stunden

Summe: 164 Stunden

Recommendation

- Kenntnisse in System-Design (z.B. Software Engineering [M-ETIT-100450])
- Softwareentwurf (z.B. Systems and Software Engineering [M-ETIT-100537])
- Grundkenntnisse C++ (z.B. T. Hoch and G. Küveler, C/C++ anwenden: Technischwissenschaftliche Excercisesaufgaben mit Lösungen. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2023. doi: 10.1007/978-3-658-38093-9.)

M 6.173 Module: Praktikum Solarenergie [M-ETIT-102350]

Responsible: Prof. Dr. Ulrich Wilhelm Paetzold
Prof. Dr. Bryce Sydney Richards

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-104686	Praktikum Solarenergie	6 CR	Trampert

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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. Lichtstrahlinduzierte Strommessungen in Solarzellen
2. Optische und elektrische Modellierung von Dünnschichtsolarzellen
3. Quanteneffizenzmessungen an Solarzellen
4. Messungen von PV Modulen im Außenbereich

Module grade calculation
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Workload
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 Workload hierzu:

4 x 5 h Einarbeitung ins Thema und Literaturstudie zu den Grundlagen incl. Zulassungsprüfungsvorbereitung.

4 x 8 h On-Site 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

Recommendation
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Vorlesungen zu besuchen, da die Kenntnis der theoretischen Grundlagen hilfreich aber nicht zwingend vorausgesetzt werden.

M 6.174 Module: Praktikum Supraleitende Materialien [M-ETIT-105614]

Responsible: Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111242	Praktikum Supraleitende Materialien	6 CR	Kempf

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die Funktionsweise elementarer Synthese- und Charakterisierungsverfahren supraleitender Materialien und können mit Hilfe dieser Kenntnisse selbstständig und ohne fremde Anleitung supraleitende Materialien in Schicht- und Massivform synthetisieren und charakterisieren. Sie wissen, gemessene Kenngrößen zu interpretieren und mit den strukturellen und supraleitenden Eigenschaften supraleitender Materialien in Verbindung zu bringen. Darüber hinaus verstehen die Studierenden elementare Aspekte der zugrundeliegenden Synthese- und Charakterisierungstechniken von supraleitenden Materialien bei variablen Temperaturen und haben einen Einblick in die Realisierung konkreter Anwendungen supraleitender Materialien. Durch die Bearbeitung des Praktikums in Kleingruppen erwerben bzw. verbessern die Studierenden zudem Ihre Team-Fähigkeit.

Contents
Supraleitende Energie- und Elektronikanwendungen spielen heute in vielen Bereichen der Forschung, der Gesellschaft und der Industrie eine wichtige Rolle. Supraleitende Magnete für medizinische MRI-Anwendungen, oder moderne Hochleistungsenergietechnikkomponenten wie supraleitende Motoren und Kabel sind nur einige Beispiele dafür. Bei allen supraleitenden Anwendungen sind die spezifischen Eigenschaften der zugrundeliegenden supraleitenden Materialien entscheidend für die Leistungsfähigkeit und den möglichen Anwendungsbereich der entsprechenden supraleitenden Komponenten der Elektrotechnik.

Vor diesem Hintergrund lernen die Studierenden im Rahmen dieses Moduls die grundlegende Synthese- und Charakterisierungsverfahren supraleitender Materialien kennen und erfahren, wie man mit Hilfe dieser selbstständig und ohne fremde Anleitung supraleitende Materialien herstellen und ihre wesentlichen anwendungsrelevanten supraleitenden Eigenschaften charakterisieren kann. Konkret synthetisieren die Studierenden im Rahmen des Praktikums in AbLanguage mit dem Betreuer etwa supraleitende HTSL Dünnschichten oder Massivmaterial und charakterisieren ihre strukturellen und supraleitenden Eigenschaften. Beispielsweise können die Phasenreinheit und Wachstumstexturen mit röntgenografischen Methoden analysiert werden, sowie die supraleitenden Übergangstemperaturen und temperaturabhängige kritische Stromdichten mit magnetischen bzw. Transportmessungen analysiert werden. Die Studierenden charakterisieren die von Ihnen synthetisierten Supraleiter und vergleichen die Ergebnisse mit Literaturwerten. In diesem Umfeld erlangen die Studierenden auch einen Einblick in die Methoden der Tieftemperaturtechnik, die im Bereich supraleitenden Materialien eine wesentliche Rolle spielt.

Module grade calculation
Die Modulnote ergibt sich durch die Note der Abschlussberichts.

Workload
Für den erfolgreichen Abschluss des Moduls ist ein Workload 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

Recommendation
Der erfolgreiche Abschluss der Module „Superconductivity for engineers“ und „Superconducting Materials“ ist empfohlen.

M 6.175 Module: Praktikum Supraleitende Quantenelektronik [M-ETIT-105605]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Lab Course)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111233	Praktikum Supraleitende Quantenelektronik	6 CR	Kempf

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Prerequisites

none

Competence Goal
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.

Contents
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 AbLanguage 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.

Module grade calculation
Die Modulnote ergibt sich durch die Note der Abschlussberichts.

Module grade calculation

The module grade is the grade of the written report.

Workload
Für den erfolgreichen Abschluss des Moduls ist ein Workload 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

Recommendation
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 6.176 Module: Praktikum System-on-Chip [M-ETIT-100451]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Prof. Dr. Ivan Peric

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Lab Course)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Lab Course)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100798	Praktikum System-on-Chip	6 CR	Becker, Peric

Type of Examination
Prüfungsleistungen anderer Art

Prerequisites
none

Competence Goal
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).

Contents
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.

Module grade calculation
Die Notenbildung ergibt sich aus der Kombination der Bearbeitung der Excercisesblätter, der Bewertungen während des Praktikums und einer abschließenden Präsentation inkl. Diskussion der im Projekt erarbeiteten Ergebnisse.

Workload

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

Recommendation

- 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 6.177 Module: Praktisches Machine Learning [M-ETIT-106673]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-113426	Praktisches Machine Learning	6 CR	Heizmann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt durch die Abgabe des wissenschaftlichen Aufsatzes sowie die Durchführung einer ca. 30-minütigen Präsentation des Teamprojekts.

Prerequisites
none

Competence Goal

- Die Studierenden besitzen nach Absolvieren des Moduls fundiertes Wissen im Bereich Machine Learning.
- Sie haben fundierte Kenntnisse und Überblick über verschiedene Algorithmen und Verfahren im Bereich des Machine Learning.
- Studierende sind in der Lage, unterschiedliche Konzepte und Methoden des Machine Learning zu beschreiben und Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Algorithmen zu erkennen.
- Sie sind in der Lage, mit Spezialisten auf verwandten Disziplinen auf dem Gebiet maschinelles Lernen und künstlichen Intelligenz zu kommunizieren und Lösungsansätze für Aufgaben in diesem Bereich zu formulieren und zu bewerten.
- Studierende werden durch das termbegleitende Teamprojekt praktische Erfahrung im Bereich Machine Learning erlangen. Besonders profitieren die Studierenden am Ende des terms von wechselseitigem Feedback ihrer theoretischen Arbeiten.

Contents
In den letzten Jahren wurden im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) bemerkenswerte Fortschritte erzielt. Maschinelles Lernen (ML) ist eine Teildisziplin der KI, welche versucht, Techniken zu entwickeln, die Computer in die Lage versetzen, aus Daten zu lernen. Ziel von ML-Methoden ist es, das zugrunde liegende Modell für bestimmte Aufgaben zuverlässig zu abstrahieren.
In dieser Vorlesung werden die theoretischen Grundlagen sowie die grundlegenden Konzepte und Techniken des maschinellen Lernens behandelt, wobei der Fokus jedoch auf Problemlösung und praktischer Anwendung liegt. Die Vorlesung bietet die Möglichkeit, verschiedene ML-Algorithmen und ihre Anwendungen in verschiedenen Bereichen zu erkunden, darunter Computer Vision, Natural Language Processing und Data Mining.
Während der Vorlesung bekommen Sie die Möglichkeit, an verschiedenen Anwendungsaufgaben und einem Gruppenprojekt zu arbeiten, in dem Sie die erlernten Konzepte auf reale Datensätze anwenden. Sie lernen, wie Sie gängige Bibliotheken und Tools für ML wie Scikit-Learn, TensorFlow und Keras verwenden und auf reale Datensätze anwenden. Sie lernen auch, wie Sie die Leistung Ihrer Modelle bewerten und ihre Ergebnisse interpretieren können.
Der Vorlesungsstil wird eine Mischung aus Theorie und praktischen Anwendungen sein, wobei der Schwerpunkt auf Problemlösung und praktischem Experimentieren liegt. Der theoretische Teil der Vorlesung wird als Blockveranstaltung zu Beginn des terms (Anfang/Mitte April) angeboten. Anschließend haben die Studierenden die Möglichkeit, während des terms allein oder in Kleingruppen eine Fragestellung aus dem Bereich
des ML zu bearbeiten und ihre Ergebnisse in Form eines wissenschaftlichen Aufsatzes zu präsentieren.
Die Qualitätssicherung des Aufsatzes erfolgt durch einen gegenseitigen Peer-Review-Prozess, bei dem die Studierenden vom wechselseitigen Feedback sowohl in fachlicher Hinsicht als auch hinsichtlich der Contentslichen Darstellung profitieren.
Das Modul behandelt die Grundlagen und Konzepte des Machine Learning. Es werden u.a. folgende Themen behandelt:

- Einführung in maschinelles Lernen und seine Anwendungen.
- Datenvorverarbeitung und Techniken der Feature-Engineering.
- Überwachte und unüberwachte Lernalgorithmen.
- Deep-Learning-Techniken wie Convolutional Neural Networks und Recurrent Neural Networks.
- Transfer-Learning und Tiny ML.
- Probabilistisches ML.
- Evaluationsmetriken für ML-Modelle.
- Hyperparameter-Tuning und Modellauswahltechniken.
- Interpretation der Ergebnisse von ML-Modellen.
- … weitere interessante Themen.

Module grade calculation
Die Modulnote ergibt sich aus dem termbegleitenden Teamprojekt und der Präsentation des Teamprojektes. Der Gesamteindruck wird bewertet. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Workload

- Besuch der Vorlesungen: ca. 21 Stunden
- Vor- und Nachbereitung der Vorlesung: ca. 42 Stunden
- termbegleitendes Teamprojekt: ca. 60 Stunden
- Peer-Review der wissenschaftlichen Aufsätze
  und Präsentation des Teamprojekts: ca. 47 Stunden

Summe: ca. 170 Stunden (6 LP)

Recommendation
Grundlegende Kenntnisse in Mathematik und in linearer Algebra (Matrizen, Vektoren, etc.)
sowie grundlegende Python-Kenntnisse.

Lehr- und Lernformen
Blockvorlesung (2 SWS) und praktischer Teil (nach Vereinbarung im Rahmen von 2 SWS)

M 6.178 Module: Praxis elektrischer Antriebe [M-ETIT-100394]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100711	Praxis elektrischer Antriebe	4 CR	Doppelbauer

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung von 120 Minuten Duration.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Annotations
Verschiebung von SoSe nach WiSe, findet im WiSe24/25 und SoSe25 nicht statt.

Workload
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)

Recommendation
Zum Verständnis des Moduls ist Grundlagenwissen im Bereich von elektrischen Maschinen empfehlenswert (erworben beispielsweise durch Besuch der Module "Elektrische Maschinen und Stromrichter"

M 6.179 Module: Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen [M-ETIT-104475]

Responsible: Dr.-Ing. Manfred Nolle
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-109148	Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen	4 CR	Nolle

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von ca. 90 Minuten.

Prerequisites
none

Competence Goal
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 technischen 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:in wissen die Studierenden, worauf es dabei ankommt, ohne selbst Experte in technischen Belangen zu sein.

Contents
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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen:

1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 45h
2. Vor-/Nachbereitung der selbigen: 30h
3. Klausurvorbereitung und -teilnahme: 45h

Recommendation
Grundlegende Kenntnisse im Hardware- und Softwareentwurf sind hilfreich.

Lehr- und Lernformen

- Lehrveranstaltung: „Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen“
- Excercise: „Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen“
- Prüfungsveranstaltung: „Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen“

M 6.180 Module: Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning [M-ETIT-105594]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-111214	Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning	3 CR	Borchert, Heizmann

Type of Examination
Mündliche Prüfung, Duration circa 30 Minuten , Note gemäß Ergebnis der Prüfung

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Workload
28 Stunden Lehre,

30 St. Hausarbeiten,

32 St. Vor- und Nachbereitung, Prüfungsvorbereitung und -durchführung.

Recommendation
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 6.181 Module: Pulsed Power Technology and Applications (Tutorial) [M-ETIT-105596]

Responsible: Prof. Dr. Georg Müller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111216	Pulsed Power Technology and Applications (Tutorial)	5 CR	Müller

Type of Examination
The examination takes place in form of other types of examination. It consists of oral examination and discussioning the amount of 30 min and a written report about the results of the experiments conducted (one report per group) The overall impression is evaluated. Details will be given during the lecture.

Prerequisites
None

Competence Goal
After completing the course students have theoretical and practical experience on the performance of different types of pulse generators and components (e.g. switches), according measurement techniques and data acquisition systems. Additionally, students will know the basics of electroporation process and analytical methods for material characterization (SEM, EDX, XRD).

Contents
The course gives an overview of the features and phenomena of pulse power engineering and emerging applications. Modern applications of pulsed power technologies cover a wide range of topics, ranging from applications in the field of renewable energies as a pretreatment method for biomass conversion, material processing for high temperature applications (e.g. concentrated solar power), inertial confinement fusion to medical applications. Beside the electrical engineering aspect, one goal of this course is to provide basic knowledge in bioelectric and in analytical methods for material characterization. Following topics will be addressed:

- Transmission line based generators
- Marx- generators
- Gas filled spark gaps
- Impedance measurements on biological tissue
- Inactivation of biological cells and electro-orientation
- Surface modification by high-power pulsed electron beams
- Material characterization by SEM, EDX and XRD

The tutorials are carried out in groups of two or three students. Since working with high voltages (up to 120 kV) particular emphasis is put on safety. Therefore, part of the tutorial is an obligatory safety briefing conducted at the beginning of the course.

Module grade calculation
The module grade results of the assessment of the oral examination and a written report. Details will be given during the lecture.

Workload
After completing the course students have theoretical and practical experience on the performance of different types of pulse generators and components (e.g. switches), according measurement techniques and data acquisition systems. Additionally, students will know the basics of electroporation process and analytical methods for material characterization (SEM, EDX, XRD).

The workload includes:

32 h - attendance in tutorials : 8*4 h=32 h

4 h - safety instruction 1*4 h=4 h

112 h - preparation of each tutorial: 8 x14 h = 112 h

A total of 148 h = 5 CR

Recommendation
Knowledge of the content provided in the lecture `Pulsed Power Technology and Applications` is strongly recommended.

M 6.182 Module: Pulsed Power Technology and Applications (Vorlesung) [M-ETIT-105595]

Responsible: Prof. Dr. Georg Müller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111215	Pulsed Power Technology and Applications (Vorlesung)	3 CR	Müller

Type of Examination
The success control takes place within the scope of an overall oral examination (20 minutes).

Prerequisites
none

Competence Goal
The students know the common methods of high-power pulse generation including voltage multiplication by stacking, pulsed generators based on transmission lines, different methods of pulse forming and the related measurement technique. Furthermore, students become familiar with actual scientific and industrial applications of pulsed power.

Contents

- Introduction: general principles of pulsed power technology
- Basics: static and dynamic breakdown strength of dielectric materials, energy storage (capacitive, inductive, chemical and mechanical), basic circuits and pulse shaping
- Switches: opening and closing switches
- Systems: pulse forming and transmission lines, voltage and power amplification, high-power generators,
- Diagnostics: metrology in pulsed technique (e.g. capacitve/ inductive sensors)
- Applications: surface treatment by charged particle beams, electrodynamic fragmentation, electroporation and bioelectrics, inertial confinement fusion

An excursion to the Institute for Pulsed Power and Microwave Technology (IHM) at KIT CN will give an insight to different pulsed power facilities and it´s specific applications.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral examination.

Annotations
Following the lecture period the oral exam is offered by appointment.

Workload
Each credit point corresponds to approximately 25-30 hours of work (by the student). Approximately workload corresponds to:

1. On-Site time in lectures (2 SWS: 28 h)
2. Preparation / follow-up of the lecture (30 h)
3. Preparation for oral exam and presence (24 h)

Total 82 h equals to 3 credit points.

M 6.183 Module: Quantum Detectors and Sensors [M-ETIT-105606]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111234	Quantum Detectors and Sensors	6 CR	Kempf

Type of Examination
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.

Prerequisites
None

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written examination.

Workload
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

Recommendation
Successful completion of the module "Superconductivity for Engineers" is recommended.

M 6.184 Module: Quantum Engineering [M-ETIT-106954]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113909	Quantum Engineering	6 CR	Kempf

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
The students will be able to analyze, structure and formally describe problems in the field of quantum engineering. They will particularly be able to understand the difference between classical and quantum engineering. They will be able to analyze, design and implement concepts, technology, circuits and algorithms in the fields of quantum computing, quantum communication and quantum sensing. Moreover, the students will be able to critically evaluate existing concepts, methods, technologies, and circuits regarding complexity, suitability and applicability.

Contents
This module introduces the emerging field of quantum engineering. For this, the module (1) addresses physics basics and the related mathematical framework, (2) discusses recent realizations of engineered quantum systems for the sub-fields of quantum computing, quantum communication and quantum sensing, (3) introduces hardware designs and practical realizations, (4) summarizes quantum information processing aspects, and (5) discusses real implementations and applications.

The module particularly addresses:

1. Basics of quantum mechanics and the mathematical frameworks (state vector, postulates of quantum mechanics, bra-ket-formalism, superposition, entanglement and Bell inequalities, probability density matrix formalism, pure and mixed states, squeezing)
2. Description of light and photons
3. Decoherence and coherence of quantum systems, quantum errors
4. Basics of quantum computers: quantum gates, gate-based quantum computing architecture
5. Quantum algorithms: quantum random number generator, quantum penny flip, German-Josza-Algorithm, Grover algorithm, quantum Fourier transform, Shor algorithm, quantum phase estimation, HHL algorithm
6. Quantum error correction: Concepts and architectures
7. Hardware realization of quantum bits: DiVincenzo criteria, Cooper pair box, phase qubit, flux qubit, transmon, quantum dots etc.
8. Examples of recent quantum computing architectures
9. Quantum sensing: Atomic clocks, NV centers, SQUIDs, parametric amplifiers, quantum imaging, interaction free quantum measurements, interferometry at the quantum limit, quantum logic spectroscopy,
10. Quantum communication: Quantum cryptography, quantum key distribution, quantum teleportation, entanglement swapping, quantum repeater and quantum networks

As the lecture intends to include recent advancements of the field of quantum engineering, the actual content might slightly differ from the announced topics.

The exercises are closely related to the lecture and deal with special aspects concerning quantum engineering. Moreover, it deepens the student's knowledge by discussing various examples.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Workload
The workload includes:

1. Attendance in lectures: 15 * 3 h = 45 h
2. Attendance in exercices: 15 * 1 h = 15 h
3. Preparation and follow up of lectures and exercises: 90 h
4. Preparation of and attendance in examination: 30 h

A total of 180 h.

Recommendation
Basic knowledge of quantum mechanics and the related mathematical framework, as taught, for example, within the module “M-ETIT-106264 – Introduction to Quantum Information Processing” is strongly recommended.

Lehr- und Lernformen
“Vorlesung Quantum Engineering” (3 SWS) and “Exercises to Quantum Engineering” (1 SWS)

M 6.185 Module: Quantum Machine Learning [M-ETIT-105889]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111838	Quantum Machine Learning	3 CR	Heizmann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

Prerequisites
none

Competence Goal

- Die Studierenden besitzen nach Absolvieren des Moduls fundiertes Wissen im Bereich Quantum Machine Learning.
- Sie haben fundierte Kenntnisse und Überblick über verschiedene Algorithmen und Verfahren im Bereich des Quantum Machine Learning.
- Studierende sind in der Lage, unterschiedliche Konzepte und Methoden des Quantum Machine Learning zu beschreiben und Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Algorithmen zu erkennen.
- Sie sind in der Lage, mit Spezialisten auf verwandten Disziplinen auf dem Gebiet maschinelles Lernen und künstlichen Intelligenz zu kommunizieren und Lösungsansätze für Aufgaben in diesem Bereich zu formulieren und zu bewerten.

Contents
In den letzten Jahren wurden im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) bemerkenswerte Fortschritte erzielt. Maschinelles Lernen (ML) ist eine Teildisziplin der KI, welches versucht, Techniken zu entwickeln, die Computer in die Lage versetzen, aus Daten zu lernen. Ziel von ML-Methoden ist es, das zugrunde liegende Modell für bestimmte Aufgaben zuverlässig zu abstrahieren. Quantum-Computing beschreibt die Informationsverarbeitung mit Geräten, die auf den Gesetzen der Quantentheorie basieren. Auf Grund der bisherigen Erfolge von ML und QuantumComputing kann erwartet werden, dass beide Technologien in der Zukunft eine enorme Rolle bei der digitalen Datenverarbeitung spielen werden. Daher ist es spannend, herauszufinden, wie diese beide Techniken miteinander kombiniert werden können, um bessere und zuverlässige Lösungen für verschiedene Aufgabenstellung zu erhalten.
Quantum Machine Learning (QML) ist ein interdisziplinäres Forschungsgebiet, welches Physik, Mathematik, Informatik und Elektrotechnik umfasst. Es widmet sich der Verwendung von Quanten-Computern zur Berechnung von Algorithmen des maschinellen Lernens. Methoden des QML helfen, klassische Methoden des ML zu verbessern, da sie sich die Vorteile des Quantum-Computing zu Nutze machen. Durch den Einsatz von QML werden die bisherigen Aufgabenstellungen nicht nur schneller gelöst, sondern man kann auch mehr Aspekte der natürlichen Welt in bereits vorhandene KI-Methoden zu integrieren.
Das Modul behandelt die Grundlagen und Konzepte des Quantum Machine Learning.

Es werden u.a. folgende Themen behandelt.

- Grundbegriffe der Quantenmechanik
- Von Bits zu QBits
- Quanten-Computer und Quanten-Schaltkreise
- Quanten-Informationstheorie
- Quanten-Computing
- Wiederholung des klassischen maschinellen Lernens
- Quanten-Algorithmen
- Quanten-Klassifikation und -Regression
- Quantum Deep Learning
- … weitere interessante Themen.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Besuch der Vorlesungen: ca. 23 Stunden
Vor- und Nachbereitung der Vorlesung: ca. 23 Stunden
Klausurvorbereitung: ca. 40 Stunden
Summe: ca. 86 Stunden (3 LP)

Recommendation
Kenntnisse im Bereich des maschinellen Lernens und Stochastik
sowie Quantum Computing sind von Vorteil, aber nicht Voraussetzung.

M 6.186 Module: Quellencodierung [M-ETIT-105273]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-110673	Quellencodierung	3 CR	Schmalen

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

Competence Goal
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

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h

Vor-/Nachbereitung Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h

Prüfungsvorbereitung und On-Site: 30 h

Insgesamt: 90 h = 3 LP

Recommendation
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 6.187 Module: Radar Systems Engineering [M-ETIT-100420]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100729	Radar Systems Engineering	6 CR	Zwick

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Annotations
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

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: 44 h

Attendance time computer exercise: 16 h

Self-study time including exam preparation: 120 h

A total of 180 h = 6 LP

M 6.188 Module: Radio Frequency Integrated Circuits and Systems [M-ETIT-105123]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-110358	Radio Frequency Integrated Circuits and Systems	6 CR	Ulusoy

Type of Examination
The success criteria will be determined by an oral examination (approx. 20-30 min.)

Competence Goal

- 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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral examination.

Workload
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

Recommendation
The lecture materials to „Grundlagen der Hochfrequenztechnik“ and „Halbleiterbauelemente“ are recommended.

M 6.189 Module: Radio-Frequency Electronics [M-ETIT-106955]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Fundamentals)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113910	Radio-Frequency Electronics	6 CR	Ulusoy

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal

- The students have a comprehensive understanding of the theory and the basic design methodology of RF and microwave circuits up to 300 GHz.
- They understand the limitations of active and passive circuit elements at high frequencies and their impact on the applications.
- They understand the limitations and how linear network theory is applied at higher frequencies.
- The students can apply the acquired theoretical knowledge to modern RF design problems.

Contents
In this lecture, the theory and design methodology of RF electronic circuits will be studied in detail. The focus of the lecture is on the fundamentals of active and passive linear circuits. The important topics are:

- Phasor analysis and resonance,
- Electromagnetic theory, transmission lines and waveguides,
- Impedance matching networks,
- Two-port parameters of RF components and microwave network analysis,
- Feedback and stability analysis,
- High-frequency behavior of basic amplifier circuits, RF amplifiers design techniques,
- Microwave power dividers, couplers and filters

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written examination.

Workload
The total effort for this lecture is estimated as following:

1. Attendance to the lectures (15*(3)=45h)
2. Attendance to the exercises (15*(1)=15h)
3. Preparation to the lectures and exercises (17*(3+1)=68h)
4. Preparation to the exam (52h)

A total of 180h

Recommendation
Basic knowledge of linear electrical networks and electronic circuits is recommended (e.g. M-ETIT-106417 – Lineare Elektrische Netze; M-ETIT-104465 – Elektronische Schaltungen).

M 6.190 Module: Regelung leistungselektronischer Systeme [M-ETIT-105915]

Responsible: Dr.-Ing. Andreas Liske
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111897	Regelung leistungselektronischer Systeme	6 CR	Liske

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündichen Prüfung (ca. 30 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
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).

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
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 6.191 Module: Regelung linearer Mehrgrößensysteme [M-ETIT-100374]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100666	Regelung linearer Mehrgrößensysteme	6 CR	Kluwe

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten) über die Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Competence Goal
- 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.

Contents
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 Durationstörungen und hierzu häufig erforderlichen Beobachtern vermittelt.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen

1. Präsenzzeit in Vorlesung/Excercise (3+1 SWS: 60h = 2 LP)
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung/Excercise (90h = 3 LP)
3. Vorbereitung/Präsenzzeit schriftliche Prüfung (30h = 1 LP)

Recommendation
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 6.192 Module: Renewable Energy-Resources, Technologies and Economics [M-WIWI-100500]

Responsible: Prof. Dr. Russell McKenna
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	3

Mandatory			
T-WIWI-100806	Renewable Energy-Resources, Technologies and Economics	3 CR	Jochem

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (nach §4 (2), 1 SPO).

Prerequisites
none

Competence Goal
Der/die Studierende

- versteht die Motivation und globale Zusammenhänge für Erneuerbare Energieresourcen,
- besitzt detaillierte Kenntnisse zu den verschiedenen Erneuerbaren Ressourcen und Techniken, sowie ihren Potenzialen,
- versteht die systemische Zusammenhänge und Wechselwirkung die aus eines erhöhten Anteils erneuerbarer Stromerzeugung resultieren,
- versteht die wesentliche wirtschaftliche Aspekte der Erneuerbaren Energien, inklusive Stromgestehungskosten, politische Förderung, und Vermarktung von Erneuerbaren Strom,
- ist in der Lage, diese Technologien zu charakterisieren und ggf. zu berechnen.

Contents
1. Allgemeine Einleitung: Motivation, Globaler Stand
2. Grundlagen der Erneuerbaren Energien: Energiebilanz der Erde, Potenzialbegriffe
3. Wasser
4. Wind
5. Sonne
6. Biomasse
7. Erdwärme
8. Sonstige erneuerbare Energien
9. Förderung erneuerbarer Energien
10. Wechselwirkungen im Systemkontext
11. Ausflug zum Energieberg in Mühlburg

Workload
Gesamtaufwand bei 3,5 CRn: ca. 105 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

Selbststudium: 75 Stunden

Literatur
Weiterführende Literatur:

- Kaltschmitt, M., 2006, Erneuerbare Energien : Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, aktualisierte, korrigierte und ergänzte Auflage Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kaltschmitt, M., Streicher, W., Wiese, A. (eds.), 2007, Renewable Energy: Technology, Economics and Environment, Springer, Heidelberg.
- Quaschning, V., 2010, Erneuerbare Energien und Klimaschutz : Hintergründe - Techniken - Anlagenplanung – Wirtschaftlichkeit München : Hanser, III.2., aktualis. Aufl.
- Harvey, D., 2010, Energy and the New Reality 2: Carbon-Free Energy Supply, Eathscan, London/Washington.
- Boyle, G. (ed.), 2004, Renewable Energy: Power for a Sustainable Future, 2ndEdition, Open University Press, Oxford.

M 6.193 Module: Robotik II - Humanoide Robotik [M-INFO-102756]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	3

Mandatory			
T-INFO-105723	Robotik II - Humanoide Robotik	3 CR	Asfour

Type of Examination
See partial achievements (Course)

Prerequisites
See partial achievements (Course)

Competence Goal
The students have an overview of current research topics in autonomous learning robot systems using the example of humanoid robotics. They are able to classify and evaluate current developments in the field of cognitive humanoid robotics.

The students know the essential problems of humanoid robotics and are able to develop solutions on the basis of existing research.

Contents
The lecture presents current work in the field of humanoid robotics that deals with the implementation of complex sensorimotor and cognitive abilities. In the individual topics different methods and algorithms, their advantages and disadvantages, as well as the current state of research are discussed.

The topics addressed are: Applications and real world examples of humanoid robots; biomechanical models of the human body, biologically inspired and data-driven methods of grasping, imitation learning and programming by demonstration; semantic representations of sensorimotor experience as well as cognitive software architectures of humanoid robots.

Workload
Vorlesung with 2 SWS, 3 CP.
3 LP corresponds to approx. 90 hours, thereof:
approx. 15 * 2h = 30 Std. Attendance time
approx. 15 * 2h = 30 Std. Self-study prior/after the lecture
approx. 30 Std. Preparation for the exam and exam itself

Recommendation
Having visited the lectures on Robotics I - Introduction to Robotics and Mechano-Informatics and Robotics is recommended.

M 6.194 Module: Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik (24635) [M-INFO-104897]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-INFO-109931	Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik	3 CR	Asfour

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal
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.

Contents
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 semantischen Szeneninterpretation, sowie der (inter-)aktiven Perzeption. 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 semantischen Szeneninterpretation, sowie der (inter-)aktiven Perzeption.

Workload
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

Recommendation
Der Besuch der Vorlesung *Robotik I – Einführung in die Robotik* wird empfohlen.

M 6.195 Module: Satellite Communications [M-ETIT-105272]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	2 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-110672	Satellite Communications	3 CR	Schmalen

Type of Examination
Oral exam approx. 20 minutes.

Prerequisites
Knowledge of basic engineering mathematics including probability theory and analysis, as well as basic knowledge of communications engineering.

Competence Goal
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

Contents
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

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
Attendance lecture: 15 * 2 h = 30 h

Preparation / Postprocessing Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h

Exam preparation and presence: 30 h Total: 90 h = 3 LP

Total: 90 h = 3 LP

Recommendation
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 6.196 Module: Schaltungstechnik in der Industrieelektronik [M-ETIT-100399]

Responsible: Dr.-Ing. Andreas Liske
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100716	Schaltungstechnik in der Industrieelektronik	3 CR	Liske

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Workload

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 6.197 Module: Schutz- und Leittechnik in elektrischen Netzen [M-ETIT-106506]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113164	Schutz- und Leittechnik in elektrischen Netzen	3 CR	Leibfried

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden kennen die wesentlichen Komponenten der Schutz- und Leittechnik in elektrischen Netzen und deren Zusammenspiel. Die Studierenden verstehen die wesentlichen Schutzfunktionen und deren Einsatzgebiete. Der Aufbau und die Funktionsweise von Umspannwerken sind bekannt. Die Rolle der Netzleittechnik in elektrischen Netzen ist verstanden. Wesentliche Zusammenhänge können wiedergegeben werden. Die Studierenden kennen die zukünftigen Herausforderungen für das elektrische Netz im Allgemeinen und der Schutz- und Leittechnik im Spezifischen und können diese nachvollziehen.

Contents

- Einführung in Schutzsysteme
  - Kurzschlussgrößen
  - Sternpunktbehandlung
  - Fehlerarten im Netz
- Planung von NetzschutzOrganizationen
  - Planung von Schaltanlagen und Umspannwerken
  - Schutzprinzipien und -philosophien
  - Staffelplanung
- Messwerterfassung
  - Spannungswandler
  - Stromwandler
  - Schaltung von Wandlern
  - Entwicklungen in der Wandlertechnik
- Erdschlusserfassung
  - Planung von kompensierten Netzen
  - Erdschlusslösch-Spule
  - Erdschlusserfassung
- Netzschutz/ Abzweigschutz
  - Überstromschutz
  - Distanzschutz
  - Differentialschutz
- Frequenzschutz
  - Prinzip des Systemschutz
  - Unterfrequenzschutz
- Generatorschutz
  - Design von Generatorschutzsystemen
  - Kurzschlussschutz• Ständerschutz
  - Rotorschutz
- Einführung in die Leittechnik
  - Struktur von Netzleitsystemen
  - Kommunikation in der Netzleittechnik
  - Grundlagen der Fernwirk- und Stationsleittechnik
- Schaltanlagentechnik
  - Konventionelle Anlagen
  - Digitale Stationsleittechnik
- Netzleittechnik
  - Struktur von Netzleittechnik
  - SCADA
  - HEO-Funktionen
- Entwicklungen in der Schutz- und Leittechnik
  - Digitale Umspannwerke
  - Einfluss von Umrichtern auf das Verhalten bei Fehlern
  - Präventive oder Kurative Netzführung

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen (für eine Vorlesung)

1. Präsenzzeit in Vorlesung (30 h = 1 LP)

2. Selbststudienzeit zur Vor-/ und Nachbereitung der Vorlesung inklusive Prüfungsvorbereitung (60h = 2 LP)

Insgesamt ergeben sich 90h = 3

M 6.198 Module: Seamless Engineering [M-MACH-105725]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Kai Furmans
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
9	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-MACH-111401	Seamless Engineering	9 CR	Furmans, Sax

Type of Examination
Prüfungsleistung anderer Art. Die Beschreibung der Prüfungsform findet sich in der Beschreibung der Course.

Prerequisites
none

Competence Goal
Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung können die Absolventinnen und Absolventen die Anforderungen und Randbedingungen für typische mechatronische Systeme modellieren und parametrieren. Die Studierenden sind in der Lage alleine und im Team fachkundig mechatronische Systeme und deren Aufgaben zutreffend zu beschreiben. Zudem erlernen die Studierenden die Fähigkeit die passenden Vorgehensweisen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung eines mechatronischen Systems auszuwählen.
Wichtige Kernkompetenzen in den Bereichen Kommunikation, Problemlösung und Selbstorganisation sind weitere essentielle Bestandteile des Workshops, der die Studierenden befähigt reflektiert selbständig und im Team zu arbeiten.

Contents
Dieses Modul soll den Studierenden die Entwicklung eines heterogenen integrierten mechatronischen Systems vermitteln. In der Vorlesung werden die Studierenden an einen systemorientierten, übergeordneten Ansatz zur Beschreibung, Beurteilung und Entwicklung eines mechatronischen Systems herangeführt.

Parallel dazu werden im praktischen Teil die gelehrten Contentse an industrienaher Hardware angewendet und vertieft. Die Studierenden erlernen die systematische Entwicklung in einer simulativen Umgebung sowie den Übergang von Simulation zu realer Hardware.

Um dies zu erreichen werden wichtige Komponenten der Softwareentwicklung im Robotikumfeld gelehrt. Hierzu zählen unter anderem Grundlagen der Programmierung (Python) sowie der Umgang mit dem Framework „Robot Operating System (ROS)“. Darüber hinaus erhalten die Studierenden Einblicke in den Umgang mit Sensorik und Aktorik, Bildverarbeitung, autonomer Navigation von Fahrerlosen Transportsystemen sowie Handhabungsrobotik.

Module grade calculation
In die Modulnote gehen die Bewertung der Kolloquien und einer Abschlussprüfung ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Annotations
none

Workload

1. Präsenzzeit Vorlesung und Excercise: 45 h
2. Überfachliche Qualifikation: 45 h
3. Gruppenarbeit Entwicklungsprojekt: 130 h
4. Kolloquien und Abschlussveranstaltung: 30 h
5. Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger: 20 h

Insgesamt: 270 = 9 LP

Recommendation
none

Lehr- und Lernformen
Vorlesung, Excercise, Entwicklungsprojekt.

Literatur
none

M 6.199 Module: Seminar Advanced Concepts for Flexible and Soft Optoelectronic Devices and Sensors [M-ETIT-106674]

Responsible: Prof. Dr. Gerardo Hernandez Sosa
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113427	Seminar Advanced Concepts for Flexible and Soft Optoelectronic Devices and Sensors	3 CR	Hernandez Sosa

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
At the end of the seminar, students will be able to independently familiarize themselves with new research topics, independently search and select relevant scientific literature and summarize the topic in the form of a concise journal-style article as well as an oral presentation. Through the critical evaluation and exposure to current scientific literature, the students will develop a deeper knowledge in the future directions in the research field of flexible and soft electronics. Furthermore, they will develop skills in scientific writing and communication in English language, which are key competences for their future academic and professional career.

Contents
The seminar on "Seminar Advanced Concepts for Flexible and Soft Optoelectronic Devices and Sensors" is for students curious in the latest research developments on devices, materials and the physics of novel optoelectronic devices. Discussed topics include but are not limited to: solution processable and printed electronics, flexible and stretchable electronics, wereable sensors, soft robotics, printed optics, biodegradable & sustainable electronics, 3D electronics, etc.

The seminar addresses master students from electrical engineering, physics, mechanical engineering, material science, KSOP and related MSc programs. During the seminar, the students will get the opportunity to familiarize themselves with state-of-the-art research from a selection of topics under the guidance of a mentor and discuss the topic during a presentation in the seminar. The students must attend the seminar regularly, independently present the research topic in a 30-min scientific talk and submit a short scientific review paper (3-5 pages) based on the scientific literature the presentation was based on.

Prof. Dr. Gerardo Hernandez Sosa and Prof. Dr. Jasmin Aghassi-Hagmann will select the topics and guide the discussion.

Module grade calculation
The module grade results of the assessment of the written paper and the oral presentation. Details will be given during the lecture.

Annotations
Attendance of at least 80% is compulsory during the seminar course. Compulsory attendance is necessary for actively contributing to the discussion of the topics presented by all students.

Workload
The workload includes (2 SWS):

- active participation in the preparation sessions and seminar lectures: 22,5 h
- preparation of the seminar presentation: 36 h
- preparation of the written journal article: 31,5 h

Total: 90 h = 3 LP

Recommendation
Basic knowledge in the field of conventional and/or organic (opto) electronic devices and sensors is helpful.

M 6.200 Module: Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik [M-ETIT-100441]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100962	Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik	4 CR	Jäkel

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle besteht aus einer Hausarbeit und einem Vortrag

Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
In die Modulnote gehen die Beurteilung der Hausarbeit und des Seminarvortrags ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Workload
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 6.201 Module: Seminar Barrierefreiheit - Assistive Technologien für Sehgeschädigte [M-INFO-102374]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Rainer Stiefelhagen
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-INFO-104742	Seminar Barrierefreiheit - Assistive Technologien für Sehgeschädigte	3 CR	Stiefelhagen

Type of Examination
siehe Course

Prerequisites
siehe Course

Competence Goal
Studierende können

- eine Literaturrecherche ausgehend von einem vorgegebenen Thema durchführen, die relevante Literatur identifizieren, auffinden, bewerten und schließlich auswerten.
- ihre Seminararbeit (und später die Bachelor-/Masterarbeit) mit minimalem Einarbeitungsaufwand anfertigen und dabei Formatvorgaben berücksichtigen, wie sie von allen Verlagen bei der Veröffentlichung von Dokumenten vorgegeben werden.
- Präsentationen im Rahmen eines wissenschaftlichen Kontextes ausarbeiten. Dazu werden Techniken vorgestellt, die es ermöglichen, die vorzustellenden Contentse auditoriumsgerecht aufzuarbeiten und vorzutragen.
- die Ergebnisse der Recherchen in schriftlicher Form derart präsentieren, wie es im Allgemeinen in wissenschaftlichen Publikationen der Fall ist.

Die Studierenden sind mit dem DFG-Kodex „Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ vertraut und wenden diese Leitlinien erfolgreich bei der Erstellung Ihrer wissenschaftlichen Arbeit an.

Contents
Weltweit gibt es nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation circa 285 Million Menschen mit Sehschädigungen, davon circa 39 Millionen Menschen, die blind sind. Der teilweise oder vollständige Verlust des Sehvermögens schränkt Blinde und Sehbehinderte in erheblichem Maße in Ihrem Arbeits- und Sozialleben ein. Sich ohne fremde Hilfe im öffentlichen Raum zu orientieren und fortzubewegen, gestaltet sich schwierig: Gründe hierfür sind Probleme bei der Wahrnehmung von Hindernissen und Landmarken, sowie die daraus resultierende Angst vor Unfällen und Orientierungsschwierigkeiten. Weitere Probleme im Alltagsleben sind: das Lesen von Texten, die Erkennung von Geldscheinen, von Nahrungsmitteln, Kleidungstücken oder das Wiederfinden von Gegenständen im Haushalt.

Zur Unterstützung können Blinde und Sehbehinderte bereits auf eine Reihe von technischen Hilfsmitteln zurückgreifen. So können digitalisierte Texte durch Sprachausgabe oder Braille-Ausgabegeräte zugänglich gemacht werden. Es gibt auch verschiedene, speziell für Blinde hergestellte Geräte, wie "sprechende" Uhren oder Taschenrechner. Das wichtigste Hilfsmittel zur Verbesserung der Mobilität ist mit großem Abstand der Blindenstock. Zwar wurden in den vergangenen Jahren auch einige elektronische Hilfsmittel zur Hinderniserkennung oder Orientierungsunterstützung entwickelt. Diese bieten aber nur eine sehr eingeschränkte Funktionalität zu einem relativ hohen Preis, und sind daher eher selten im Einsatz.

Das Seminar behandelt aktuelle Forschungsansätze zu IT-basierten Assistiven Technologien (AT) für Sehgeschädigte.

Möglichen Themen beContentsen:

- IT-basierte Assistive Technologien (AT) für den Alltag, für die Mobilitätsunterstützung und den Informationszugang
- Barrierefreie Softwareentwicklung
- Aktuelle Forschungsansätze im Bereich AT
- Nutzung von Methoden des Maschinellen Sehens (Computer Vision) zur Entwicklung neuer AT

Aktuelle Informationen finden Sie unter http://cvhci.anthropomatik.kit.edu/

Annotations
ACHTUNG Titeländerung > M-INFO-105884 - Seminar: Digitale Barrierefreiheit und Assistive Technologien

Workload
(6 Vorlesungswochen pro term) x (2 SWS + 1,5 x 2 SWS Vor-/Nacharbeit) = 30 h
30h Vortragsrecherche, -vorbereitung
30h schriftliche Ausarbeitung
= 90h = 3 ECTS

M 6.202 Module: Seminar Batterien II [M-ETIT-105321]

Responsible: Dr.-Ing. Andre Weber
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-110801	Seminar Batterien II	3 CR	Weber

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von einer schriftlichen Ausarbeitung und einem Seminarvortrag. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
In die Modulnote gehen die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitung und des Seminarvortrags ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Workload
1. Präsenszeit Seminar: 15 * 2 h = 30 h
2. Erstellung Seminararbeit: 30 h
3. Erstellung Seminarvortrag: 30 h

Insgesamt: 90 h = 3 LP

M 6.203 Module: Seminar Brennstoffzellen II [M-ETIT-105322]

Responsible: Dr.-Ing. Andre Weber
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-110799	Seminar Brennstoffzellen II	3 CR	

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von einer schriftlichen Ausarbeitung und einem Seminarvortrag. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
In die Modulnote gehen die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitung und des Seminarvortrags ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Workload
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 6.204 Module: Seminar Eingebettete Systeme [M-ETIT-100455]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Prof. Dr. Wilhelm Stork

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German	4	3

Mandatory			
T-ETIT-100753	Seminar Eingebettete Systeme	4 CR	Becker, Sax, Stork

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Ausarbeitung, Reviews, sowie eines Vortrags. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Teilnehmenden des Seminars können sich eigenständig in ein gegebenes technisches Thema einarbeiten, alle relevanten Aspekte identifizieren und die Ergebnisse zusammenfassend darstellen. In diesem Rahmen können die Studierenden relevante Literatur im Sinne der Fragestellung identifizieren, Stärken und Schwächen bestehender Ansätze und Methoden beurteilen, sowie andere Arbeiten formal nach vorgegebenen Kriterien bewerten. Außerdem können sie neue Aspekte im Sinne der Fragestellung vorschlagen. Sie können die Ergebnisse einer Arbeit prägnant in Form eines kurzen Textes (etwa 6-seitige Ausarbeitung, i.d.R. auf English verfasst) sowie einem etwa 15-minütigen Vortrag in Wort und Bild (Folien) präsentieren.

Contents
Im Seminar „Eingebettete Systeme“ wird durch die Studierenden unter Anleitung von wissenschaftlichen Mitarbeitenden ein gegebenes Thema aus dem Bereich der Informationsverarbeitung durch Literatur- und Internetrecherche aufgearbeitet und dann in einem kurzen Text (etwa 6-seitige Ausarbeitung, i.d.R. auf English verfasst) sowie einem etwa 15-minütigen Vortrag in Wort und Bild (Folien) den anderen Seminarteilnehmern präsentiert. Die Studierenden geben sich im Rahmen eines Peer-Reviews gegenseitig Feedback und erleben dadurch einen Teil des wissenschaftlichen Veröffentlichungsprozesses.

Module grade calculation
Die Notenbildung ergibt sich aus der Ausarbeitung, dem gegenseitigen Review und dem Vortrag.

Workload
Unter den Workload fallen:

1. Selbstständige Einarbeitung in ein Thema: 50h
2. Erstellen eines wissenschaftlichen Artikels: 40h
3. Erstellen eines Peer-Reviews: 10h
4. Vorbereiten und Halten des Vortrags: 20h

Summe: 120h = 4 LP

M 6.205 Module: Seminar Elektrokatalyse [M-ETIT-105629]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ulrike Krewer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111256	Seminar Elektrokatalyse	3 CR	Krewer

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
In die Modulnote gehen die Beurteilung der schriftliche Ausarbeitung und des Vortrags ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Workload
1. Präsenszeit Seminar: 15*2 h = 30 h

2. Erstellung Seminararbeit: 30 h

3. Erstellung Seminarvortrag: 30 h

Insgesamt: 90 h = 3 LP

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen aus dem Bereich Brennstoffzellen sind hilfreich.

M 6.206 Module: Seminar Industrial Process and Plant Engineering [M-ETIT-106970]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Mike Barth
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113932	Seminar Industrial Process and Plant Engineering	4 CR	Barth

Type of Examination
The examination will be the seminar presentation at the end of the term. The criteria are:

- Live presentation of the created CAD and simulation models
- Poster design and usage within the presentation
- Answering the questions from the examiners
- Structure of the talk

Prerequisites
none

Competence Goal
The students:

- are able to create (concept and virtual realization) mechatronic plants and production facilities (e.g. robot cells).
- understand the Engineering-Lifecycle of unique production plants, machines and modules.
- are familiar with modern CAX-Engineering Methods.
- know advanced (cloud-based) CAX-Tool-Chains.
- know about advanced computer-aided design principles, e.g. model- and equation-based 3D-Design.
- are familiar with design definitions, patterns and features for semi-automated engineering tasks, e.g. automatic generation of variants.
- know CAX-information models, e.g. asset administration shell (AAS) or Parasolid.
- can implement new software-based Engineering features and interfaces.
- are able to perform the virtual commissioning of complex systems using advanced CAX-features.

Contents

- This module is designed to teach students the theoretical and practical aspects of advanced model-based and computer-aided design of unique systems, e.g.
  - Industrial plants,
  - Production cells (e.g. robot),
  - Production modules and machines.
- This includes every lifecycle phase of an engineering project starting from 3D-CAD Design to advanced system simulations and concluding in virtual commissioning and optimization during operations.
- Introduction to advanced cloud-based 3D-Plant-Engineering (e.g. OnShape).
- Principals of model-based system design (3D-Modeling, Drawings, Feature-based Rule Set) including advanced kinematics and simulation.
- Configuration and use of VR-, AR-Setups for virtual commissioning and operator training setups.
- Concept and implementation of software-based feature scripts (e.g. C++, python) for advanced engineering in the used tool chain.
- Concept and implementation of interfaces to external engineering data-sources (e.g. data tables, Asset Administration Shell via REST-API, ROS, MQTT or OPC UA).

Module grade calculation
The module grade is the grade of the final presentation including the aspects named above.

Annotations
The seminar is limited to a number of 20 participants due to capacity reasons. If necessary, a selection procedure will be carried out. Places will be allocated taking into account the students' academic progress. Details will be announced on the lecture website.

Workload

1. Attendance in Vorlesung Blocks for Engineering Theory: 10*2 h = 20 h
2. Guided Seminar Work Block: 80 h
3. Preparation of exam: 20 h

A total of 120 h = 4 CR

Recommendation
Enjoyment and interest in industrial engineering and Computer-aided-X Technologies like e.g. 3D CAD, Robotics, Kinematic Simulations, VR, MR and AR-Technologies.

M 6.207 Module: Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik [M-ETIT-100396]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100713	Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik	4 CR	Hiller

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art. Sie besteht aus einem 15-minütigen Abschlussvortrag mit anschließender Diskussion sowie einer 2-seitigen schriftlichen Ausarbeitung. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Bewertet werden:

- Vortrag
  - Folienqualität (Form und Contents)
  - Vortrag (Aufbau, Stil, Contents)
  - Verhalten bei der Fragerunde
- Ausarbeitung mit einer Zusammenfassung der wesentlichen Contentse
  - Format, Rechtschreibung, sprachlicher Stil (wissenschaftlich/sachlich)
  - Contents, (grafische) Aufbereitung der recherchierten Ergebnisse
  - Qualität und Quantität der verwendeten Quellen, Zitationsstil

Prerequisites
none

Competence Goal
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 term neu definiert.

Contents
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 Schwerpunkt liegt auf neuen Komponenten und Systemen der Leistungselektronik.

Die genauen Themen werden in jedem term 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 Contents abzuweichen.

Module grade calculation
In die Modulnote gehen die Beurteilungen des Abschlussvortrags sowie der schriftlichen Ausarbeitung (jeweils nach den oben genannten Kriterien) ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Sieht man den Prüfling zwischen zwei Notenwerten, gibt die Mitarbeit in den vorbereitenden Treffen den Ausschlag.

Annotations
Teilnahme an insgesamt 7 vorbereitenden Treffen (ca. alle 14 Tage mit durchschnittlich 1,5 h Duration) 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

Workload
Anwesenheit an vorbereitenden Treffen: 14 h

4x Vorbereitung à 24 h: 96 h

Insgesamt ca.: 110 h (entspricht 4 LP)

M 6.208 Module: Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting [M-ETIT-103447]

Responsible: Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-108344	Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting	3 CR	Richards

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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).

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade results of the assessment of the written paper and the oral presentation. Details will be given during the lecture.

Workload

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

Recommendation
Good knowledge of semiconductor components/optoelectronics is desirable.

M 6.209 Module: Seminar on Applied Superconductivity [M-ETIT-105615]

Responsible: Prof. Dr. Tabea Arndt
Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
Prof. Dr. Sebastian Kempf
Prof. Dr.-Ing. Mathias Noe

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-111243	Seminar on Applied Superconductivity	3 CR	Arndt, Holzapfel, Kempf, Noe

Type of Examination
Elaboration of a scientific topic and presentation of a talk on the topic within the seminar of about 30min.

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade corresponds to the grade of the oral examination.

Workload
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

Recommendation
None

M 6.210 Module: Seminar Sensorik [M-ETIT-100380]

Responsible: Dr. Wolfgang Menesklou
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Jedes term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100707	Seminar Sensorik	3 CR	Menesklou

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Notenbildung ergibt sich aus der Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung und der Präsentation. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Workload

1. Präsenzzeit Seminar: 15 h
2. Vor-/Nachbereitung: 25 h
3. Erstellung Ausarbeitung und Vortrag: 50 h

Insgesamt: 90 h = 3 LP

Recommendation
Vorheriger Besuch der Vorlesung Sensoren (M-ETIT-100378 Sensoren) wird empfohlen.

M 6.211 Module: Sensoren [M-ETIT-100378]

Responsible: Dr. Wolfgang Menesklou
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	2

Mandatory			
T-ETIT-101911	Sensoren	3 CR	Menesklou

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 min.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Workload
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 4 h = 60 h
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: in Vor- und Nachbereitungszeit verrechnet.

Insgesamt: 90 h = 3 LP

M 6.212 Module: Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration [M-INFO-104877]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-INFO-109911	Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration	3 CR	Kurth

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal
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.

Contents

- 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 EContentsung von biomechanischen Grenzwerten
- Biomechanische Grenzwerte
  - TS 15022
  - Unterscheidung Stoß / Quetschen
  - Körperatlas mit Grenzwerten
- Sichere Sensorik für SchutzOrganizationen
- Grundlagen
- Laserscanner
- Lichtgitter
- Trittmatten
- Sichere Bildverarbeitung
- Planung und Auslegung des Einsatzes von sicheren Sensoren
  - Reaktionszeit vom auslösenden Event bis zur Roboterreaktion
  - Notwendige Abstände für SchutzOrganizationen
-

Workload
(2 SWS + 1,5 x 2 SWS) x 15 + 15 h Prüfungsvorbereitung = 90 h = 3 ECTS

Recommendation
Erfolgreicher Abschluss des Moduls Robotik I - Einführung in die Robotik [T-INFO-101465]

Literatur
Wird in der der Veranstaltung bekanntgegeben.

M 6.213 Module: Signal Processing Lab [M-ETIT-106633]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sander Wahls
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Lab Course)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113369	Signal Processing Lab	6 CR	Wahls

Type of Examination
Success is assessed in the form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
After this module, students will have a sound basic knowledge of the main methods of signal processing as well as their areas of application, key parameters and the effects of parameter changes on the behavior of the methods. Students will be able to analyze given signal processing tasks in group work, develop solutions and document their results.

Contents
The Digital Signal Processing practical course currently comprises eight experiments designed to familiarize students with the fundamentals of signal processing, in particular some selected measurement methods such as correlation measurement technology and modal analysis as well as Kalman filtering and the fundamentals of image processing. The focus of the experiments to be completed with various programs and devices is to teach students the practical aspects of modern signal processing.

Note: The lecturer reserves the right to include experiments other than those listed here in this practical course without prior notice.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written examination.

Annotations
A prerequisite for admission to the examination is the submission of protocols of all experiments. The quality of the protocols will be assessed; they must be acceptable for admission to the examination.

Attendance is compulsory during all practical sessions, including the introductory session. Admission to the examination will not be granted for even one unexcused absence.

Workload
The workload results from attending the introductory event (1.5 h), 8 experimental sessions of 4 h each. In addition, the preparation of the experiments is estimated at 8x4 h and the writing of the protocols as well as the follow-up work at 8x4 h. Preparing for the exam and attending it takes about 60 hours. This results in a total workload of approx. 160 hours.

Recommendation
Knowledge of the contents of the modules "Signals and Systems", "Measurement Technology" and "Methods of Signal Processing" is strongly recommended.

M 6.214 Module: Signal Processing Methods [M-ETIT-106899]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sander Wahls
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Fundamentals)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113837	Signal Processing Methods	6 CR	Wahls

Type of Examination
Written exam, approx. 120 minutes.

Prerequisites
none

Competence Goal
Students can

- choose appropriate estimation methods based on theoretical properties and practical considerations
- determine estimators for specific problems
- can weight the pros and cons of data decomposition methods; apply them to given problems; interpret the results
- understand the advantages and limitations of the considered time-frequency analysis methods
- interpret time-frequency representations
- choose appropriate analysis and synthesis windows/wavelets
- determine time-frequency transforms of given signals

Contents
This module introduces students to advanced signal processing methods that are widely employed in engineering. The three main topic areas are

1. Parameter estimation
2. Decomposition of data into components and modes
3. Time-frequency analysis

The following topics are treated:

- Best linear unbiased estimator
- Maximum likelihood estimation
- General Bayesian estimators
- Linear Bayesian estimators
- Principal component analysis
- Independent component analysis
- Dynamic and empirical mode decomposition
- Hilbert spaces and frames
- Short-time Fourier transform
- Wavelets
- Analytic signals
- Wigner-Ville-Distribution
- Huang-Hilbert transform

Illustrating examples from diverse application areas are discussed.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Workload
The workload includes:

1. attendance in lectures and tutorials: 15*4 h = 60 h
2. preparation / follow-up: 15*4 h = 60 h
3. preparation of and attendance in examination: 60 h

A total of 180 h = 6 CR

Recommendation
Familiarity with signals and systems (in particular, Fourier transforms) and probability theory at the Bachelor level is assumed.

M 6.215 Module: Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators [M-ETIT-106675]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sander Wahls
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113428	Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators	6 CR	Wahls

Type of Examination
The examination in this module consists of programming assessments and a graded written examination of 120 minutes.

The programming assignments are either pass or fail. They must be passed during the lecture period for admission to the written examination.

Prerequisites
none

Competence Goal
Students

- understand the basic theory of linear operator on Hilbert spaces and can analyze simple operators analytically
- know the use cases for selected integrable partial differential equations (PDEs) and can apply them under non-ideal circumstances (small non-integrable terms)
- can determine the PDE corresponding to a given Lax-pair and check if the PDE is actually integrable (i.e. check if the Lax pair is “fake”)
- understand the theory of nonlinear Fourier analysis for selected PDEs and can compute nonlinear (inverse) Fourier transforms numerically and, in simple cases, analytically
- know and implement practical engineering applications of nonlinear Fourier transforms
- understand the theory of the Koopman operator including selected engineering applications
- compute Koopman spectra numerically using data-driven methods and use them in practical engineering applications

Contents
This module introduces students to signal processing methods that rely on nonlinear Fourier transforms and Koopman operators. These methods allow us to transform large classes of nonlinear systems such that they essentially behave like linear systems. They can also be used to decompose signals driven by such systems into physically meaningful nonlinear wave components (for example, solitons).

While these methods originated in mathematical physics, there has been a growing interesting of exploiting their unique capabilities in engineering contexts. The goal of this module is to give engineering students a practical introduction to this area. It provides the necessary theoretical background, enables students to apply the methods in practice via computer assignments, and discusses recent research from the engineering literature.

The following topics will be discussed:

- Introduction to linear operators on Hilbert spaces
- Integrable model systems (Korteweg-de Vries equation, Nonlinear Schrödinger equation)
- Lax-integrable systems (representations of Lax pairs, fake Lax pairs, conserved quantities)
- Solution of integrable model systems using nonlinear Fourier transforms (inverse scattering method) and the unified transform method
- Physical interpretation of nonlinear Fourier spectra (in particular, solitons)
- Practical applications of nonlinear Fourier transforms
- Theoretical properties of Koopman operators
- Data-driven computation of Koopman operators (residual dynamic mode decomposition)
- Practical applications of Koopman operators

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Annotations
Some tutorial sessions will be classically devoted to solving pen and paper problems, but in others students will be working on their practical computer assignments. For the latter, students have to bring their own laptops with Matlab installed. The solutions of the computer assignments must be submitted by the provided deadlines, which are typically one week after the corresponding tutorial has taken place.

Workload
The workload includes:

1. attendance in lectures and tutorials: 15*4 h = 60 h
2. preparation / follow-up: 30*3 h = 60 h
3. finishing programming assignments: 30 h
4. preparation of and attendance in examination: 30 h

A total of 180 h = 6 CR

Recommendation
Familiarity with signals and systems at the Bachelor level (Fourier and Laplace transforms, linear systems, etc.) is assumed.

M 6.216 Module: Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik [M-ETIT-100443]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	3

Mandatory			
T-ETIT-100747	Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik	6 CR	Jäkel

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden können Algorithmen der Signalverarbeitung, insbesondere bei Anwendung in der Nachrichtentechnik, analysieren und bewerten sowie Aspekte der Implementierung berücksichtigen. Sie sind in der Lage, mathematische Methoden im Bereich der Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik zu verwenden, um selbstständig theoretische und praktische Resultate zu erarbeiten und herzuleiten. Zudem können sie die Gültigkeit der Eigenschaften mittels Simulationen prüfen und ggf. Diskrepanzen analysieren.

Contents
Einige Themen, die bereits im Rahmen einer einführenden Vorlesung zur Systemtheorie im Bachelor Curriculum behandelt wurden, werden vertieft und, wenn für tiefere Einsichten hilfreich, um ergänzende mathematische Betrachtungen ergänzt.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Workload

1. Anwesenheit in der Vorlesung: 20 * 1,5 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitung der Vorlesung: 20 * 3 h = 60 h
3. Anwesenheit in der Excercise: 6 * 1,5 h = 9 h
4. Vor- und Nachbereitung der Excercise: 6 * 3,5 h = 21 h
5. Vorbereitung auf die Prüfung: 60 h

Gesamt: 180 h = 6 LP

Recommendation
Vorausgesetzt werden fundierte Grundlagen im Bereich der Systemtheorie und der Wahrscheinlichkeitstheorie. Weiterhin sind grundlegende Kenntnisse der Nachrichtentechnik, wie sie beispielsweise im ETIT-Bachelor des KIT vermittelt werden, hilfreich.

M 6.217 Module: Single-Photon Detectors [M-ETIT-101971]

Responsible: Dr. Konstantin Ilin
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-108390	Single-Photon Detectors	4 CR	Ilin

Type of Examination
Type of Examination: Oral exam
Duration of Examination: approx. 20 minutes

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload

1. Vorlesung presence time in winter term– 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 6.218 Module: Software Engineering [M-ETIT-100450]

Responsible: Dr. Clemens Reichmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	4

Mandatory			
T-ETIT-108347	Software Engineering	3 CR	Reichmann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.

Prerequisites
none

Competence Goal
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 ModellierungsLanguage UML und können diese auf softwaretechnische Problemstellungen anwenden.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen:

1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen: 22,5h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 22,5h
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger.: 30h-45h

Recommendation
Kenntnisse aus Systems and Software Engineering (Lehrveranstaltung 2311605) sind hilfreich.

M 6.219 Module: Solar Energy [M-ETIT-100524]

Responsible: Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100774	Solar Energy	6 CR	Richards

Type of Examination
Type of Examination: written exam

Duration of Examination: 120 Minutes

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

Prerequisites
Students are not allowed to take „Photovoltaik“ (M-ETIT-100513) in addition to this one.

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-100513 - Photovoltaik darf nicht begonnen worden sein.

Competence Goal
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 FachLanguage sehr gut kommunizieren.

Contents
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

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written exam.

Workload
Total 180 h, thereof 60h contact hours (45h lecture, 15h problems class), and 120h homework and self-studies

Recommendation
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 6.220 Module: Solar Thermal Energy Systems (Sp-STES) [M-MACH-101924]

Responsible: apl. Prof. Dr. Ron Dagan
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Angewandte Thermofluidik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	3

Mandatory			
T-MACH-106493	Solar Thermal Energy Systems	4 CR	Dagan

Type of Examination
mündliche Prüfung, ca. 30 Minuten

Prerequisites
none

Competence Goal
The students
get familiar with the global energy demand and the role of renewable energies
learn about improved designs for using efficiently the potential of solar energy
gain basic understanding of the main thermal hydraulic phenomena which support the work on future innovative applications
will be able to evaluate quantitatively various aspects of the thermal solar systems

Contents
I. Introduction to solar energy: Energy resources, consumption and costs
II. The sun as an energy resource:
Structure of the sun, Black body radiation, solar constant, solar spectral distribution
Sun-Earth geometrical relationship
III. Passive and active solar thermal applications.
IV. Fundamentals of thermodynamics and heat transfer
V. Solar thermal systems - solar collector-types, concentrating collectors, solar towers. Heat losses and efficiency
VII. Energy storage
The course deals with fundamental aspects of solar energy. Starting from a global energy panorama the course deals with the sun as a thermal energy source. In this context, basic issues such as the sun's structure, blackbody radiation and solar–earth geometrical relationship are discussed. In the next part, the lectures cover passive and active thermal applications and review various solar collector types including concentrating collectors and solar towers and the concept of solar tracking. Further, the collector design parameters determination is elaborated, leading to improved efficiency. This topic is augmented by a review of the main laws of thermodynamics and relevant heat transfer mechanisms.
The course ends with an overview on energy storage concepts which enhance practically the benefits of solar thermal energy systems.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Total 90 h, hereof 30 h contact hours and 60 h homework and self-studies

Lehr- und Lernformen
Vorlesung, Excercise

Literatur
Foster, Ghassemi, cota,; Solar Energy
Duffie and Beckman; Solar engineering of thermal processes
Holman:, Heat transfer
Heinzel; script to solar thermal energy (in German)

M 6.221 Module: Space-Born Microwave Radiometry - Advanced Methods and Applications [M-ETIT-100545]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100810	Space-Born Microwave Radiometry-Advanced Methods and Applications	3 CR	Zwick

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

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: 30 h

Self-study time including exam preparation: 60 h

A total of 90 h = 3 LP

Recommendation
Knowledge of the basics of high frequency technology is helpful.

M 6.222 Module: Spaceborne Radar Remote Sensing [M-ETIT-103042]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-112857	Spaceborne Radar Remote Sensing - Exam	4 CR	Moreira, Prats
T-ETIT-112858	Spaceborne Radar Remote Sensing - Workshop	2 CR	Younis

Type of Examination
The assessment takes place in the form of a written examination lasting 120 min. and in the form of reports (other types of examination). Those reports have to be submitted as part of the SAR computer workshop (approx. a total of five workshops). Details will be given during the lecture.

Prerequisites
"M-ETIT-100426 - Spaceborne SAR Remote Sensing" is not allowed to be started or to be completed.

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade results of the assessment of the exam (4 LP) and the reports (2 LP).

Annotations
Further information can be found at the internet page of the IHE (https://s.kit.edu/ihe-srrs).

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. 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

Recommendation
Signal processing and radar fundamentals.

Literatur
Vorlesung viewgraphs, reading material, and literature references can be found on ILIAS at https://s.kit.edu/srrs.

M 6.223 Module: Steuerungstechnik [M-MACH-105348]

Responsible: Hon.-Prof. Dr. Christoph Gönnheimer
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Produktionstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-MACH-105185	Steuerungstechnik	4 CR	Gönnheimer

Type of Examination
Schriftliche Prüfung (60 min)

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden …

- sind fähig, die in der Industrie vorkommenden elektrischen Steuerungen wie SPS, CNC und RC zu nennen und deren Funktions- und Arbeitsweise zu erläutern.
- können grundlegende Verfahren der Signalverarbeitung erklären. Hierzu zählen einige Codierungs- und Fehlersicherungsverfahren sowie die Analog-/Digital- Wandlung.
- sind in der Lage, eine Steuerung inklusive der benötigten Aktorik und Sensorik für eine gegebene industrielle Anwendung, insbesondere im Anlagen- und Werkzeugmaschinenbau, auszuwählen und zu dimensionieren. Sie können dabei sowohl technische als auch wirtschaftliche Aspekte in der Auswahl der Komponenten und bei der Steuerungshierarchie berücksichtigen.
- können die Vorgehensweise zur Projektierung und Programmierung einer Speicherprogrammierbaren Steuerung des Typs Siemens Simatic S7 beschreiben und dabei verschiedene ProgrammierLanguagen der IEC 1131 verdeutlichen.

Contents
Das Modul Steuerungstechnik gibt einen ganzheitlichen Überblick über den Einsatz steuerungstechnischer Komponenten in der industriellen Produktion.
Der erste Teil des Moduls befasst sich mit den Grundlagen der Signalverarbeitung und mit Steuerungsperipherie in Form von Sensoren und Aktoren, die in Produktionsanlagen für die Detektion und Beeinflussung von Prozesszuständen benötigt werden.
Der zweite Teil beschäftigt sich mit der Funktions-/Arbeitsweise elektrischer Steuerungen im Produktionsumfeld. Gegenstand der Betrachtung sind hier insbesondere die speicherprogrammierbare Steuerung, die CNC-Steuerung und die Robotersteuerung.
Den Abschluss des Moduls bildet das Thema Vernetzung und Dezentralisierung mithilfe von Bussystemen.
Das Modul ist stark praxisorientiert und mit zahlreichen Beispielen aus der Produktionslandschaft unterschiedlicher Branchen versehen.

Die Themen im Einzelnen sind:

- Signalverarbeitung
- Steuerungsperipherie
- Speicherprogrammierbare Steuerungen
- NC-Steuerungen
- Steuerungen für Industrieroboter
- Verteilte/vernetzte Steuerungssysteme
- Feldbussysteme
- Trends im Bereich der Steuerungstechnik

Workload
Präsenzzeit: 21 Stunden
Selbststudium: 99 Stunden

Lehr- und Lernformen
Vorlesung

M 6.224 Module: Stochastische Informationsverarbeitung (24113) [M-INFO-100829]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-INFO-101366	Stochastische Informationsverarbeitung	6 CR	Hanebeck

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal
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.

Contents
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.

Annotations
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 Contentse werden in allen unseren Vorlesungen grundsätzlich von Anfang an hergeleitet und ausführlich erklärt; es ist also möglich in SI, LMA oder IIS einzusteigen.

Workload
[1,5 h Vorlesung + 1,5 h Excercise (3 SWS)] x 15
+ [4,5 h Nachbereitung Vorlesung + 3,5 h Vorbereitung Excercise] x 15
+ 15 h Klausurvorbereigung
= 180 h ≙ 6 ECTS

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen aus der Wahrscheinlichkeitstheorie sind hilfreich.

M 6.225 Module: Stromrichtersteuerungstechnik [M-ETIT-100400]

Responsible: Dr.-Ing. Andreas Liske
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100717	Stromrichtersteuerungstechnik	3 CR	Liske

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
14x V à 1,5 h = 21 h

Prüfungsvorbereitung = 60 h

Insgesamt ca. 80 h (entspricht 3LP)

M 6.226 Module: Student Innovation Lab [M-ETIT-105073]

Responsible: 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

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Lab Course)
Electives (Wahlbereich) (Lab Course)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
15	Grade to a tenth	Jedes term	2 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-110291	Innovation Lab	9 CR	Hohmann, Nahm, Sax, Stork, Zwick
T-WIWI-102864	Entrepreneurship	3 CR	Terzidis
T-WIWI-110166	SIL Entrepreneurship Projekt	3 CR	Terzidis

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade consists of the written exam of the Vorlesung Entrepreneurship (40%), of the submissions and presentation of the Innovation Lab (40%) and of the submissions and presentation of the SIL Entrepreneurship Project (20%).

Annotations
An application is required to participate in this module. Information about the application: www.kit-student-innovation-lab.de**.**

Workload
Vorlesung 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 terms (15*30/2 = 225).

Recommendation
It is recommended to attend the lecture Entrepreneurship at the same time as the seminar Entrepreneurship Project and the Innovation Lab in the winter term.

Lehr- und Lernformen
Related courses:

Vorlesung 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)

M 6.227 Module: Superconducting Magnet Technology [M-ETIT-106684]

Responsible: Prof. Dr. Tabea Arndt
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113440	Superconducting Magnet Technology	4 CR	Arndt

Type of Examination
The examination takes place in form of an oral exam (abt. 30 minutes).

Two timeslots (weeks) for examination dates will be announced (usually near end of lecture period & end of term)

Prerequisites
none

Competence Goal

- The students have a solid knowledge of architecture and design aspects of applications in magnets, windings and coils in power engineering.
- For the most important magnet applications the students can apply the state of the art, choose between options and can reflect the main benefits.
- The students have a clear understanding of opportunities, benefits and limitations of superconducting windings and magnets.
- The students are able to perform the required design calculations and to solve fundamental design questions independently.

Contents
As the materials become increasingly mature and powerful, using superconductivity in a variety of applications of electrical engineering is of rising interest and benefit, too. This module is focuses on Superconducting Magnet Technology:

Windings, coils and magnets may be used as a device by itself (providing high magnetic fields e.g. in MRI, NMR, accelerators, industry magnets, etc.) or as components for Power Systems.

This section will cover the following aspects:

- Unique selling points of superconducting windings.
- Basic approaches and tools to design superconducting windings.
- Discussion of winding architectures
- Criteria to design the appropriate operating temperatures, materials, conductors, cooling technology for the electromagnetic purpose.
- Limits and opportunities when preparing and operating superconducting windings.
- Measures for safe operation of superconducting magnets.
- High-Field Magnets
- Magnets for Fusion Technology
- 3D topologies (e.g. in dipole magnets or motors/ generators)
- New options potentially offered by widespread use of hydrogen.
- New winding topologies

In the exercises, selected magnets will be designed and calculated analytically and with some computational tools (e.g. dipole magnets and compact, cryogen free HTS-magnets)

The lecturer may change the details of the content without further notice. Materials will be offered on ILIAS.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload

1. attendance in lectures and exercises: 15*3 h = 45 h
2. preparation / follow-up: 15*3 h = 45 h
3. preparation of and attendance in examination: 30 h

A total of 120 h = 4 CR

Recommendation
Having knowledge in “Superconducting Materials” is beneficial, but not mandatory.

M 6.228 Module: Superconducting Materials [M-ETIT-105521]

Responsible: Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Jedes term	2 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-111096	Superconducting Materials	6 CR	Holzapfel

Type of Examination
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).

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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 term.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Annotations
WS: Superconducting Materials Part I

SoSe: Superconducting Materials Part II

Workload
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

Recommendation
Knowledge of the basic course “Superconductivity for Engineers” is required

M 6.229 Module: Superconducting Nanowire Detectors [M-ETIT-105609]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-111236	Superconducting Nanowire Detectors	4 CR	Kempf

Type of Examination
Oral Exam (20 min.)

Prerequisites
Module "M-ETIT-102332 - Thin films: technology, physics and applications" + Thin Films: Technology, Physics and Applications II must not be started.

Competence Goal
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.

Contents
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).

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload
The workload in hours is broken down below:

1. Attendance time in lectures in the winter term 15*3h = 45h
2. Preparation / follow-up of the same 15*3h = 45h
3. Exam preparation and attendance in the same 30h

Recommendation
Previous participation on Module "Physics, Technology and Applications of thin films " is recommanded.

M 6.230 Module: Superconducting Power Systems [M-ETIT-106683]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Mathias Noe
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-113439	Superconducting Power Systems	4 CR	Noe

Type of Examination
The examination takes place in form of an oral exam (abt. 45 minutes).

Prerequisites
none

Competence Goal

- The students have a solid knowledge of architecture and design aspects of applications in windings and energy technology devices.
- For the most important power system applications the students can apply the state of the art and can reflect the main benefits.
- The students have a clear understanding of opportunities, benefits and limitations of superconducting components and devices.
- The students are able to perform the required design calculations and to solve fundamental design questions independently.

Contents
As the materials become increasingly mature and powerful, using superconductivity in a variety of applications of electrical engineering is of rising interest and benefit, too. This module focuses on Superconducting Power Systems.

It will provide an overview of the state of the art, will give an insight into the basic setup, the design, the characteristic parameters and the specific operation behaviour of the following applications:

· Power Transmission Cables and Lines
· Motors and Generators
· Transformers
· Fault Current Limiters
· Magnetic Energy Storage
· Basics of Cryo Technology

For each application a design example is shown and the focus is given on the conceptual design of each application.

The lecturers may change the details of the content without further announcement.
Materials will be offered on ILIAS.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the oral exam.

Workload

1. attendance in lectures and exercises: 15*3 h = 45 h
2. preparation / follow-up: 15*3 h = 45 h
3. preparation of and attendance in examination: 30 h

A total of 120 h = 4 CR

Recommendation
Having knowledge in „Superconducting Materials“ is beneficial.
Successful participation in „Superconductivity for Engineers“

M 6.231 Module: Superconductivity for Engineers [M-ETIT-105611]

Responsible: Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
Prof. Dr. Sebastian Kempf

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Microelectronics, Photonics, and Quantum Technologies (Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-111239	Superconductivity for Engineers	5 CR	Holzapfel, Kempf

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written examination.

Annotations
Will be changed to 6 CR in winter term 25/26.

Workload
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

Recommendation
None

M 6.232 Module: Systemintegration und Kommunikationsstrukturen in Industrie 4.0 und IoT [M-ETIT-106026]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-112212	Systemintegration und Kommunikationsstrukturen in Industrie 4.0 und IoT	3 CR	Becker

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden kennen die theoretischen und praktischen Aspekte der Systemintegration von Messgeräten (Feldgeräten) und Messsystemen in die horizontalen und vertikalen Automatisierungs- und Kommunikationsstrukturen von Industrie 4.0 und IoT.

Contents

- Umfassender Überblick über die Automatisierungstechnik seit 1970 bis 2020 und deren Zukunft, zusammengefasst in einer Zeitskala.
- Zusammenhänge bezüglich Systemintegration der Automatisierung von messtechnischen Geräten und Systemen.
- Industrie 4.0 und IoT und deren Einordnung in die Automatisierungstechnik.
- Offline-, Online- und Inline- Automatisierung in ihrer Entstehung anhand der oben erwähnten technischen Komplexitätspyramide Bezug genommen.
- Die Zeitskala der Meilensteine in der Automatisierung vom Beginn der Ethernet- und der Feldbussystementwicklungen, die Entstehung des OSI Model und der Automatisierungspyramide.
- Vorstellung und Diskussion des 7-Layer OSI-Model und der darauf basierenden Automatisierungspyramide als Interfacegrundlage der wichtigen Bussysteme in der Automatisierung bezüglich horizontaler und vertikaler Kommunikationsstrukturen.
- KI und Predictive Maintenance als Säulen bei Industrie 4.0 und IoT sowie deren Anwendungen über mehr als 50 Jahre in Abhängigkeit der verfügbaren Technologien von Elektronik und Software.
- Harmonisierungsbestrebungen und Normierungen in der Automatisierungs- und Systemtechnik zur Eindämmung der stark wachsenden Feldbussystemen.
- Entwicklung von Feldgeräten und Automatisierungskomponenten im Rahmen der Einflussnahme von Elektronik-, µ-Controller- DSP-, FPGA-, Multi-Core-Prozessoren- und Chip-on-Bond- Entwicklungen sowie Softwareentwicklungen mit Beispielen aus der Messtechnik.
- Die Problematik von der nicht ganz einfachen Anpassung von Feldgeräten und Komponenten an die rauhen Einsatz- und Umgebungsbedingungen in Fabrik- und Prozessautomation, dargestellt in einer Komplexitätspyramide (EMV, Schutzart IPxx, Explosionsschutz, CE).
- Qualitätskontrolle in der Messtechnik aufgrund der Komplexität der Anforderungen der letzte Schritt in einer Systemintegration sowie Kommunikationsvernetzung in der Automatisierungskette anhand der Analysenmesstechnik und den physikalischen Parameter wie Druck, Füllstand, Durchfluss und Temperatur eingehend erläutert.
- Die Einflussnahme von µ-Controller, DSP's (Digital Signal Processor), FPGAs, ASICs etc. auf den Übergang von Großrechnern, Workstations bis hin zu PC's bis hin zur Integration von immer kleineren Elektroniken in die Feldgeräte bis zum heutigen Stand der Technik dargestellt.
- Diskussion und Gegenüberstellung der Aufgabenverteilung von SCADA/HMI- MES und ERP-Systemen. Besonders werden dabei die hierarchischen Zusammenhänge vom ERP-System bis hinunter zu den Feldgeräten, die Kommunikationsebenen und deren typischen Netzwerktopologien mit den unterschiedlichen Bussystemen diskutiert.
- Vorstellung zukünftiger Technologien in verschiedenen Industrien und deren Innovation in der Messtechnik mit modernen Kommunikations- und Automatisierungs-Schnittstellen. Beispiele für Automotive, Solar-, Halbleiterindustrie und Umwelttechnik
- Verbreitung von Bussystemen in den Märkten erläutert und was man über sie überblicksmäßig wissen sollte.
- In diesem Zusammenhang zeige ich auch auf, mit welchen Problemen der Mittelstand in der Automatisierung konfrontiert war und ist und wie heute viele Firmen immer noch versuchen, den Anschluss in der Automatisierungstechnik zu gewinnen. Schwerpunktmäßig geht es hierbei auch um die Anpassung der Altgeräte an die modernen Schnittstellen der Automatisierung und der Entwicklung von neuen Plattformen für automatisierungsgerechte Anwendungen, für einige Lösungen aufgezeigt werden.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload

1. Präsenzzeit in Vorlesungen: 15*2 h = 30 h
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen: 15*2 h = 30 h
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger: 30 h

   Summe: 90 LP = 3 LP

M 6.233 Module: Systems and Software Engineering [M-ETIT-100537]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Fundamentals)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-ETIT-100675	Systems and Software Engineering	5 CR	Sax

Type of Examination
Written exam, approximately 90 minutes.

Students are given the opportunity to earn a grade bonus through separate task assignments. If the grade of the written exam is between 4.0 and 1.3, the bonus improves the grade by a maximum of one grade level (0.3 or 0.4). The exact criteria for awarding a bonus will be announced at the beginning of the lecture. Bonus points do not expire and remain valid for exams taken at a later date.

Prerequisites
none

Competence Goal
Students are able to analyse and explain the functional principles and applications of embedded systems.

• Students are able to evaluate and apply maturity models as well as Software Development Life Cycle models including the waterfall model, V-model, prototyping model, agile models, and DevOps.

• Students are able to apply various creativity techniques to develop innovative solutions to problems. They will be able to derive and analyse requirements.

• Students are familiar with diagram formats software modelling languages; they can evaluate and create these based on problem descriptions of an application area. They will be able to create and evaluate functional, data-oriented, algorithmic, state-oriented, and object-oriented views.

• Students are able to understand and apply various aspects of the realization of embedded systems. They will be able to consider implementation alternatives: hardware, co-design and scheduling aspects.

• Students are familiar with the various testing phases in a project and can explain them. They can assess the reliability of a system and understand the concept of functional safety.

Contents
The focus of the course is on processes and methods for the design of systems composed of electrical, electronic and electronically programmable systems that contain software, hardware and mechanical components. The desired competencies of the course include the knowledge and goal-oriented use of modeling techniques, design processes, description and representation tools as well as specification languages that correspond to the current state of the art.

Module grade calculation
The grade is determined by the written exam and the bonus points.

Annotations
Will be changed to 6 CR in winter term 25/26.

Workload
For each Credit Point (CP), 30h of work is scheduled. The resulting 150h are distributed as follows:

- 15 weeks of 1.5h attendance in lecture and 2h preparation and follow-up per week = 52.5h
- 15 weeks of 1.5h attendance in each exercise and at least 2h preparation (includes processing of exercise sheets and the processing of tasks for the acquisition of bonus points) per week = 52.5h
- Preparation for the exam = 45h

Recommendation
Knowledge in Digital Technology and Information and Automation Technology (e.g. module M-ETIT-102102 and M-ETIT-106336)

M 6.234 Module: Systems Engineering for Automotive Electronics [M-ETIT-100462]

Responsible: Hon.-Prof. Dr. Jürgen Bortolazzi
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100677	Systems Engineering for Automotive Electronics	4 CR	Bortolazzi

Type of Examination
Die Art und Weise (schriftliche oder mündliche Prüfung) der Erfolgskontrolle wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

Die Prüfung findet ohne Hilfsmittel statt.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung. Der Besuch von Labor / Excercise zur Vorlesung ist Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung.

Annotations
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 / Excercise zur Vorlesung ist Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung.

Workload
Jeder Leistungspunkt (Credit Point) entspricht ca. 25-30h Workload. Dieser ist gegeben durch

1. Präsenzzeit in Vorlesung und Excercise
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger

Recommendation
Empfohlen wird der Besuch der Vorlesung SE (23611)

M 6.235 Module: Team Project: Sensors and Electronics [M-ETIT-105465]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	pass/fail	Jedes term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-111007	Team Project: Sensors and Electronics	3 CR	Ulusoy, Zwick

Type of Examination
Finaler Designbericht

Prerequisites
Eine eigene Bewerbung ist Voraussetzung zur Teilnahme. Informationen zur Bewerbung: https://www.ihe.kit.edu/VorlesungenWS_4850.php

Competence Goal

- 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

Contents
Die Studierenden entwickeln ein System oder eine Komponente aus der Sensorik oder Elektronik. Die Contentsliche Tiefe der Arbeit muss über den Contents einzelner Vorlesungen hinausgehen oder Contentse 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.

Module grade calculation
Keine Note, nur bestanden oder nicht

Workload
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

Recommendation
Vertiefende Vorlesungen des Instituts für Hochfrequenztechnik und Elektronik (IHE)

M 6.236 Module: Technische Akustik [M-ETIT-101835]

Responsible: Dr. Nicole Ruiter
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-104579	Technische Akustik	3 CR	Ruiter

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Akustik und deren technische Anwendungen und können die prinzipielle technische Umsetzung nachvollziehen.

Contents
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.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload 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 6.237 Module: Technische Optik [M-ETIT-100538]

Responsible: Prof. Dr. Cornelius Neumann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100804	Technische Optik	5 CR	Neumann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
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 Contents abzuweichen.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Workload
1. Präsenzzeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung: 15 * 2 h = 30 h
3. Präsenzzeit Excercise: 15 * 2 =30 h
4. Vor- und Nachbereitungszeit Excercise: 15 * 2 h = 30 h
5. Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger: 30 h

Insgesamt: 150 h = 5 LP

Recommendation
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

M 6.238 Module: Telematik (24128) [M-INFO-100801]

Responsible: Prof. Dr. Martina Zitterbart
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German/English	4	1

Mandatory			
T-INFO-101338	Telematik	6 CR	Zitterbart

Type of Examination
Siehe Course

Prerequisites
Siehe Course

Competence Goal
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.

Contents

- Einführung
- Ende-zu-Ende Datentransport
- Routingprotokolle und -architekturen
- Medienzuteilung
- Brücken
- Datenübertragung
- ISDN
- Weitere ausgewählte Beispiele
- Netzmanagement

Workload
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

Recommendation
Siehe Course

M 6.239 Module: Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld [M-ETIT-100546]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100811	Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld	4 CR	Sax

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
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 Contentse der Vorlesung können von den Studenten in anderem Kontext, z.B. in der Standard-Software-Entwicklung, erfolgreich eingesetzt werden.

Contents
Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse bezüglich Methoden, Technologien und Vorgehensweisen, die beim Test von Software für eingebettete Systeme zum Einsatz kommen. In der angeschlossenen praktischen Excercise werden Excercisesaufgaben bearbeitet und aktuelle Testwerkzeuge eingesetzt.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
1. Präsenzzeit in Vorlesungen + Excercise: 60h
2. Vor-/Nachbereitung von Excercise und Vorlesung = 35h
3. Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger = 20h

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen aus der angewandten Informatik zum Beispiel der Besuch des Praktikums Informationstechnik sind hilfreich.

M 6.240 Module: Theoretische Grundlagen der Kryptographie [M-INFO-105584]

Responsible: Prof. Dr. Jörn Müller-Quade
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-INFO-111199	Theoretische Grundlagen der Kryptographie	6 CR	Müller-Quade

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal
Der/die Studierende
- kann die grundlegende Begriffe der Kryptographie motivieren, erklären, ihre Unterschiede aufzeigen, und sie untereinander in Beziehung setzen.
- ist in der Lage, Sicherheitsmodelle und -ziele zu vergleichen und zu bewerten.
- kennt und versteht Definitionen und Konstruktionen, und deren Zusammenhänge und Abhängigkeiten. Beispielweise Eigenschaften wie „einweg“, „kollisionsresistent“, „pseudo-zufällig“, „IND-CPA“, „IND-CCA“, „EUF-CMA“, etc., und Kandidaten, Konstruktionen, und Verfahren mit solchen Eigenschaften.
- versteht elementare Beweistechniken (wie z.B. Reduktionen und Hybridargumente) und kann diese anwenden
- kann Sicherheitsbeweise nachvollziehen, prüfen und erklären.
- kann einfache neue Verfahren konstruieren, bewerten, und mögliche Angriffe finden.
- kann (einfache) sichere Verfahren mit den gelernten Techniken als sicher beweisen.

Contents
Die Vorlesung behandelt die theoretischen Grundlagen der Kryptographie, mit Fokus auf nicht-interaktiven Grundlagen. Die Vorlesung besteht aus drei großen Teilen.
1. Komplexitätstheoretische Aspekte
2. Secret-Key Kryptographie
3. Public-Key Kryptographie

Die üblichen Contentse umfassen:
- Asymptotische Sicherheit, Einwegfunktionen, Pseudozufall und Ununterscheidbarkeit
- Secret-Key Kryptographie (Verschlüsselung, Sicherheitsbegriffe wie IND-CPA, IND-CCA, Authentizität, und authentifizierte Verschlüsselung)
- Public-Key Verschlüsselung (Sicherheitsbegriffe in dieser Situation, insbesondere CCA-Sicherheit)
- Signaturen (Definition und grundlegende Konstruktionen.)
- Ausblicke auf weiterführende Themen (beispielsweise als Teil der Übungen)

Zur Vorlesung findet eine ergänzende Excercise statt, die Stoff rekapituliert, vertieft, und in neuem Kontext anwendet.

Die konkreten Contentse von Vorlesung und Excercise variieren, je nach Wahl des Schwerpunktes. Sie dient als Grundlage für weiterführende Vorlesungen und Seminare, beispielsweise zu kryptographischen Protokollen (interaktive Kryptographie) und fortgeschrittene nicht-interaktive Kryptographie.

Workload
Präsenzzeit in der Vorlesung: 48 h

Vor-/Nachbereitung derselbigen: 52 h

Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger: 80 h

M 6.241 Module: Thermische Solarenergie [M-MACH-102388]

Responsible: apl. Prof. Dr. Ron Dagan
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Angewandte Thermofluidik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	English	4	2

Mandatory			
T-MACH-105225	Thermische Solarenergie	4 CR	Dagan

Type of Examination
Eine Erfolgskontrolle muss stattfinden, Prüfung mündlich ca. 30 Minuten

Prerequisites
none

Competence Goal
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).

Contents
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 (EnergieContentse, Speicherformen und -materialien, Potenziale…), Speicherkonzepte (Systemaufbau, Auslegungsverhältnis), Systemintegration.

9. Solare Klimatisierung: Kühlleistungsbestimmung, Raumklima, solare Kühlverfahren und Bewertung der Klimatisierung.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Präsenzzeit Vorlesung: 30 Stunden
Vor- und Nachbereitung 60 Stunden (incl.ergänzender Recherchen)

Prüfungsvorbereitung 30 Stunden

Recommendation
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 6.242 Module: Überfachliche Qualifikationen [M-ETIT-105803]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Interdisciplinary Qualifications (Überfachliche Qualifikationen)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	pass/fail	Jedes term	1 term	German/English	4	3

Wahlinformationen
Zur Selbstverbuchung abgelegter überfachlicher Qualifikationen von HoC, FORUM (früher ZAK) oder SPZ sind die Teilleistungen mit dem Titel "Selbstverbuchung-..." passend zur Scale, benotet oder unbenotet, auszuwählen. Titel und LP der Leistung werden übernommen.
Die Verbuchung erfolgt im Studierendenportal über den Menüpunkt „Prüfungsanmeldung und -abmeldung“,

Choice notes

For self assignment of taken interdisciplinary qualifications of HoC, FORUM (formerly ZAK), or SPZ the courses ('Teilleistungen') with the title 'Self Assignment-...' have to be selected according to the grading scale, graded or ungraded. Title and credits of the achievement are adopted.
Students can access the module via the menu item "Exam Registration and Unregistration" at the Study Portal.

Überfachliche Qualifikationen (Election: at least 6 CR)			
T-MACH-105721	Das Arbeitsfeld des Ingenieurs	2 CR	Doppelbauer, Geimer
T-ETIT-111316	Einführung in die wissenschaftliche Methode (Seminar)	1 CR	Nahm
T-WIWI-100796	Industriebetriebswirtschaftslehre	3 CR	Fichtner
T-ETIT-111317	Introduction to the Scientific Method (Seminar)	1 CR	Nahm
T-MACH-105442	Patente und Patentstrategien in innovativen Unternehmen	4 CR	Zacharias
T-MACH-106738	ProVIL – Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor	4 CR	Albers, Düser
T-ETIT-100814	Seminar Project Management for Engineers	3 CR	Noe
T-ETIT-108820	Seminar Projekt Management für Ingenieure	3 CR	Day, Noe
T-ETIT-111369	Seminar Strategieableitung für Ingenieure	3 CR	Arndt
T-ETIT-100754	Seminar Wir machen ein Patent	3 CR	Stork
T-ETIT-111923	Technikethik - ARs ReflecTIonis	2 CR	Kühler
T-ETIT-100797	TutorInnenprogramm - Start in die Lehre	2 CR	
T-ETIT-111529	Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-benotet	2 CR	
T-ETIT-111688	Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-benotet	2 CR	
T-ETIT-111689	Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-benotet	2 CR	
T-ETIT-111533	Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-unbenotet	2 CR	
T-ETIT-111690	Selbstverbuchung-HOC-SPZ-Forum-unbenotet	2 CR	
T-ETIT-111691	Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-unbenotet	2 CR	
T-ETIT-112898	Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-unbenotet	2 CR	

M 6.243 Module: Ultraschall-Bildgebung [M-ETIT-100560]

Responsible: Dr. Nicole Ruiter
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100822	Ultraschall-Bildgebung	3 CR	Ruiter

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden beherrschen die heute üblichen Methoden von Ultraschallbildgebung in der Medizin, verstehen ihre Funktionsprinzipien und physikalischen Grundlagen und können die technische Umsetzung nachvollziehen.

Contents
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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
1. Präsenzzeiten in Vorlesungen
2. Vor-/Nachbereitung derselben
3. Mündliche Prüfung und On-Site in selbiger

M 6.244 Module: Universal Composability in der Kryptographie [M-INFO-105783]

Responsible: Prof. Dr. Jörn Müller-Quade
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-INFO-111584	Universal Composability in der Kryptographie	3 CR	Müller-Quade

Type of Examination
Siehe Course.

Prerequisites
Siehe Course.

Competence Goal
Der/die Studierende

- versteht die bei Protokollkomposition auftretenden Probleme und kann diese auch anhand von Beispielen erklären.

- kennt und versteht die in der Vorlesung vorgestellten Frameworks, Sicherheitsbegriffe und deren Eigenschaften und kann diese erläutern, in Beziehung setzen bzw. beweisen.

- kennt und versteht die in der Vorlesung vorgestellten Protokolle und Beweise und kann diese wiedergeben.

- kann die in der Vorlesung gezeigten Techniken selbstständig anwenden, beispielsweise um die Sicherheit bzw. Unsicherheit von einfachen Protokollen beweisen bzw. zeigen.

Contents
In der Vorlesung "Kryptographische Protokolle" wurden Methoden und Bausteine zur sicheren Mehrparteienberechnung vorgestellt. Die Sicherheit wurde dabei für eine einzelne Ausführung und unter sequenzieller Komposition gezeigt.

In der Realität werden Protokolle jedoch nebenläufig ausgeführt - sowohl mehrere Instanzen desselben Protokolls (concurrent composition) als auch mehrere, unterschiedliche Protokolle (general composition), die unabhängig voneinander entworfen wurden.

Diese Protokollkomposition wird von klassischen Sicherheitsbegriffen nicht hinreichend abgedeckt: So kann es sein, dass die Ausführung einer einzelner Protokollinstanz zwar als sicher bewiesen werden kann. Wird dasselbe Protokoll mehrfach gleichzeitig ausgeführt, kann jedoch alle Sicherheit verloren gehen.

Im ersten Teil der Vorlesung wird deshalb der Begriff der universell komponierbaren Sicherheit vorgestellt, der das Setting von general composition, in dem beliebige Protokolle nebenläufig ausgeführt werden, abbildet. Eine wichtige Einsicht hierbei ist, dass UC-Sicherheit nur mithilfe von Vertrauensannahmen, sogenannten "Setups", erreicht werden kann.

Im zweiten Teil der Vorlesung werden wichtige Protokolle, die diese starke Sicherheit erfüllen, vorgestellt, beispielsweise für Commitments oder generische sichere
Mehrparteienberechnung.

Zum Ende der Vorlesung werden weitere komponierende Sicherheitsbegriffe sowie dazugehörige Protokolle betrachtet, die schwächer als UC-Sicherheit sind, dafür aber ohne Setup auskommen.

Workload
90 h
Präsenzzeit in der Vorlesung: 24 h
Vor-/Nachbereitung derselbigen: 31 h
Prüfungsvorbereitung und On-Site in selbiger: 35 h

Recommendation
Studierende sollten mit den Contentsen der Module "Theoretische Grundlagen der Kryptographie" und „Kryptographische Protokolle“ vertraut sein.

M 6.245 Module: Vakuumtechnik [M-CIWVT-104478]

Responsible: Dr.-Ing. Thomas Giegerich
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
6	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-CIWVT-109154	Vakuumtechnik	6 CR	Giegerich

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca.20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden können grundlegende physikalische Zusammenhänge in der Vakuumwissenschaft erläutern. Darauf aufbauend können Sie in komplexes Vakuumsystem richtig und spezifikationsgerecht auslegen.

Contents
Grundlegende Begriffe; Vakuumpumpen; Praktische Vakuumlimits; Ausgasung und deren Minimierung; Sauberkeitsanforderungen; Vakuuminstrumente, Totaldruckmessung; Restgasanalyse; Lecksuche; Vakuumströmung; Auslegung von Vakuumsystemen; Technische Spezifikationen, Qualität; Beispiele großer Vakuumsysteme; Industrielle Anwendungen in der Verfahrenstechnik.

Module grade calculation
Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload

- Präsenszeit: 60 h
- Selbststudium: 80 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Lehr- und Lernformen
22033 – Übung zu Vakuumtechnik

22034 – Vakuumtechnik

Literatur
K. Jousten (Ed.) - Wutz Handbuch Vakuumtechnik, 11. Auflage, Springer, 2013.

M 6.246 Module: Verifizierte numerische Methoden [M-ETIT-104493]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-109184	Verifizierte numerische Methoden	4 CR	Hohmann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Competence Goal

- 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.

Contents

- 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

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen:

1. Präsenzzeit in Vorlesung/Excercise (2+1 SWS: 45h1.75 LP)
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung/Excercise (60h2 LP)
3. Vorbereitung/Präsenzzeit mündliche Prüfung (7.5h0.25 LP)

Recommendation
Kenntnisse folgender Module werden empfohlen:

- Mathematik I-III im Bachelor
- M-MATH-100536 - Numerische Methoden
- M-ETIT-104595 Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen

M 6.247 Module: Verteilte ereignisdiskrete Systeme [M-ETIT-100361]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnik) (Focus Area)
Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Automation, Robotics, and Systems Engineering (Automatisierung, Robotik und Systems Engineering) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100960	Verteilte ereignisdiskrete Systeme	4 CR	Heizmann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

Prerequisites
none

Competence Goal
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.

Contents
Das Modul behandelt die Grundlagen zur Beschreibung und Analyse ereignisdiskreter Systeme. Der Contents der Vorlesung setzt sich aus folgenden Themengebieten zusammen: Markov-Theorie, Warteschlangensysteme und Max-Plus-Algebra.

Module grade calculation
Notenbildung ergibt sich aus der schriftlichen Prüfung

Workload
Die Vorbereitung (0,5 h), der Besuch (1,5 h) und die Nachbereitung (1 h) der wöchentlichen Vorlesung und der 14-täglich stattfinden Excercise sowie die Vorbereitung (40-50 h) und Teilnahme (2 h) an der Klausur ergibt insgesamt einen Workload von 110-120 h.

Recommendation
Die Kenntnis der Contentse der Module „Wahrscheinlichkeitstheorie“, „Signale und Systeme“ und „Messtechnik“ wird dringend empfohlen.

M 6.248 Module: Visuelle Wahrnehmung im KFZ [M-ETIT-100497]

Responsible: Prof. Dr. Cornelius Neumann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-ETIT-100777	Visuelle Wahrnehmung im KFZ	3 CR	Neumann

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Competence Goal
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

Contents
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 Contents abzuweichen.

Module grade calculation
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Workload
Unter den Workload fallen:

1. Präsenzzeit in Vorlesungen, Übungen
2. Vor-/Nachbereitung derselbigen
3. Klausurvorbereitung und On-Site in selbiger.

Recommendation
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

M 6.249 Module: Water – Energy – Environment Nexus in a Circular Economy: Research Proposal Preparation [M-CIWVT-106680]

Responsible: Prof. Dr. Andrea Iris Schäfer
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
5	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-CIWVT-113433	Water – Energy – Environment Nexus in a Circular Economy: Research Proposal Preparation	5 CR	

Type of Examination
The Learning control is an examination of another type:
Research proposal of 10 pages and an oral presentation of 10 minutes (individual work). The grade will be a composite of the proposal (submission in week 13 before class) and oral & poster presentation (all day workshop with researcher participation).

Prerequisites
None

Competence Goal
The goal of this course is to get an overview of current challenges in the circular economy focused on the water – energy – environment nexus. Based on individual student interest a topic will be identified and a research plan developed encompassing a thorough background research to establish the state-of-the-art, identification of a specific research problem and research questions suitable to solve this problem. Concepts of novelty and excellence will be explored in an international context. Following the individual topic choice, the research proposal will be developed individually in a tutor group (divided into water, energy, environment) while lectures on required skills will accompany this process. As an outlook beyond this course, criteria to consider when looking for research careers such as applying for funding/scholarships, considering choices in research environment and supervision, performance indicators in research and university rankings will be introduced to enable informed decisions. The proposal will be communicated in writing, as a brief presentation and as a poster, which equips students brilliantly not only for a masters thesis but also a future research publication or a PhD.

Contents
In a time of limiting resources, climate change and ever increasing demand for resources the concept of a circular economy is inevitable to create a more sustainable utilization of our key resources, water, energy and ‘environment’. Concepts of zero liquid discharge, water reuse, carbon net zero, resource recovery and environmental pollution reduction are all part of this concept where where waste is returned to use. The water – energy – environment nexus is the particular focus of ths course. Global water issues, water and wastewater treatment, desalination, water reuse, micropollutants, decentralized systems, water & sanitation in international development, renewable energies, environmental pollution, climate change, resource recovery – and many more topics will inspire future research.

Module grade calculation
The module grade is the grade of the examination of another type.

Workload

- Contact time: lectures and tutorials 60 hrs (4 SWS)
- Group and self study: 50 hrs
- Preparation of assessments and participation at the group presentations (one full day): 30 hrs

M 6.250 Module: Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik (WW4INGMB32) [M-MACH-101286]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Produktionstechnik
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
9	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	5

Mandatory			
T-MACH-110963	Werkzeugmaschinen und hochpräzise Fertigungssysteme	9 CR	Fleischer

Type of Examination
Mündliche Prüfung (45 Minuten)

Prerequisites
none

Competence Goal
Die Studierenden

- sind in der Lage, den Einsatz und die Verwendung von Werkzeugmaschinen und hochpräzisen Fertigungssystemen zu beurteilen und diese hinsichtlich ihrer Eigenschaften sowie ihres Aufbaus zu unterscheiden.
- können die wesentlichen Elemente von Werkzeugmaschinen und hochpräzisen Fertigungssystemen (Gestell, Hauptspindel, Vorschubachsen, Periphere Organizationen, Steuerung und Regelung) beschreiben und erörtern.
- sind in der Lage, die wesentlichen Komponenten von Werkzeugmaschinen und hochpräzisen Fertigungssystemen auszuwählen und auszulegen.
- sind befähigt, Werkzeugmaschinen und hochpräzise Fertigungssysteme nach technischen und wirtschaftlichen Kriterien auszuwählen und zu beurteilen.

Contents
Das Modul gibt einen Überblick über den Aufbau, den Einsatz sowie die Verwendung von Werkzeugmaschinen und hochpräzisen Fertigungssystemen. Im Rahmen des Moduls wird ein fundiertes und praxisorientiertes Wissen für die Auswahl, Auslegung und Beurteilung von Werkzeugmaschinen und hochpräzisen Fertigungssystemen vermittelt. Zunächst werden die wesentlichen Komponenten der Systeme systematisch erläutert und deren Auslegungsprinzipien sowie die ganzheitliche Systemauslegung erörtert. Im Anschluss daran werden der Einsatz und die Verwendung von Werkzeugmaschinen und hochpräzisen Fertigungssystemen anhand von Beispielmaschinen aufgezeigt. Anhand von Beispielen aus der aktuellen Forschung und der industriellen Anwendung werden neuste Entwicklungen thematisiert, insbesondere bei der Umsetzung von Industrie 4.0 und künstlicher Intelligenz.
Mit Gastvorträgen aus der Industrie wird das Modul durch Einblicke in die Praxis abgerundet.

Die Themen im Einzelnen sind:

- Strukturelemente dynamischer Fertigungssysteme
- Vorschubachsen: Hochpräzise Positionierung
- Hauptantriebe spanender Werkzeugmaschinen
- Periphere Organizationen
- Maschinensteuerung
- Messtechnische Beurteilung
- Instandhaltungsstrategien und Zustandsüberwachung
- Prozessüberwachung
- Entwicklungsprozess für Fertigungsmaschinen
- Maschinenbeispiele

Workload
Präsenzzeit: 63 Stunden
Selbststudium: 207 Stunden

Lehr- und Lernformen
Vorlesung, Excercise, Exkursione

M 6.251 Module: Wissenschaftliches Programmieren für Ingenieure [M-MACH-105369]

Responsible: Dr. Daniel Weygand
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Angewandte Materialien/Computational Materials Science
Part of: Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
4	Grade to a tenth	Each winter term	1 term	German	4	1

Mandatory			
T-MACH-100532	Wissenschaftliches Programmieren für Ingenieure	4 CR	Gumbsch, Weygand

Type of Examination
schriftliche Prüfung 90 Minuten

Prerequisites
none

Competence Goal
Der/die Studierende kann

- die ProgrammierLanguage C++ anwenden, um Programme für das wissenschaftliche Rechnen zu erstellen
- Programme zur Nutzung auf Parallelrechnern anpassen
- geeignete numerische Methoden zur Lösung von Differentialgleichungen auswählen.

Contents
1. Einführung: warum wissenschaftliches Rechnen
2. Rechnerarchitekturen
3. Einführung in Unix/Linux
4. Grundlagen der ProgrammierLanguage C++
* Programmstruktur
* Datentypen, Operatoren, Steuerstrukturen
* dynamische Speicherverwaltung
* Funktionen
* Klassen, Vererbung
* OpenMP Parallelisierung
5. Numerik / Algorithmen
* finite Differenzen
* MD Simulation: Lösung von Differenzialgleichungen 2ter Ordnung
* Partikelsimulation
* lineare Gleichungslöser

Annotations
Die Vorlesung kann nicht mit der Vorlesung "Anwendung höherer ProgrammierLanguagen im Maschinenbau" (2182735) kombiniert werden.

Workload
Präsenzzeit: 22,5 Stunden
Excercise: 22,5 Stunden (freiwillig)
Selbststudium: 75 Stunden

Lehr- und Lernformen
Vorlesung

Literatur

1. C++: Einführung und professionelle Programmierung; U. Breymann, Hanser Verlag München
2. C++ and object-oriented numeric computing for Scientists and Engineers, Daoqui Yang, Springer Verlag.
3. The C++ Programming Language, Bjarne Stroustrup, Addison-Wesley
4. Die C++ Standardbibliothek, S. Kuhlins und M. Schader, Springer Verlag
5. Numerical recipes in C++ / C / Fortran (90), Cambridge University Press
6. Numerische Mathematik, H.R. Schwarz, Teubner Stuttgart
7. Numerische Simulation in der Moleküldynamik, Griebel, Knapek, Zumbusch, Caglar, Springer Verlag

M 6.252 Module: Workshop Finite Element Method in Electromagnetics [M-ETIT-107147]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: Field of Specialization (Vertiefungsrichtung) / Electrical Power Systems and Electromobility (Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität) (Focus Area)
Electives (Wahlbereich) (Elective Modules)

CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Level	Version
3	Grade to a tenth	Each summer term	1 term	English	4	1

Mandatory			
T-ETIT-114166	Workshop Finite Element Method in Electromagnetics	3 CR	Doppelbauer

Type of Examination
Success control takes place in the form of different types of examination consisting of a written assignment in the form of an written report.

Prerequisites
none

Competence Goal
In this course, students acquire basic knowledge about the application of the finite element method in electromagnetic analysis: mathematical principles, levels of abstraction, model creation and result analysis.

Contents

- Introduction to the mathematical basics of the finite element method (FEM) of electromagnetics
- Presentation of the industry-standard software ANSYS Maxwell
- Construction of a model of a permanently excited synchronous machine
- Presentation and implementation of optimization strategies for the design of machines with regard to various parameters
- Introduction to results analysis

The module teaches students

- How to use industry-standard software from the field of electromagnetic FEM
- Solve basic practical tasks in the field of electromagnetic FEM
- Approaches to optimizing various parameters using the example of electrical machines
- Question and evaluate the results of a simulation or optimization

Module grade calculation
The module grade is the grade of the written paper.

Workload

1. Attendance time: 20h
2. Preparation and follow-up time: 10h
3. Project work: approx. 60h

   Total approx. 90 h, corresponds to 3 CP

Recommendation
Knowledge from the modules "Elektrische Maschinen und Stromrichter" and "Entwurf elektrischer Maschinen" is desired.

7 Teilleistungen

T 7.1 Course: Adaptive Optics [T-ETIT-107644]

Responsible: Dr. Szymon Gladysz
Prof. Dr. Ulrich Lemmer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-103802 - Adaptive Optics

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Type of Examination: Oral examination

Duration of Examination: approx. 30 Minutes

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

The module grade is the grade of the oral exam.

Prerequisites
none

Recommendation
Basic knowledge of statistics.

Workload
120 Std.

T 7.2 Course: Advanced Communications Engineering [T-ETIT-113676]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106815 - Advanced Communications Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
The assessment takes place in the form of a written examination lasting 120 min.

The module grade is the grade of the written exam.

Prerequisites
none

T 7.3 Course: Aktuelle Themen der Solarenergie [T-ETIT-100780]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Powalla
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100507 - Aktuelle Themen der Solarenergie

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle setzt sich aus der Bewertung eines ca. 30-minütigen Fachvortrages und der Erstellung einer kurzen schriftlichen Ausarbeitung zusammen.

Prerequisites
none

T 7.4 Course: Angewandte Informationstheorie [T-ETIT-100748]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100444 - Angewandte Informationstheorie

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 25 Minuten. Vor der Prüfung erfolgt eine Vorbereitungsphase von 15 Minuten, in der vorbereitende Aufgaben gelöst werden.

Prerequisites
none

Recommendation
Vorheriger Besuch der Vorlesung „Wahrscheinlichkeitstheorie“ wird empfohlen.

T 7.5 Course: Antennas and Beamforming [T-ETIT-113920]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106956 - Antennas and Beamforming

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.
The module grade is the grade of the written exam.

Prerequisites
none

Recommendation
Knowledge of the basics of radio frequency technology and some basic knowledge on communication and radar systems is recommended.

T 7.6 Course: Anziehbare Robotertechnologien [T-INFO-106557]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
Prof. Dr.-Ing. Michael Beigl

Organization: KIT-Fakultät für Informatik

Part of: M-INFO-103294 - Anziehbare Robotertechnologien

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	4

Lectures					
SS 2025	2400062	Anziehbare Robotertechnologien	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Asfour, Beigl

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The assessment is carried out as a written examination (§ 4 Abs. 2 No. 1 SPO) lasting 60 minutes.

Prerequisites
Attending the lecture Mechano-Informatics and Robotics is recommended.

Recommendation
Attending the lecture Mechano-Informatics and Robotics is recommended.

T 7.7 Course: Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme [T-ETIT-104518]

Responsible: Dr. Thomas Blank
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-102200 - Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Mündliche Prüfung

Prerequisites
none

Recommendation
Elektrische Maschinen und Stromrichter, Leistungselektronik

T 7.8 Course: Authentisierung und Verschlüsselung [T-INFO-110824]

Responsible: Prof. Dr. Jörn Müller-Quade
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-105338 - Authentisierung und Verschlüsselung

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2400045	Authentisierung und Verschlüsselung	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Müller-Quade, Bayreuther

Legend: 💻 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30min nach §4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Prerequisites
Modul darf nicht zusammen mit dem Modul M-INFO-100743 Digitale Signaturen belegt werden

Recommendation
Studierende sollten mit den Contentsen des Moduls "Theoretische Grundlagen der Kryptographie" vertraut sein

T 7.9 Course: Batterie- und Brennstoffzellensysteme [T-ETIT-100704]

Responsible: Dr.-Ing. Andre Weber
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100377 - Batterie- und Brennstoffzellensysteme

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2304214	Batterie- und Brennstoffzellensysteme	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Weber

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten.

Prerequisites
none

Recommendation
Die Contentse 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 7.10 Course: Batterien und Brennstoffzellen [T-ETIT-100983]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ulrike Krewer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100532 - Batterien und Brennstoffzellen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each winter term	3

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Prerequisites
none

T 7.11 Course: Bioelektrische Signale [T-ETIT-101956]

Responsible: Dr.-Ing. Axel Loewe
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100549 - Bioelektrische Signale

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2305264	Bioelektrische Signale	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Loewe

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 Minuten.

Prerequisites
none

T 7.12 Course: BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin I [T-MACH-100966]

Responsible: Prof. Dr. Andreas Guber
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik
Part of: M-MACH-100489 - BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin I

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Schriftliche Prüfung (75 Min.)

Prerequisites
none

Workload
120 Std.

T 7.13 Course: BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin II [T-MACH-100967]

Responsible: Prof. Dr. Andreas Guber

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik

Part of: M-MACH-100490 - BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin II

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2142883	BioMEMS-Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin II	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Guber, Ahrens

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
Schritliche Prüfung (75 Min.)

Prerequisites
none

Workload
120 Std.

T 7.14 Course: BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin III [T-MACH-100968]

Responsible: Prof. Dr. Andreas Guber

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik

Part of: M-MACH-100491 - BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Science und Medizin III

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2142879	BioMEMS-Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin III	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Guber, Ahrens

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
Schriftliche Prüfung (75 Min.)

Prerequisites
none

Workload
120 Std.

T 7.15 Course: Business Innovation in Optics and Photonics [T-ETIT-104572]

Responsible: Prof. Dr. Werner Nahm
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-101834 - Business Innovation in Optics and Photonics

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Art der Prüfung: Prüfungsleistung anderer Art

Duration 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

Prerequisites
Gute Kenntnisse in Optik & Photonik

T 7.16 Course: Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage [T-ETIT-111244]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105616 - Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2310546	Channel Coding: Algebraic Methods for Communications and Storage	2 SWS	Lecture (L) /	Schmalen

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

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

T 7.17 Course: Channel Coding: Graph-Based Codes [T-ETIT-111245]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105617 - Channel Coding: Graph-Based Codes

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
The success control takes place in the form of an oral examination lasting 25 minutes. Before the examination, there is a preparation phase of 30 minutes in which preparatory tasks are solved.

Prerequisites
none

Recommendation
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 7.18 Course: Communication Systems and Protocols [T-ETIT-101938]

Responsible: Dr.-Ing. Jens Becker
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100539 - Communication Systems and Protocols

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2311616	Communication Systems and Protocols	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Becker, Becker
SS 2025	2311618	Tutorial for 2311616 Communication Systems and Protocols	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Stammler

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
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).

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen aus der Vorlesung „Digitaltechnik“ (Lehrveranstaltung Nr. 23615) sind hilfreich.

T 7.19 Course: Communications Engineering Laboratory [T-ETIT-114159]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-107136 - Communications Engineering Laboratory

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2310517	Communications Engineering Laboratory	4 SWS	Practice (P) / 🏵	Schmalen, Jäkel, Edelmann

Legend: 🖳 Online, 🏵 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination consists of the participation in the experiments and an oral examination. The overall impression is rated.

The module grade results of the participation in the experiments and an oral examination. Details will be given during the lecture.

Prerequisites
none

Recommendation
Previous attendance of the lectures "Signals and Systems" and "Communications Engineering I".

T 7.20 Course: Components of Power Systems [T-ETIT-113445]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106689 - Components of Power Systems

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2307397	Components of Power Systems	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Kaptue Kamga

Legend: 💻 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination takes place in form of an oral examination lasting approx. 20 minutes.
The module grade is the grade of the oral exam.

Prerequisites
none

T 7.21 Course: Computational Imaging [T-INFO-112573]

Responsible: Johannes Meyer
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-106190 - Computational Imaging

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
The assessment takes the form of a written examination, usually lasting 60 minutes in accordance with Section 4 (2) No. 1 SPO.

Depending on the number of participants, it will be announced six weeks before the examination (Section 6 (3) SPO) whether the assessment will take place
- in the form of an oral examination in accordance with Section 4 (2) No. 2 SPO or
- in the form of a written examination in accordance with Section 4 (2) No. 1 SPO.

Prerequisites
None.

T 7.22 Course: Computational Intelligence [T-MACH-105314]

Responsible: Stefan Meisenbacher
apl. Prof. Dr. Ralf Mikut
apl. Prof. Dr. Markus Reischl

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Automation und angewandte Informatik

Part of: M-MACH-105296 - Computational Intelligence

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Schriftliche Prüfung (Duration: 1h)

Prerequisites
none

Workload
120 Std.

T 7.23 Course: Cryogenic Engineering [T-CIWVT-108915]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: M-CIWVT-104356 - Cryogenic Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Prerequisites
none

T 7.24 Course: Cyber-Physical Modeling [T-ETIT-113908]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Mike Barth
Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: M-ETIT-106953 - Cyber-Physical Modeling

Type	CR	Scale	Version
Written examination	6	Grade to a third	1

Lectures					
SS 2025	2303310	Cyber Physical Modeling	3 SWS	Lecture (L) / 🗣	Hohmann, Barth
SS 2025	2303311	Tutorial to 2303310 Cyber Physical Modeling	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Hohmann, Barth, Thömmes

Legend: 🖥 Online, 🖥🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination takes place in the form of a written examination lasting 90 min.
The module grade is the grade of the written exam.

Prerequisites
none

T 7.25 Course: Das Arbeitsfeld des Ingenieurs [T-MACH-105721]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik

Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Studienleistung schriftlich	2	pass/fail	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2114917	Das Arbeitsfeld des Ingenieurs	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Doppelbauer, Geimer

Legend: 🖥 Online, 🖥🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Studienleistung: schriftlicher Test

Duration: ca. 60 Minuten

Bewertung: bestanden / nicht bestanden

Hilfsmittel: keine

Prerequisites
none

Workload
60 Std.

T 7.26 Course: Data Science [T-INFO-113124]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Klemens Böhm
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-106505 - Data Science

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	8	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (im Umfang von i.d.R. 20 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 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.

Prerequisites
Keine.

Recommendation
Datenbankkenntnisse, z.B. aus der Vorlesung **Datenbanksysteme,** sind erforderlich.

T 7.27 Course: Deep Learning für Computer Vision I: Grundlagen [T-INFO-111491]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Rainer Stiefelhagen
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-105753 - Deep Learning für Computer Vision I: Grundlagen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2400007	Deep Learning für Computer Vision I: Grundlagen	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Stiefelhagen, Reiß

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (im Umfang von i.d.R. 60 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Prerequisites
Keine.

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen der Mustererkennung, wie sie im Stammmodul Kognitive Systeme vermittelt werden, werden vorausgesetzt.

Annotations
Die Lehrveranstaltung findet teilweise in German und English statt.

T 7.28 Course: Deep Learning für Computer Vision II: Fortgeschrittene Themen [T-INFO-111494]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Rainer Stiefelhagen
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-105755 - Deep Learning für Computer Vision II: Fortgeschrittene Themen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (im Umfang von i.d.R. 60 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Prerequisites
Kenntnisse zu Grundlagen der Mustererkennung mittels Deep Learning, wie aus der Vorlesung “Deep Learning for Computer Vision”, werden vorausgesetzt.

Recommendation
Kenntnisse zu Deep Learning Grundlagen werden vorausgesetzt.

T 7.29 Course: Deep Learning und Neuronale Netze [T-INFO-109124]

Responsible: Prof. Dr. Jan Niehues
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-104460 - Deep Learning und Neuronale Netze

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2400024	Deep Learning und Neuronale Netze	4 SWS	Lecture (L) / 🗣	Niehues

Legend: 💻 Online, 🗣💻 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The assessment is carried out as a written examination (§ 4 Abs. 2 No. 1 SPO) lasting 60 minutes.

Prerequisites
T-INFO-101383 - Neural networks must not be started.

Recommendation
Prior successful completion of the core module "Cognitive Systems" is recommended.

T 7.30 Course: Design analoger Schaltkreise [T-ETIT-100973]

Responsible: Prof. Dr. Ivan Peric
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100466 - Design analoger Schaltkreise

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (**20 Minuten**).

Prerequisites
Zulassung zur mündlichen Prüfung erst nach Vorlage eines schriftlichen Protokolls mit den Ergebnissen der Excercisesaufgaben.

T 7.31 Course: Design digitaler Schaltkreise [T-ETIT-100974]

Responsible: Prof. Dr. Ivan Peric
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100473 - Design digitaler Schaltkreise

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2312683	Design digitaler Schaltkreise	2 SWS	Lecture (L) /	Peric
SS 2025	2312685	Übungen zu 2312683 Design digitaler Schaltkreise	1 SWS	Excercise (E) /	Peric

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

Prerequisites
Zulassung zur mündlichen Prüfung erst nach Vorlage eines schriftlichen Protokolls mit den Ergebnissen der Excercisesaufgaben.

T 7.32 Course: Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt [T-ETIT-100761]

Responsible: Prof. Theo Scherer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100541 - Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 20 Minuten statt.

Prerequisites
none

Recommendation
Grundkenntnisse in Physik und Elektrotechnik

T 7.33 Course: Die Energiewende im Stromtransportnetz [T-ETIT-111248]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105618 - Die Energiewende im Stromtransportnetz

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2307357	Die Energiewende im Stromtransportnetz	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Jesberger

Legend: 💻 Online, 🗣💻 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über ausgewählte Themen der Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

T 7.34 Course: Digital Hardware Design Laboratory [T-ETIT-104571]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-102266 - Digital Hardware Design Laboratory

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2311645	Digital Hardware Design Laboratory	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Becker

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

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

Recommendation
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.

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

T 7.35 Course: Digital Real Time Simulations for Energy Technologies [T-ETIT-113449]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Giovanni De Carne
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106690 - Digital Real Time Simulations for Energy Technologies

Type	CR	Scale	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	1

Lectures					
SS 2025	2314013	Digital Real Time Simulations for Energy Technologies	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	De Carne

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
The examination takes place in form of other types of examination. It consists of an assessment from an exercise on HiL and an oral overall examination (approx. 15 minutes) explaining the exercise results. The overall impression is evaluated.
The module grade results of the assessment of an exercise and the oral exam. Details will be given during the lecture.

Prerequisites
none

T 7.36 Course: Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises [T-ETIT-106852]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-103450 - Digital Signal Processing in Optical Communications – with Practical Exercises

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2309472	Digital Signal Processing in Optical Communications	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Randel
SS 2025	2309473	Digital Signal Processing in Optical Communications (Practical Exercises)	2 SWS	Excercise (E) / 🗣	Randel

Legend: 🖥 Online, 🌼 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Aufgabenblätter und die mündliche Befragung gehen in die Benotung der Prüfungsleistung anderer Art ein. Der Gesamteindruck wird beurteilt.

Duration ca. 20min.

Prerequisites
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.

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen aus der optischen Kommunikationstechnik und der digitalen Signalverarbeitung sind hilfreich.

Workload
170 Std.

T 7.37 Course: Digital Twin Engineering [T-ETIT-112224]

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106040 - Digital Twin Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
The examination takes place in form of other types of examination. It consists of a model library developed in the course of a term-long project in the modeling language Modelica and a presentation of the library lasting 25 minutes. The quality of the model library is evaluated within the framework of the criteria: documentation, formal correctness, functionality, usability, HMI and modeling level of detail. The presentation is evaluated as an additional aspects. The overall impression is evaluated.

The assessment of the developed model library and the presentation of the library will be included in the module grade. More details will be given at the beginning of the course.

Prerequisites
none

T 7.38 Course: Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar [T-ETIT-110940]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105415 - Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten)

Prerequisites
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.).

Recommendation
Grundlagen der Signalprozessierung und Radartechnik sind hilfreich.

Annotations
2 SWS Vorlesung Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

1 SWS Übungen Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

Klausur Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar

T 7.39 Course: Dosimetrie ionisierender Strahlung [T-ETIT-104505]

Responsible: PD Dr. Bastian Breustedt
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-101847 - Dosimetrie ionisierender Strahlung

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlicher Gesamtprüfung (2 h).

Prerequisites
none

T 7.40 Course: Echtzeitregelung elektrischer Antriebe [T-ETIT-111898]

Responsible: Dr.-Ing. Andreas Liske
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105916 - Echtzeitregelung elektrischer Antriebe

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten).

T 7.41 Course: Einführung in die Bildfolgenauswertung [T-INFO-101273]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-100736 - Einführung in die Bildfolgenauswertung

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	24684	Einführung in die Bildfolgenauswertung	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Arens

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (im Umfang von i.d.R. 30 Minuten) nach §4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Prerequisites
Keine.

T 7.42 Course: Einführung in die Energiewirtschaft [T-WIWI-102746]

Responsible: Prof. Dr. Wolf Fichtner
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: M-WIWI-100498 - Einführung in die Energiewirtschaft

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each summer term	7

Lectures					
SS 2025	2581010	Einführung in die Energiewirtschaft	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Fichtner
SS 2025	2581011	Übungen zu Einführung in die Energiewirtschaft	2 SWS	Excercise (E) / 🗣	Sandmeier, Fichtner, Scharnhorst

Legend: 💻 Online, 🏠 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (90 Minuten) (nach SPO § 4(2)). Die Prüfung wird in jedem term 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.

Prerequisites
Keine.

T 7.43 Course: Einführung in die wissenschaftliche Methode (Seminar) [T-ETIT-111316]

Responsible: Prof. Dr. Werner Nahm
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Completed coursework	1	pass/fail	Jedes term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2305744	Einführung in die wissenschaftliche Methode	1 SWS	Seminar (S) / 🗣	Nahm

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Studienleistung. Die Prüfung erfolgt durch die Erstellung und Präsentation einer Seminararbeit.

Prerequisites
none

Annotations
Detaillierte Informationen zu Contentsen, Competence Goaln und Workload unter:
M-ETIT-105664 – Einführung in die wissenschaftliche Methode (Seminar)

T 7.44 Course: Einkristallzüchtung – Kristallzüchtungsmethoden und Anwendungen von Kristallen für elektronische und optische Bauteile [T-ETIT-113293]

Responsible: Prof. Dr. Marc Eichhorn
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106597 - Einkristallzüchtung – Kristallzüchtungsmethoden und Anwendungen von Kristallen für elektronische und optische Bauteile

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Prerequisites
none

T 7.45 Course: Electric Drives and Power Electronics Lab [T-ETIT-114162]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-107138 - Electric Drives and Power Electronics Lab

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2306331	Lab Course Electrical Drives and Power Electronics	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Brodatzki, Hiller

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Success control takes place in the form of other types of examination. It consists of one oral examination per experiment. The overall impression is assessed.

The assessments of the oral examinations are included in the module grade. Further details will be provided at the beginning of the course.

Prerequisites
none

T 7.46 Course: Electric Drives for E-Mobility [T-ETIT-113936]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106971 - Electric Drives for E-Mobility

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2306500	Electric Drives for E-Mobility	2 SWS	Lecture (L) /	Doppelbauer
SS 2025	2306501	Praktikum to 2306500 Electric Drives for E-Mobility	1 SWS	Excercise (E) /	Doppelbauer

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
The success control takes place in the form of an oral examination of approximately 30 minutes.

Prerequisites
none

Recommendation
Basic knowledge in the field of electric machines and drives is helpful, for example by attending the course “Elektrische Maschinen und Stromrichter (EMS)” in the KIT-Bachelor.

Basic knowledge in the field of hybrid and electric vehicles is helpful, for example by attending the course “Hybridelektrische Fahrzeuge HEF)” in the KIT-Bachelor.

T 7.47 Course: Electric Power Generation and Power Grid [T-ETIT-103608]

Responsible: Dr.-Ing. Bernd Hoferer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-101917 - Electric Power Generation and Power Grid

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten)

Prerequisites
none

T 7.48 Course: Electric Power Transmission & Grid Control [T-ETIT-110883]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105394 - Electric Power Transmission & Grid Control

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	2

Lectures					
SS 2025	2307376	Electric Power Transmission & Grid Control	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Leibfried
SS 2025	2307377	Tutorial for 2307376 Electric Power Transmission & Grid Control	2 SWS	Excercise (E) / 🗣	Weber

Legend: 🖥 Online, 🖧 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes. The module grade is the grade of the written exam.

Prerequisites
none

T 7.49 Course: Electrical Energy Systems Lab [T-ETIT-114160]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Badent
Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: M-ETIT-107137 - Electrical Energy Systems Lab

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Success control takes place in the form of other types of examinations consisting of written and oral questions on the content of the experiments. The overall impression is assessed.
The questions on the individual experiments are included in the module grade. Further details will be provided at the beginning of the course.

Prerequisites
none

Recommendation
Participation in the courses Elektrische Maschinen and Stromrichter and Elektroenergiesysteme (bachelor courses)

Annotations
Joint event of the IEH and the ETI.

T 7.50 Course: Electrocatalysis [T-ETIT-111831]

Responsible: Dr. Philipp Röse
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105883 - Electrocatalysis

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2304300	Electrocatalysis	3 SWS	Lecture (L) / 🗣	Röse
SS 2025	2304301	Exercise to 2304300 Electrocatalysis	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Röse

Legend: 💻 Online, 🏠 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.

T 7.51 Course: Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields [T-ETIT-100640]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100386 - Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

Prerequisites
none

Recommendation
Grundlagen der Elektromagnetischen Feldtheorie.

T 7.52 Course: Elektrische Energienetze [T-ETIT-100830]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100572 - Elektrische Energienetze

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung im Umfang von 120 Minuten.

Prerequisites
none

Annotations
Erhöhung auf 6 LP zum WiSe25/26

T 7.53 Course: Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser [T-ETIT-100783]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100511 - Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2313746	Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser	2 SWS	Lecture (L) / ✕	Kling

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse aus M-ETIT-100481 – Plasmastrahlungsquellen sind hilfreich.

T 7.54 Course: Elektronische Systeme und EMV [T-ETIT-100723]

Responsible: Dr. Martin Sack
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100410 - Elektronische Systeme und EMV

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2307378	Elektronische Systeme und EMV	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Sack

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

T 7.55 Course: Energieträger aus Biomasse [T-CIWVT-108828]

Responsible: Dr.-Ing. Siegfried Bajohr
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: M-CIWVT-104288 - Energieträger aus Biomasse

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Prerequisites
none

T 7.56 Course: Energiewirtschaft [T-ETIT-100725]

Responsible: Dr.-Ing. Bernd Hoferer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100413 - Energiewirtschaft

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten)

Prerequisites
none

T 7.57 Course: Energy Storage and Network Integration [T-ETIT-104644]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Mathias Noe
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-101969 - Energy Storage and Network Integration

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten).

Prerequisites
Die Course "T-MACH-105952 – Energiespeicher und Netzintegration" darf nicht begonnen sein.

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

Annotations
Prüfung und Vorlesung finden in englischer Language statt.

T 7.58 Course: Entrepreneurship [T-WIWI-102864]

Responsible: Prof. Dr. Orestis Terzidis
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: M-ETIT-105073 - Student Innovation Lab

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2545001	Entrepreneurship	2 SWS	Lecture (L) /	Terzidis, Dang

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Recommendation
none

T 7.59 Course: Entwurf elektrischer Maschinen [T-ETIT-100785]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100515 - Entwurf elektrischer Maschinen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung

Prerequisites
none

Recommendation
Module: Elektrische Maschinen und Stromrichter

T 7.60 Course: Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2) [T-INFO-101368]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jörg Henkel
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-100831 - Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2)

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO im Umfang von i.d.R. 20 Minuten.

Prerequisites
Keine.

Recommendation
Kentnisse in Rechnersturkturen sind hilfreich.

T 7.61 Course: Entwurf von Mikrowellenmodulen [T-ETIT-111375]

Responsible: Dr. Thomas Geist
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105701 - Entwurf von Mikrowellenmodulen

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

T 7.62 Course: Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices [T-ETIT-103613]

Responsible: Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-101919 - Fabrication and Characterisation of Optoelectronic Devices

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2313760	Fabrication and Characterization of Optoelectronic Devices	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Paetzold

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung. Die Modulnote ist die Note dieser schriftlichen Prüfung.

Prerequisites
none

T 7.63 Course: Fahreigenschaften von Kraftfahrzeugen I [T-MACH-105152]

Responsible: Dr.-Ing. Hans-Joachim Unrau
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik
Part of: M-MACH-105288 - Fahreigenschaften von Kraftfahrzeugen I

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
mündlich

Duration: 30 bis 40 Minuten

Hilfsmittel: keine

Prerequisites
none

Workload
120 Std.

T 7.64 Course: Fahrzeugsehen [T-MACH-105218]

Responsible: Dr. Martin Lauer
Prof. Dr.-Ing. Christoph Stiller

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mess- und Regelungstechnik

Part of: M-MACH-102693 - Fahrzeugsehen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	3

Lectures					
SS 2025	2138340	Automotive Vision	3 SWS	Lecture (L) / 🗣	Lauer, Bätz

Legend: 🖥 Online, 🖥🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Art der Prüfung: schriftliche Prüfung
Duration der Prüfung: 60 Minuten

Prerequisites
none

Workload
180 Std.

T 7.65 Course: Field Propagation and Coherence [T-ETIT-100976]

Responsible: Prof. Dr. Wolfgang Freude
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100566 - Field Propagation and Coherence

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

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

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse im Bereich Elemente der Wellenausbreitung.

T 7.66 Course: Fortgeschrittene Künstliche Intelligenz [T-INFO-112768]

Responsible: Prof. Dr. Jan Niehues
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-106299 - Fortgeschrittene Künstliche Intelligenz

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2400141	Fortgeschrittene Künstliche Intelligenz	4 SWS	Lecture (L) / 🗣	Niehues, Lioutikov

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The assessment is carried out as a written examination (§ 4 Abs. 2 No. 1 SPO) lasting 60 minutes.

Prerequisites
None.

T 7.67 Course: Funkempfänger [T-ETIT-106431]

Responsible: Prof. Dr. Friedrich Jondral
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-103241 - Funkempfänger

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

T 7.68 Course: Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie [T-INFO-101262]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
Hon.-Prof. Dr. Uwe Spetzger

Organization: KIT-Fakultät für Informatik

Part of: M-INFO-100725 - Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Jedes term	2

Lectures					
SS 2025	24678	Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Spetzger

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (im Umfang von i.d.R. 45 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Prerequisites
none

Recommendation
Der Besuch der Praktika und Seminare im Bereich Medizintechnik am Institut ist empfehlenswert, da erste praktische und theoretische Erfahrungen in den vielen unterschiedlichen Bereichen vermittelt und vertieft werden.

T 7.69 Course: Geodätische Raumverfahren für Ingenieure, Prüfung [T-BGU-112871]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Hansjörg Kutterer
Organization: KIT-Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften
Part of: M-BGU-106347 - Geodätische Raumverfahren für Ingenieure

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
Mündliche Prüfungsleistung im Umfang von ca. 20 Minuten entsprechend § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Prerequisites
Die Course T-BGU-111169 - Geodätische Raumverfahren, Vorleistung muss bestanden sein.

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Course T-BGU-111169 - Geodätische Raumverfahren, Vorleistung muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

Workload
90 Std.

T 7.70 Course: Geodätische Raumverfahren, Vorleistung [T-BGU-111169]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Hansjörg Kutterer
Dr. Kurt Seitz

Organization: KIT-Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften

Part of: M-BGU-106347 - Geodätische Raumverfahren für Ingenieure

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Completed coursework	1	pass/fail	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
Vorlesungsbegleitende Ausarbeitung von vier Excercisesblättern (Umfang ca. 8 Seiten). Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Studienleistung (§ 4 Abs. 3 SPO).

Prerequisites
none

Workload
30 Std.

T 7.71 Course: Grundlagen der Fahrzeugtechnik I [T-MACH-100092]

Responsible: Dr.-Ing. Martin Gießler
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik
Part of: M-MACH-100501 - Grundlagen der Fahrzeugtechnik I

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Language	Version
Written examination	8	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.		3

Type of Examination
schriftlich

Duration: 120 Minuten

Hilfsmittel: keine

Prerequisites
Die Course "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.

Workload
240 Std.

T 7.72 Course: Grundlagen der Fahrzeugtechnik II [T-MACH-102117]

Responsible: Dr.-Ing. Martin Gießler

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik

Part of: M-MACH-100502 - Grundlagen der Fahrzeugtechnik II

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2114835	Grundlagen der Fahrzeugtechnik II	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Gießler
SS 2025	2114855	Automotive Engineering II	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Gießler

Legend: 💻 Online, 🔀 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
schriftlich

Duration: 90 Minuten

Hilfsmittel: keine

Prerequisites
none

Workload
120 Std.

T 7.73 Course: Grundlagen der Plasmatechnologie [T-ETIT-100770]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100483 - Grundlagen der Plasmatechnologie

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2313734	Grundlagen der Plasmatechnologie	2 SWS	Lecture (L) / ✕	Kling

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Das vorherige Hören der Vorlesung -ETIT-100481 – Plasmastrahlungsquellen ist hilfreich.

T 7.74 Course: Grundsätze der PKW-Entwicklung I [T-MACH-105162]

Responsible: Dr. Manfred Harrer
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik
Part of: M-MACH-105289 - Grundsätze der PKW-Entwicklung I

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	2	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
schriftlich

Duration: 90 Minuten

Hilfmittel: keine

Prerequisites
none

Workload
60 Std.

T 7.75 Course: Grundsätze der PKW-Entwicklung II [T-MACH-105163]

Responsible: Dr. Manfred Harrer
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fahrzeugsystemtechnik/Bereich Fahrzeugtechnik
Part of: M-MACH-105290 - Grundsätze der PKW-Entwicklung II

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	2	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2114842	Grundsätze der PKW-Entwicklung II	1 SWS	Block (B) / 🗣	Harrer
SS 2025	2114860	Principles of Whole Vehicle Engineering II	1 SWS	Block-Vorlesung (BV) / 🗣	Harrer

Legend: 💻 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
schriftlich

Duration: 90 Minuten

Hilfsmittel: keine

Prerequisites
none

Workload
60 Std.

T 7.76 Course: Hardware Modeling and Simulation [T-ETIT-100672]

Responsible: Dr.-Ing. Jens Becker
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100449 - Hardware Modeling and Simulation

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Achievement is examined in the form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
none

T 7.77 Course: Hardware Synthesis and Optimization [T-ETIT-113922]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106963 - Hardware Synthesis and Optimization

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2311619	Hardware Synthesis and Optimization	3 SWS	Lecture (L) / 🗣	Becker
SS 2025	2311621	Tutorial for 2311619 Hardware Synthesis and Optimization	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Schmidt

Legend: 💻 Online, 🗣💻 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination takes place within the framework of an oral overall examination (approx. 30 minutes).
The module grade is the grade of the oral exam.

Prerequisites
none

T 7.78 Course: Hardware/Software Co-Design [T-ETIT-100671]

Responsible: Dr.-Ing. Tanja Harbaum
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100453 - Hardware/Software Co-Design

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen aus Digitaltechnik und Informationstechnik sind hilfreich.

T 7.79 Course: Hardware-Synthese und -Optimierung [T-ETIT-100673]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100452 - Hardware-Synthese und -Optimierung

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
none

T 7.80 Course: Hochleistungsmikrowellentechnik [T-ETIT-100791]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100521 - Hochleistungsmikrowellentechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

T 7.81 Course: Hochspannungsprüftechnik [T-ETIT-101915]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Badent
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100417 - Hochspannungsprüftechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Recommendation
Hochspannungstechnik

T 7.82 Course: Hochspannungstechnik [T-ETIT-110266]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Badent
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105060 - Hochspannungstechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

T 7.83 Course: Industriebetriebswirtschaftslehre [T-WIWI-100796]

Responsible: Prof. Dr. Wolf Fichtner
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Studienleistung schriftlich	3	pass/fail	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer unbenoteten schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von 60 Minuten.

Prerequisites
none

T 7.84 Course: Informationsfusion [T-ETIT-106499]

Responsible: Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-103264 - Informationsfusion

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
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 nach stattfinden. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse der Grundlagen der Stochastik sind hilfreich.

T 7.85 Course: Informationstechnik in der industriellen Automation [T-ETIT-100698]

Responsible: Dr.-Ing. Peter-Axel Bort
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100367 - Informationstechnik in der industriellen Automation

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2302144	Informationstechnik in der industriellen Automation	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Bort

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20-25 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

T 7.86 Course: Innovation Lab [T-ETIT-110291]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Prof. Dr. Werner Nahm
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Prof. Dr. Wilhelm Stork
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: M-ETIT-105073 - Student Innovation Lab

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	9	Grade to a third	Jedes term	2 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2303192	Innovation Lab	2 SWS	Projekt (PRO) / 🗣	Hohmann, Zwick, Sax, Stork, Terzidis

Legend: 💻 Online, 🗣💻 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
see module description

T 7.87 Course: Integrierte Intelligente Sensoren [T-ETIT-100961]

Responsible: Prof. Dr. Wilhelm Stork
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100457 - Integrierte Intelligente Sensoren

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2311630	Integrierte Intelligente Sensoren	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Stork

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
none

T 7.88 Course: Integrierte Systeme und Schaltungen [T-ETIT-100972]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100474 - Integrierte Systeme und Schaltungen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2312688	Integrierte Systeme und Schaltungen	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Ilin
SS 2025	2312690	Übungen zu 2312688 Integrierte Systeme und Schaltungen	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Wünsch

Legend: 💻 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung im Umfang von 60 Minuten statt.

Prerequisites
none

Recommendation
Der erfolgreiche Abschluss von LV 23655 (Elektronische Schaltungen) ist erforderlich, da das Modul auf dem Stoff und den Vorkenntnissen der genannten Lehrveranstaltung aufbaut.

T 7.89 Course: Interfakultatives Team-Projekt [T-ETIT-106110]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-103076 - Interfakultatives Team-Projekt

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each summer term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung plus die Note der Projektarbeit.

Prerequisites
none

Annotations
Teamprojekt ETIT Studierende mit Architektur Studierenden.

T 7.90 Course: Introduction to Automotive and Industrial Lidar Technology [T-ETIT-111011]

Responsible: Prof. Dr. Wilhelm Stork
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105461 - Introduction to Automotive and Industrial Lidar Technology

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art. Sie besteht aus einer mündlichen Befragung und einer mündlichen Kurzpräsentation. Der Gesamteindruck wird bewertet.

T 7.91 Course: Introduction to Microsystem Technology I [T-MACH-114100]

Responsible: Dr. Vlad Badilita
Prof. Dr. Jan Gerrit Korvink

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik

Part of: M-MACH-102691 - Grundlagen der Mikrosystemtechnik I

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Schriftliche Prüfung (ca. 60 Min)

Prerequisites
T-MACH-114035 und T-MACH-105182 dürfen nicht begonnen sein

Workload
120 Std.

T 7.92 Course: Introduction to the Scientific Method (Seminar) [T-ETIT-111317]

Responsible: Prof. Dr. Werner Nahm
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Completed coursework	1	pass/fail	Jedes term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2305745	Introduction to the Scientific Method	1 SWS	Seminar (S) / 🗣	Nahm

Legend: 💻 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Annotations
Detailled information on contents, competence goals, and work load at:

M-ETIT-105665 – Introduction to the Scientific Method (Seminar)

T 7.93 Course: IT/OT-Security Seminar [T-ETIT-113648]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Mike Barth
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106789 - IT/OT-Security Seminar

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
The examination takes place in the form of an oral examination.

The module grade is the grade of the oral exam.

Prerequisites
none

T 7.94 Course: Kältetechnik B - Grundlagen der industriellen Gasgewinnung [T-CIWVT-108914]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: M-CIWVT-104354 - Kältetechnik B - Grundlagen der industriellen Gasgewinnung

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2250120	Kältetechnik B	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Grohmann
SS 2025	2250121	Übungen zu 2250120 Kältetechnik B	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Grohmann, und Mitarbeitende

Legend: 💻 Online, 🏠 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Prerequisites
none

T 7.95 Course: Kryptographische Protokolle [T-INFO-111261]

Responsible: Dr. Willi Geiselmann
Prof. Dr. Jörn Müller-Quade
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-105631 - Kryptographische Protokolle

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	5	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2400154	Kryptographische Protokolle	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Mechler, Raiber

Legend: 🖳 Online, 🔀 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30min nach §4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Prerequisites
Wenn das Modul M-INFO-104119 Sichere Mehrparteienberechnung bereits geprüft wurde, kann das Modul Kryptographische Protokolle nicht geprüft werden.

Recommendation
Der Contents des Moduls "Theoretische Grundlagen der Kryptographie" wird vorausgesetzt

Annotations
Die Veranstaltung findet als "inverted classroom" statt. Der Stoff wird in Form von Videos präsentiert, in der anschließenden On-Site-Veranstaltung wird dieser interaktiv vertieft.

T 7.96 Course: Lab Course on Noise Thermometry [T-ETIT-112714]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106263 - Lab Course on Noise Thermometry

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2312682	Lab Course on Noise Thermometry	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Kempf, Mitarbeiter*innen

Legend: 💻 Online, 🏢 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination takes place in form of other types of examination. It is based on 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 and finally puts the results into the overall context.

Prerequisites
none

T 7.97 Course: Lab Course Printed Flexible Electronics [T-ETIT-113075]

Responsible: Prof. Dr. Gerardo Hernandez Sosa
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106464 - Lab Course Printed Flexible Electronics

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Completed coursework	6	pass/fail	Jedes term	2

Lectures					
SS 2025	2313765	Lab Course Printed Flexible Electronics	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Hernandez Sosa

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
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.

The module is passed with successful assessment of the written paper and the oral presentation. Details will be given during the lecture. The module is ungraded.

Prerequisites
The M-ETIT-100475 Modul: Plastic Electronics / Polymerelektronik should be started.

Recommendation

Annotations
- The lab is limited to a number of 6 participants due to capacity reasons. If necessary, a selection procedure will be carried out. Places will be allocated taking into account the students' academic progress. Details will be announced on the lecture website.
- The Lab course will take place in the clean room Facilities of InnovationLab in Heidelberg. Speyerer str. 4, 69115 Heidelberg where the research laboratories of Prof. Hernandez-Sosa are located.
- The 4 th experiment will take place at KIT Campus North, Institute of Nanotechnology, in the research unit and laboratories of Prof. Jasmin Aghassi-Hagmann

Attendance of at least 80% is compulsory during the seminar course. Compulsory attendance is necessary for actively contributing to the discussion of the topics presented by all students.

T 7.98 Course: Lab Course Robotic Winding Technology for Superconducting Wires [T-ETIT-114158]

Responsible: Prof. Dr. Tabea Arndt
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-107135 - Lab Course Robotic Winding Technology for Superconducting Wires

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
Success is assessed by evaluating a written final report (approx. 10-20 pages in length), in which an introduction to the topic, the execution of the experiment, the scientific results and a classification of the results in the overall context should be summarized.

Prerequisites
none

Recommendation
Successful participation in "Superconductivity for Engineers" is advantageous

T 7.99 Course: Laboratory Information Systems in Power Engineering [T-ETIT-114183]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-107159 - Laboratory Information Systems in Power Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2307388	Praktikum: Informationssysteme in der elektrischen Energietechnik	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Leibfried, und Mitarbeiter

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Success control takes place in the form of other types of examination and is assessed in form of 3 experiments.

The module grade results of the assessment of the 3 experiments.

- 20 points are awarded for each experiment (max. 10 for preparation and max. 10 for performance).
- This results in a total of 60 points.
- At least 27 points must be achieved in order to pass the module.

Prerequisites
none

T 7.100 Course: Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering [T-ETIT-110898]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105402 - Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2307355	Laboratory Modern Software Tools in Power Engineering	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Leibfried

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
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

Recommendation
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 7.101 Course: Laser Metrology [T-ETIT-100643]

Responsible: Prof. Dr. Marc Eichhorn
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100434 - Laser Metrology

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2303200	Laser Metrology	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Eichhorn

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden an zwei vorher festgelegten Terminen angeboten.

Prerequisites
none

T 7.102 Course: Laser Physics [T-ETIT-100741]

Responsible: Prof. Dr. Marc Eichhorn
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100435 - Laser Physics

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden an zwei vorher festgelegten Terminen angeboten.

Prerequisites
none

T 7.103 Course: Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie [T-ETIT-104569]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-102261 - Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2306347	Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie	2 SWS	Lecture (L)	Burger

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Modul Leistungselektronik

T 7.104 Course: Leistungselektronische Systeme in der Energietechnik [T-ETIT-112286]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106067 - Leistungselektronische Systeme in der Energietechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 25 Minuten Duration.

Prerequisites
none

T 7.105 Course: Liberalised Power Markets [T-WIWI-107043]

Responsible: Prof. Dr. Wolf Fichtner
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: M-WIWI-105403 - Liberalised Power Markets

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	3

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (60 Minuten) (nach SPO § 4(2)). Die Prüfung wird in jedem term 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.

Recommendation
none

Workload
180 Std.

T 7.106 Course: Lichttechnik [T-ETIT-100772]

Responsible: Prof. Dr. Cornelius Neumann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100485 - Lichttechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

T 7.107 Course: Light and Display Engineering [T-ETIT-100644]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100512 - Light and Display Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

T 7.108 Course: Lighting Design - Theory and Applications [T-ETIT-100997]

Responsible: Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100577 - Lighting Design - Theory and Applications

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 25 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Hearing first M-ETIT-100512 - Light and Display Engineering lecture is beneficial.

T 7.109 Course: Lokalisierung mobiler Agenten [T-INFO-101377]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-100840 - Lokalisierung mobiler Agenten

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	24613	Lokalisierung mobiler Agenten	3 SWS	Lecture (L) / 🗣	Hanebeck, Frisch

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i. d. R. 15 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.
Es 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.

Prerequisites
Keine.

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Course T-INFO-114169 - Lokalisierung mobiler Agenten Übung muss begonnen worden sein.

Recommendation
Grundlegende Kenntnisse der linearen Algebra und Stochastik sind hilfreich.

T 7.110 Course: Lokalisierung mobiler Agenten Übung [T-INFO-114169]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-100840 - Lokalisierung mobiler Agenten

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Completed coursework	0	pass/fail	Each summer term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Studienleistung nach § 4 Abs. 3 SPO.

Die Beurteilung wird in digitaler Form ausgeführt. Es gibt ILIAS-Tests mit individuellen, randomisierten Aufgaben, die von Hand oder mit einem kleinen numerischen Programm gelöst werden können. Benutzereingaben werden automatisch bewertet und es gibt instantanes Feedback. Wiederholungen sind unbegrenzt möglich. Alle Tests müssen bestanden werden; der Lernfortschritt wird in ILIAS angezeigt.

Prerequisites
Keine.

Recommendation
Grundlegende Kenntnisse der linearen Algebra und Stochastik sind hilfreich.

T 7.111 Course: Low Power Design [T-INFO-101344]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jörg Henkel
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-100807 - Low Power Design

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2424672	Low Power Design	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Henkel, Khdr, Siddhu, Pfeiffer

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
The assessment is carried out as an oral examination lasting 25-30 minutes, in accordance with Section 4 (2) No. 2 SPO.

Prerequisites
None.

Recommendation
- Basic knowledge from the modules “Design and Architectures of Embedded Systems (ESII)” and “Optimization and Synthesis of Embedded Systems (ESI)” are helpful but not essential for understanding of this lecture.
- The lecture is equally suitable for students from both computer science as well as electrical engineering department.
- The Lab of “Low Power Design and Embedded Systems” enables students to apply some of the theoretical knowledge gained from the lecture in practice.

T 7.112 Course: Machine Learning and Optimization in Communications [T-ETIT-110123]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-104988 - Machine Learning and Optimization in Communications

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	3

Lectures					
SS 2025	2310560	Machine Learning and Optimization in Communications	2 SWS	Lecture (L) /	Schmalen
SS 2025	2310561	Praktikum to 2310560 Machine Learning and Optimization in Communications	1 SWS	Excercise (E) /	Schmalen

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Written examination of 120 minutes.

Prerequisites
Knowledge of basic engineering mathematics including integral transformations and probability theory as well as basic knowledge of communications engineering.

Recommendation
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 7.113 Course: Machine Learning and Optimization in Energy Systems [T-WIWI-113073]

Responsible: Prof. Dr. Wolf Fichtner
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: M-WIWI-106604 - Machine Learning and Optimization in Energy Systems

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	4

Type of Examination
The assessment of this course is a written examination (60 min) or an oral exam (30 min) depending on the number of participants. A bonus can be acquired through successful participation in the computer exercise. If the grade of the written examination is between 4.0 and 1.3, the bonus improves the grade by one grade level (0.3 or 0.4). The exact criteria for awarding a bonus will be announced at the beginning of the exercises.

Workload
120 Std.

T 7.114 Course: Machine Vision [T-MACH-105223]

Responsible: Dr. Martin Lauer
Prof. Dr.-Ing. Christoph Stiller

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mess- und Regelungstechnik

Part of: M-MACH-101923 - Machine Vision

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	8	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Art der Prüfung: schriftliche Prüfung
Duration der Prüfung: 60 Minuten

Prerequisites
none

Workload
240 Std.

T 7.115 Course: Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren [T-WIWI-106340]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Johann Marius Zöllner
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: M-WIWI-105003 - Maschinelles Lernen 1

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each winter term	4

Type of Examination
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 term angeboten und kann zu jedem ordentlichen Prüfungstermin wiederholt werden.

Durch die erfolgreiche Bearbeitung von Excercisesaufgaben kann ein Notenbonus erworben werden. Liegt die Note der schriftlichen Prüfung zwischen 4,0 und 1,3, so verbessert der Bonus die Note um bis zu eine Notenstufe (0,3 oder 0,4). Details werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

Prerequisites
Keine.

Workload
150 Std.

T 7.116 Course: Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren [T-WIWI-106341]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Johann Marius Zöllner
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: M-WIWI-105006 - Maschinelles Lernen 2

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each summer term	4

Lectures					
SS 2025	2511502	Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Zöllner, Fechner, Polley, Stegmaier
SS 2025	2511503	Übungen zu Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Zöllner, Fechner, Polley, Stegmaier

Legend: 🖥 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
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 term angeboten und kann zu jedem ordentlichen Prüfungstermin wiederholt werden.

Prerequisites
Keine.

Workload
150 Std.

T 7.117 Course: Master's Thesis [T-ETIT-114213]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-107191 - Master's Thesis

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Abschlussarbeit	30	Grade to a third	Jedes term	1

Type of Examination
The Master's Thesis module has 30 credits. It consists of the Master's Thesis and a presentation. The presentation must be carried out within the processing time in accordance with SPO Section §14(4).

Prerequisites
SPO Section §14 Master's Thesis module (1) A prerequisite for admission to the Master's Thesis module is that the student has successfully completed module examinations totaling 75 credits, including the subject Basics of the specialization according to Section §19(2).

Abschlussarbeit
Bei dieser Course 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.

T 7.118 Course: Measurement Technology [T-ETIT-112147]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105982 - Measurement Technology

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes. The module grade is the grade of the written examination.

Prerequisites
T-ETIT-101937 – Messtechnik (German version) must not have started.

T 7.119 Course: Mechatronik-Praktikum [T-MACH-105370]

Responsible: Prof. Dr. Veit Hagenmeyer
Prof. Dr.-Ing. Christoph Stiller

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Automation und angewandte Informatik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mess- und Regelungstechnik
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Technische Mechanik

Part of: M-MACH-102699 - Mechatronik-Praktikum

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Completed coursework	4	pass/fail	Each winter term	4

Type of Examination
Das Praktikum wird ausschließlich als unbenotete Studienleistung angeboten. Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form eines Gruppenkolloquiums zu Beginn der einzelnen Vertiefungsphasen (Teil 1). Zusätzlich muss in der Gruppenphase (Teil 2) eine Robotersteuerung für eine Pick-and-Place Aufgabe erfolgreich realisiert werden.

Prerequisites
none

Workload
120 Std.

T 7.120 Course: Medical Image Processing for Guidance and Navigation [T-ETIT-113425]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Maria Francesca Spadea
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106672 - Medical Image Processing for Guidance and Navigation

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	9	Grade to a third	Each winter term	2

Lectures					
SS 2025	2305297	Medical Image Processing for Guidance and Navigation	4 SWS	Vorlesung / Übung (VÜ) / ✕	Spadea, Raggio, Riggio

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination takes place within the framework of an oral overall examination of approx. 30 minutes about the lecture including a presentation and discussion of the project developed during the course. The overall impression is rated.

The module grade is the grade of the oral exam.

A bonus can be earned for submitting homework that will be provided during the lecture time.

The exact criteria for awarding a bonus will be announced at the beginning of the lecture period. If the grade in the oral exam is between 4.0 and 1.3, the bonus improves the grade by 0.3 or 0.4.

Bonus points do not expire and are retained for any examinations taken at a later date.

Prerequisites
none

T 7.121 Course: Medical Imaging Technology [T-ETIT-113625]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Maria Francesca Spadea
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106778 - Medical Imaging Technology

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2305263	Medical Imaging Technology	4 SWS	Vorlesung / Übung (VÜ) / 🗣	Spadea, Arndt

Legend: 💻 Online, 🏫 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 90 minutes. The course grade is the grade of the written exam.

Prerequisites
none

T 7.122 Course: Medical Imaging Technology II [T-ETIT-113421]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Maria Francesca Spadea
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106670 - Medical Imaging Technology II

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2305262	Medical Imaging Technology II	2 SWS	Lecture (L) / ✕	Spadea, Arndt
SS 2025	2305263	Medical Imaging Technology	4 SWS	Vorlesung / Übung (VÜ) / 🗣	Spadea, Arndt

Legend: 💻 Online, 🏠 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 90 minutes. The course grade is the grade of the written exam.

Prerequisites
none

T 7.123 Course: Medizinische Messtechnik [T-ETIT-113607]

Responsible: Prof. Dr. Werner Nahm
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106679 - Medizinische Messtechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskotrolle besteht aus einer schriftlichen Klausur im Umfang von 120 Minuten und 120 Punkten.

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Klausur.

Es können auch Bonuspunkte für einen Studentischen Vortrag innerhalb der Vorlesung 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 erfolgt folgendermaßen:

- Für die bestandene Bonusaufgabe können maximal 6 Punkte auf das Klausurergebnis gutgeschrieben werden.
- Die Note kann damit maximal um einen Notenschritt verbessert werden.
- Die Gesamtpunktzahl bleibt dabei auf 120 Punkte beschränkt. Die Bonuspunkte finden nur bei bestandener Prüfung Berücksichtigung. Bonuspunkte verfallen nicht und bleiben für eventuell zu einem späteren Zeitpunkt absolvierte Prüfungsleistungen erhalten.

Prerequisites
none

T 7.124 Course: Microenergy Technologies [T-MACH-105557]

Responsible: Prof. Dr. Manfred Kohl
Dr. Jingyuan Xu

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik

Part of: M-MACH-102714 - Microenergy Technologies

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2142897	Microenergy Technologies	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Xu

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
mündliche Prüfung (30 Min.)

Prerequisites
none

Workload
120 Std.

T 7.125 Course: Microwave Engineering Lab [T-ETIT-113938]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106973 - Microwave Engineering Lab

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2308415	Microwave Engineering Lab	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Pauli

Legend: 💻 Online, 🏫 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
In preparation for the laboratory experiments, each laboratory group must work together on a number of tasks as homework before the experiment and submit a single copy to the supervisor immediately before the start of the experiment. The tasks for the experiment itself are completed and recorded during the experiment. The protocol should be handed in to the supervisor immediately after the experiment. Before each experiment is carried out, there is a written or oral examination (approx. 20 minutes, no aids) on the content of the experiment.

The grade for the experiments is made up of the preparation, the protocol and the written or oral assessment of the learning objectives for each experiment. The final grade for the entire laboratory results from the overall impression of the performance. Students who appear unprepared for the respective experiment may not take part in the experiment. The experiment must be repeated at another time.

Prerequisites
none

Recommendation
Knowledge of microwave measurement technology and RF components and systems is helpful.

T 7.126 Course: Mikroaktorik [T-MACH-101910]

Responsible: Prof. Dr. Manfred Kohl
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Mikrostrukturtechnik
Part of: M-MACH-100487 - Mikroaktorik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	3

Lectures					
SS 2025	2142881	Mikroaktorik	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Kohl

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
schriftliche Prüfung, 60 Minuten

Prerequisites
T-MACH-114036 darf nicht begonnen sein

Workload
120 Std.

T 7.127 Course: Mikrosystemtechnik [T-ETIT-100752]

Responsible: Prof. Dr. Wilhelm Stork
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100454 - Mikrosystemtechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Prüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
none

T 7.128 Course: Mikrowellenmesstechnik [T-ETIT-100733]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100424 - Mikrowellenmesstechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each summer term	4

Lectures					
SS 2025	2308420	Mikrowellenmesstechnik	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Pauli
SS 2025	2308422	Übungen zu 2308420 Mikrowellenmesstechnik	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Pauli

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

T 7.129 Course: Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen [T-ETIT-108389]

Responsible: Dr.-Ing. Stefan Wünsch
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-101968 - Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 20 Minuten statt.

Prerequisites
none

T 7.130 Course: Mixed-Signal IC Design [T-ETIT-111845]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105893 - Mixed-Signal IC Design

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2308443	Mixed-Signal IC Design	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Caselle

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
The success criteria will be determined by an oral examination (30 min.)

T 7.131 Course: MMIC Design Laboratory [T-ETIT-111006]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105464 - MMIC Design Laboratory

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2308423	MMIC Design Laboratory	4 SWS	Practice (P) /	Ulusoy, Balaban

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
The written report and the oral presentation are used to mark the course. The overall impression is assessed.

T 7.132 Course: Mobile Communications [T-ETIT-112127]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Peter Rost
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105971 - Mobile Communications

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
The success control takes place in the form of an oral examination lasting 25 minutes. Before the examination, there is a preparation phase of 15 minutes in which preparatory tasks are solved.

Prerequisites
none

T 7.133 Course: Mobile Communications II [T-ETIT-112679]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Peter Rost
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106244 - Mobile Communications II

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2310514	Mobile Communications II	2 SWS	Lecture (L) /	Rost

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
The success control takes place in the form of an oral examination lasting 25 minutes. Before the examination, there is a preparation phase of 15 minutes in which preparatory tasks are solved.

Prerequisites
none

T 7.134 Course: Mobile Communications Workshop [T-ETIT-113063]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Peter Rost
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106456 - Mobile Communications Workshop

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	4	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2310522	Mobile Communications Workshop	2 SWS	Practice (P) / 🗣	Rost

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art und erfolgt in Form von Berichten zu den einzelnen durchgeführten Versuchen. Die Berichte werden als Gesamtes bewertet. Die Modulnote ist die Gesamtnote der einzelnen Berichte (es werden keine individuellen Noten für die Einzelberichte gegeben).

Prerequisites
none

T 7.135 Course: Modellbildung elektrochemischer Systeme [T-ETIT-100781]

Responsible: Dr.-Ing. Andre Weber
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100508 - Modellbildung elektrochemischer Systeme

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2304217	Modellbildung elektrochemischer Systeme	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Weber

Legend: 💻 Online, 🗣💻 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 Minuten.

Prerequisites
none

Recommendation
Die Contentse 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 7.136 Course: Modern Radio Systems Engineering [T-ETIT-100735]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100427 - Modern Radio Systems Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Jedes term	2

Lectures					
SS 2025	2308430	Modern Radio Systems Engineering	3 SWS	Lecture (L) / 🗣	Zwick
SS 2025	2308431	Tutorial to 2308430 Modern Radio Systems Engineering	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Bhutani

Legend: 📱 Online, 🔀 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The success control takes place in the form of an oral examination of approx. 20 minutes. The module grade is the grade of the oral examination.

Prerequisites
none

T 7.137 Course: Modern VLSI Technologies [T-ETIT-113864]

Responsible: Prof. Dr. Jasmin Aghassi-Hagmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106921 - Modern VLSI Technologies

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2308441	Modern VLSI Technologies	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Aghassi-Hagmann
SS 2025	2308442	Tutorial Modern VLSI Technologies	2 SWS	Excercise (E) / 🗣	Cadilha Marques

Legend: 💻 Online, 🏠 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Success control takes place in form of an oral examination with a duration of approx. 20 minutes. Exercises have to be sucessfully completed before the exam is taken. Further details will be provided at the beginning of the course.
The module grade is the grade of the oral exam.

T 7.138 Course: Mustererkennung [T-INFO-101362]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
Tim Zander
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-100825 - Mustererkennung

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	24675	Mustererkennung	4 SWS	Vorlesung / Übung (VÜ) / 🗣	Beyerer

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
Keine.

Recommendation
Kenntnisse der Grundlagen der Stochastik, Signal- und Bildverarbeitung sind hilfreich.

T 7.139 Course: Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II [T-ETIT-110697]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: M-ETIT-105274 - Nachrichtentechnik II / Communications Engineering II

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Written examination	4	Grade to a third	Jedes term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2310511	Nachrichtentechnik II	2 SWS	Lecture (L) / ✕	Jäkel
SS 2025	2310513	Übungen zu 2310511 Nachrichtentechnik II	1 SWS	Excercise (E) / ✕	Jäkel

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

Vorheriger Besuch der Vorlesung "Nachrichtentechnik I“, "Wahrscheinlichkeitstheorie“ sowie "Signale und Systeme“ wird empfohlen.

T 7.140 Course: Nano- and Quantum Electronics [T-ETIT-111232]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105604 - Nano- and Quantum Electronics

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2312668	Nano- and Quantum Electronics	3 SWS	Lecture (L) / 🗣	Kempf
SS 2025	2312670	Tutorial for 2312668 Nano- and Quantum Electronics	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Wünsch

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Recommendation
Successful completion of the modules "Superconductivity for Engineers" and „Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker“ is recommended.

T 7.141 Course: Navigation and Localization Techniques [T-ETIT-111829]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105881 - Navigation and Localization Techniques

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2308440	Navigation and Localization Techniques	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Sand

Legend: 💻 Online, 🏫 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
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.

T 7.142 Course: Nichtlineare Regelungssysteme [T-ETIT-100980]

Responsible: Dr.-Ing. Mathias Kluwe
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100371 - Nichtlineare Regelungssysteme

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2303173	Nichtlineare Regelungssysteme	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Kluwe

Legend: 💻 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten über die Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Recommendation
Die Kenntnis der Contentse 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 7.143 Course: NMR-Methoden zur Produkt- und Prozessanalyse [T-CIWVT-111843]

Responsible: apl. Prof. Dr. Gisela Guthausen
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: M-CIWVT-105890 - NMR-Methoden zur Produkt- und Prozessanalyse

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

Prerequisites
Keine.

T 7.144 Course: Nonlinear Optics [T-ETIT-101906]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100430 - Nonlinear Optics

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2309468	Nonlinear Optics	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Koos
SS 2025	2309469	Nonlinear Optics (Tutorial)	2 SWS	Excercise (E) / 🗣	Koos

Legend: 💻 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

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

Prerequisites
none

Recommendation
Solide Kenntnisse in Mathematik und Physik; Grundkenntnisse in Optik und Photonik

Annotations
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 7.145 Course: Numerical Methods - Exam [T-MATH-111700]

Responsible: apl. Prof. Dr. Peer Kunstmann
TT-Prof. Dr. Xian Liao
Prof. Dr. Wolfgang Reichel

Organization: KIT-Fakultät für Mathematik

Part of: M-MATH-106972 - Numerical Methods with Programming Praktikum

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	0180300	Numerical Methods (Electrical Engineering, Meteorology, Remote Sensing, Geoinformatics)	2 SWS	Lecture (L)	Tolksdorf
SS 2025	0180400	Tutorial for 0180300	1 SWS	Excercise (E)	Tolksdorf

Type of Examination
Success control takes the form of a written examination (120 minutes).

Prerequisites
none

T 7.146 Course: Numerical Methods - Workshop [T-MATH-113937]

Responsible: apl. Prof. Dr. Peer Kunstmann
TT-Prof. Dr. Xian Liao
Prof. Dr. Wolfgang Reichel

Organization: KIT-Fakultät für Mathematik

Part of: M-MATH-106972 - Numerical Methods with Programming Praktikum

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Completed coursework	1	pass/fail	Each summer term	1

Type of Examination
Successful participation in the workshop is confirmed by signing the attendance sheet provided at each practice session.

Prerequisites
None

T 7.147 Course: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen [T-ETIT-104595]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-102311 - Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2303600	Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Nagato-Plum
SS 2025	2303601	Übung zu 2303180 Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Nagato-Plum

Legend: 🖥 Online, 💐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse folgender Module werden empfohlen:

Mathematik I-III im Bachelor

M-MATH-100536 - Numerische Methoden

T 7.148 Course: Optical Design Lab [T-ETIT-100756]

Responsible: Prof. Dr. Wilhelm Stork
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100464 - Optical Design Lab

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2311647	Optical Design Lab	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Stork

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

Prerequisites
none

Recommendation
Grundlagen der Optik (der Besuch der Vorlesung „Optical Engineering während des gleichen terms wird dringend empfohlen)

T 7.149 Course: Optical Engineering and Machine Vision [T-ETIT-113941]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106974 - Optical Engineering and Machine Vision

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 90 minutes.

The module grade is the grade of the written examination.

Prerequisites
none

T 7.150 Course: Optical Networks and Systems [T-ETIT-106506]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-103270 - Optical Networks and Systems

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
none

Recommendation
Grundkenntnisse der Nachrichtentechnik und Kommunikationstechnik, photonische Komponenten, Wellenausbreitung in optischen Fasern.

T 7.151 Course: Optical Systems in Medicine and Life Science [T-ETIT-106462]

Responsible: Prof. Dr. Werner Nahm
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-103252 - Optical Systems in Medicine and Life Science

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each summer term	3

Lectures					
SS 2025	2305292	Optical Systems in Medicine and Life Science	2 SWS	Lecture (L) /	Hoffmann, Nahm

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Written exam (60 minutes)

Prerequisites
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.

Recommendation
Good understanding of optics and optoelectronics.

Annotations
Language English

T 7.152 Course: Optical Transmitters and Receivers [T-ETIT-100639]

Responsible: Prof. Dr. Wolfgang Freude
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100436 - Optical Transmitters and Receivers

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each winter term	2

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

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse im Bereich Physik des pn-Übergangs.

T 7.153 Course: Optical Waveguides and Fibers [T-ETIT-101945]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100506 - Optical Waveguides and Fibers

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

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

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse in folgenden Bereichen: Elemente der Wellenausbreitung, Physik des pn-Übergangs.

Annotations
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 7.154 Course: Optimale Regelung und Schätzung [T-ETIT-104594]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-102310 - Optimale Regelung und Schätzung

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2303162	Optimale Regelung und Schätzung	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Kluwe

Legend: 🖥 Online, 🖥🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse über die Contentse 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 7.155 Course: Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1) [T-INFO-101367]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jörg Henkel
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-100830 - Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1)

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO im Umfang von i.d.R. 20 Minuten.

Prerequisites
Die Vorausetzungen, soweit gegeben, werden in der Modulbeschreibung näher erläutert.

Recommendation
Kentnisse in Rechnerstrukturen sind hilfreich.

T 7.156 Course: Optimization of Dynamic Systems [T-ETIT-100685]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100531 - Optimization of Dynamic Systems

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

Prerequisites
none

T 7.157 Course: Optische Technologien im Automobil [T-ETIT-100773]

Responsible: Prof. Dr. Cornelius Neumann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100486 - Optische Technologien im Automobil

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2313740	Optische Technologien im Automobil	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Neumann

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird

Prerequisites
none

Recommendation
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

T 7.158 Course: Optoelectronic Components [T-ETIT-101907]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100509 - Optoelectronic Components

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2309486	Optoelectronic Components	2 SWS	Lecture (L) /	Randel
SS 2025	2309487	Optoelectronic Components (Tutorial)	1 SWS	Excercise (E) /	Randel

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten). Die individuellen Termine für die mündliche Prüfung werden regelmäßig angeboten.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse in folgenden Bereichen: Elemente der Wellenausbreitung, Physik des pn-Übergangs.

T 7.159 Course: Optoelektronik [T-ETIT-100767]

Responsible: Prof. Dr. Ulrich Lemmer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100480 - Optoelektronik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	3

Lectures					
SS 2025	2313726	Optoelektronik	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Lemmer
SS 2025	2313728	Übungen zu 2313726 Optoelektronik	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Lemmer

Legend: 💻 Online, 🏠 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung (90 Minuten).

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse der Festkörperelektronik

T 7.160 Course: Optoelektronische Messtechnik [T-ETIT-100771]

Responsible: Dr.-Ing. Klaus Trampert
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100484 - Optoelektronische Messtechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2313736	Optoelektronische Messtechnik	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Trampert

Legend: 💻 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 25 Minuten) mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Die Kenntnisse aus dem Modul Lichttechnik und Technische Optik sind von Vorteil.

T 7.161 Course: Patente und Patentstrategien in innovativen Unternehmen [T-MACH-105442]

Responsible: Dipl.-Ing. Frank Zacharias
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Produktentwicklung
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2147160	Patente und Patentstrategien in innovativen Unternehmen	2 SWS	Block-Vorlesung (BV) / 🗣	Zacharias

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Mündliche Prüfung, benotet, Duration: ca. 20 Minuten

Prerequisites
none

Recommendation
none

Workload
120 Std.

T 7.162 Course: Photometrie und Radiometrie [T-ETIT-100789]

Responsible: Dr.-Ing. Klaus Trampert
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100519 - Photometrie und Radiometrie

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Die Kenntnisse aus dem Modul Optolektronische Messtechnik und Lichttechnik sind von Vorteil.

T 7.163 Course: Photonic Integrated Circuit Design and Applications [T-ETIT-111896]

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105914 - Photonic Integrated Circuit Design and Applications

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2309478	Photonic Integrated Circuit Design and Applications	2 SWS	Lecture (L) /	Koos, Freude, Randel
SS 2025	2309479	Photonic Integrated Circuit Design and Applications (Practical Exercise)	2 SWS	Practice (P) /	Koos, Freude, Randel

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination

- Part 1 – Solutions of problem sets: We will grade your solutions of the various problem sets and design projects. To this end, please upload your solution via the online teaching platform of your respective institution (see above) before the respective deadline. Please merge all pages into a single pdf file, and please use a scanner. Smartphone made snapshots are often illegible, and in this case your solutions cannot not be evaluated. In case there are any technical difficulties with the platforms, you may also submit your solutions by e-mail to picda@ipq.kit.edu before the respective deadline.
- Part 2 - Presentation of one pre-assigned problem set: At the beginning of the term, design projects will be pre-assigned to groups of participants. Each of these groups will explain their approach and results to lecturers and peer students in a short presentation (approx. 15 min), followed by approx. 10 min of public discussion with peer students and professors, and an individual private interview of each group member (approx. 10 min per person).

The overall impression is rated.

Prerequisites
none

T 7.164 Course: Photonics and Communications Lab [T-ETIT-109173]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Christian Koos
Prof. Dr.-Ing. Sebastian Randel

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: M-ETIT-104485 - Photonics and Communications Lab

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2309490	Photonics and Communications Lab	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Koos, Freude, Randel, Kuzmin

Legend: 💻 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Recommendation
Erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung: OTR – Optical Transmitters and Receivers (Prof. Freude)

MatLab: Grundkenntnisse

T 7.165 Course: Photovoltaik [T-ETIT-101939]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Powalla
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100513 - Photovoltaik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2313737	Photovoltaik	3 SWS	Lecture (L) / 🗣	Powalla, Lemmer
SS 2025	2313738	Übungen zu 2313737 Photovoltaik	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Powalla, Lemmer

Legend: 💻 Online, 🏠 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung. Die Modulnote ist die Note dieser schriftlichen Prüfung.

Prerequisites
"M-ETIT-100524 - Solar Energy" darf nicht begonnen sein.

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Course T-ETIT-100774 - Solar Energy darf nicht begonnen worden sein.

T 7.166 Course: Physical Foundations of Cryogenics [T-CIWVT-106103]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Part of: M-CIWVT-103068 - Physical Foundations of Cryogenics

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2250130	Physical Foundations of Cryogenics	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Grohmann
SS 2025	2250131	Physical Foundations of Cryogenics - Exercises	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Grohmann

Legend: 💻 Online, 🗣💻 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

Prerequisites
none

T 7.167 Course: Physics, Technology and Applications of Thin Films [T-ETIT-111237]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105608 - Physics, Technology and Applications of Thin Films

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
The success control takes place within the framework of an oral overall examination of approx. 20 minutes.

T 7.168 Course: Plasmastrahlungsquellen [T-ETIT-100768]

Responsible: Prof. Dr. Wolfgang Heering
Dr.-Ing. Rainer Kling
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100481 - Plasmastrahlungsquellen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse aus Lichttechnik Modul M-ETIT-100485 sind hilfreich.

T 7.169 Course: Plastic Electronics / Polymerelektronik [T-ETIT-100763]

Responsible: Prof. Dr. Ulrich Lemmer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100475 - Plastic Electronics / Polymerelektronik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten).

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse der Halbleiterbauelemente

Annotations
Vorlesung und Prüfung werden, je nach Bedarf, auf deutsch oder englisch gehalten.

T 7.170 Course: Power Electronics [T-ETIT-109360]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-104567 - Power Electronics

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	6

Lectures					
SS 2025	2300004	Ausweich- und Praktikumstermin für ETI-Vorlesungen	2 SWS	Practice (P) /	Hiller, Thönelt
SS 2025	2306323	Power Electronics	2 SWS	Lecture (L) /	Hiller
SS 2025	2306324	Tutorial for 2306385 Power Electronics	2 SWS	Excercise (E) /	Hiller, Thönelt

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
none

T 7.171 Course: Practical Amplifier Design [T-ETIT-114179]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-107156 - Practical Amplifier Design

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2308460	Practical Amplifier Design	1 SWS	Lecture (L) / 🗣	Ulusoy
SS 2025	2308461	Exercise for 2308460 Practical Amplifier Design	1 SWS	Excercise (E) / 🏘	Ulusoy

Legend: 💻 Online, 🏘 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Success control takes place in the form of an oral examination of approx. 30 min.

The module grade is the grade of the oral examination.

Prerequisites
none

T 7.172 Course: Practical Course: Smart Energy System Lab [T-INFO-112030]

Responsible: Dr.-Ing. Simon Waczowicz
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-105955 - Practical Course: Smart Energy System

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2400170	Praktikum: Smart Energy System Lab	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Hagenmeyer, Waczowicz, Jumar, Fernengel

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
The assessment is carried out as an examination of another type (§ 4 Abs. 2 No. 3 SPO). A written paper must be prepared and a presentation given.

Prerequisites
None.

Recommendation
- Knowledge of the fundamentals of energy informatics is a prerequisite.
- Knowledge of the fundamentals of electrical engineering and energy technology is required.
- Knowledge of the basics of mechatronics, data analysis and signal processing is helpful.
- Knowledge of power systems or power electronics is helpful.

T 7.173 Course: Practical Tools for Control Engineers [T-ETIT-113628]

Responsible: Dr.-Ing. Balint Varga
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106780 - Practical Tools for Control Engineers

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	4	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
The examination takes place in form of other types of examination. It consists of an oral overall examination in the amount of 25 minutes and a homework programming task. The examination includes questions from the lecture slides and the presentation of the homework assignment. The homework must be submitted two weeks before of the oral exam. The overall impression is evaluated.

Prerequisites
none

Recommendation
The contents of the modules “Optimization of Dynamic Systems (ODS)” and “Regelung linearer Mehrgrößensysteme (RLM)” are helpful for the lecture.

Workload
120 Std.

T 7.174 Course: Praktikum Batterien und Brennstoffzellen [T-ETIT-100708]

Responsible: Dr.-Ing. Andre Weber
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100381 - Praktikum Batterien und Brennstoffzellen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von Prüfungsleistungen anderer Art.

Prerequisites
none

Recommendation
Die Contentse der Vorlesungen „Batterien und Brennstoffzellen“ sowie „ Batterie- und Brennstoffzellensysteme“ werden als bekannt vorausgesetzt. Studierende, die diese Vorlesungen (noch) nicht gehört haben müssen sich die Contentse vorab erarbeiten.

T 7.175 Course: Praktikum Entwurf digitaler Systeme [T-ETIT-104570]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-102264 - Praktikum Entwurf digitaler Systeme

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2311637	Praktikum Entwurf digitaler Systeme	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Becker

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul M-ETIT-102266 - Digital Hardware Design Laboratory darf nicht begonnen worden sein.

Recommendation
Vorkenntnisse im Entwurf und in der Entwurfsautomatisierung elektronischer Systeme werden empfohlen.

Annotations
Das Modul M-ETIT-102266 Digital Hardware Design Laboratory darf nicht begonnen oder abgeschlossen sein.

T 7.176 Course: Praktikum Lichttechnik [T-ETIT-104726]

Responsible: Prof. Dr. Cornelius Neumann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-102356 - Praktikum Lichttechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2313715	Praktikum Lichttechnik	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Trampert, Neumann

Legend: 🖥 Online, 🖥🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

T 7.177 Course: Praktikum Mechatronische Messsysteme [T-ETIT-106854]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-103448 - Praktikum Mechatronische Messsysteme

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse aus den Vorlesungen „Messtechnik“ bzw. „Messtechnik in der Mechatronik“ und „Fertigungsmesstechnik“ sowie Grundkenntnisse der Programmierung (z. B. in Matlab, C/C++) sind hilfreich.

Annotations
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 7.178 Course: Praktikum Nanoelektronik [T-ETIT-100757]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100468 - Praktikum Nanoelektronik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2312669	Praktikum Nanoelektronik	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Kempf, Mitarbeiter*innen

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Recommendation
Der erfolgreiche Abschluss des Moduls „Technology, physics and applications of thin films“ ist empfohlen.

T 7.179 Course: Praktikum Nanotechnologie [T-ETIT-100765]

Responsible: Prof. Dr. Ulrich Lemmer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100478 - Praktikum Nanotechnologie

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2313714	Praktikum Nanotechnologie	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Trampert, Lemmer

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Annotations
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

T 7.180 Course: Praktikum Optoelektronik [T-ETIT-100764]

Responsible: Dr.-Ing. Klaus Trampert
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100477 - Praktikum Optoelektronik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2313712	Praktikum Optoelektronik	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Trampert, Kling

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Vorlesungen 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 7.181 Course: Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA [T-ETIT-100759]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100470 - Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2312674	Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Kempf, Wünsch

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen von 6 mündlichen Teilprüfungen und eines Abschlussberichtes statt.

Prerequisites
none

T 7.182 Course: Praktikum Software Engineering [T-ETIT-100681]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100460 - Praktikum Software Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2311640	Praktikum Software Engineering	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Sax

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen von zwei mündlichen Abfragen (Bewertungen) während des Labors, das eingereichte Softwareprojekt und einer mündlichen Abschlussprüfung. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Die Modulnote ergibt sich aus einer Kombination der während des Labors erbrachten Leistungen, dem Softwareprojekt sowie der mündlichen Abschlussprüfung. Details werden zu Beginn der Veranstaltung erläutert.

Prerequisites
none

T 7.183 Course: Praktikum Solarenergie [T-ETIT-104686]

Responsible: Dr.-Ing. Klaus Trampert
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-102350 - Praktikum Solarenergie

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2313708	Praktikum Solarenergie	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Trampert, Paetzold, Richards

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von insgesamt vier Versuchen. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der einzelnen Versuche sind hilfreich. Es empfiehlt sich das Modul nach dem Besuch der fachrelevanten Vorlesungen 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

Annotations
In die Modulnote gehen mündliche Teilprüfungen und die Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

T 7.184 Course: Praktikum Supraleitende Materialien [T-ETIT-111242]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105614 - Praktikum Supraleitende Materialien

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2312695	Praktikum Supraleitende Materialien	4 SWS	Kolloquium (KOL) /	Holzapfel, Hänisch

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

T 7.185 Course: Praktikum Supraleitende Quantenelektronik [T-ETIT-111233]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105605 - Praktikum Supraleitende Quantenelektronik

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Jedes term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2312675	Praktikum Supraleitende Quantenelektronik	4 SWS	Practice (P) / 🗣	Kempf, Mitarbeiter*innen

Legend: 💻 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Recommendation
Der erfolgreiche Abschluss der Module „Quantum detectors and sensors“ und „Nano- and quantum electronics“ ist empfohlen.

T 7.186 Course: Praktikum System-on-Chip [T-ETIT-100798]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Prof. Dr. Ivan Peric

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: M-ETIT-100451 - Praktikum System-on-Chip

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 bis 30 Minuten).

Prerequisites
none

T 7.187 Course: Praktisches Machine Learning [T-ETIT-113426]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106673 - Praktisches Machine Learning

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	6	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2302200	Praktisches Machine Learning	4 SWS	Vorlesung / Übung (VÜ) / 🗣	Gardi

Legend: 💻 Online, 🏫 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt durch die Abgabe des wissenschaftlichen Aufsatzes sowie die Durchführung einer ca. 30-minütigen Präsentation des Teamprojekts.

Die Modulnote ergibt sich aus dem termbegleitenden Teamprojekt und der Präsentation des Teamprojektes. Der Gesamteindruck wird bewertet. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Prerequisites
none

T 7.188 Course: Praxis elektrischer Antriebe [T-ETIT-100711]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100394 - Praxis elektrischer Antriebe

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	2

Lectures					
SS 2025	2306311	Praxis elektrischer Antriebe	2 SWS	Lecture (L) / ✕	Doppelbauer
SS 2025	2306313	Übungen zu 2306311 Praxis elektrischer Antriebe	1 SWS	Excercise (E) / ✕	Doppelbauer

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Prüfung von 120 Minuten Duration.

Prerequisites
none

Recommendation
Zum Verständnis des Moduls ist Grundlagenwissen im Bereich von elektrischen Maschinen empfehlenswert (erworben beispielsweise durch Besuch der Module "Elektrische Maschinen und Stromrichter"

Annotations
Verschiebung von SoSe nach WiSe, findet im WiSe24/25 und SoSe25 nicht statt.

T 7.189 Course: Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen [T-ETIT-109148]

Responsible: Dr.-Ing. Manfred Nolle
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-104475 - Projektmanagement in der Entwicklung von Produkten für sicherheitskritische Anwendungen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	3

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von ca. 90 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Prerequisites
none

Recommendation
Grundlegende Kenntnisse im Hardware- und Softwareentwurf sind hilfreich.

T 7.190 Course: ProVIL – Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor [T-MACH-106738]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Albert Albers
Prof. Dr.-Ing. Tobias Düser

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Produktentwicklung
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Produktentwicklung/Lehrstuhl Prof. Albers

Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Completed coursework	4	pass/fail	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2146210	ProVIL – Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor	4 SWS	Lecture (L) /	Albers, Düser

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
Kolloquien und Präsentationen (erstellen).

Prerequisites
none

Annotations
Wird im Sommerterm 2025 zum letzten Mal angeboten.

Workload
120 Std.

T 7.191 Course: Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning [T-ETIT-111214]

Responsible: Dr.-Ing. Christian Borchert
Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: M-ETIT-105594 - Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	2

Lectures					
SS 2025	2302145	Prozessanalyse: Modellierung, Data Mining, Machine Learning	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Borchert

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
Mündliche Prüfung, Note gemäß Ergebnis der Prüfung

Prerequisites
none

Recommendation
Grundlagen in: Mathematik, Differentialgleichungen, Lineare Algebra, Statistik, Grundkenntnisse in Matlab

T 7.192 Course: Pulsed Power Technology and Applications (Vorlesung) [T-ETIT-111215]

Responsible: Prof. Dr. Georg Müller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105595 - Pulsed Power Technology and Applications (Vorlesung)

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
The success control takes place within the scope of an overall oral examination (20 minutes).

Prerequisites
none

Annotations
Following the lecture period the oral exam is offered by appointment.

T 7.193 Course: Pulsed Power Technology and Applications (Tutorial) [T-ETIT-111216]

Responsible: Prof. Dr. Georg Müller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105596 - Pulsed Power Technology and Applications (Tutorial)

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	5	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2307358	Pulsed Power Technology and Applications	4 SWS	Excercise (E) / 🗣	Müller

Legend: 💻 Online, 🏫 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination takes place in form of other types of examination. It consists of oral examination and discussioning the amount of 30 min and a written report about the results of the experiments conducted (one report per group) The overall impression is evaluated. Details will be given during the lecture.

Prerequisites
none

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Course T-ETIT-111215 - Pulsed Power Technology and Applications (Vorlesung) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

T 7.194 Course: Quantum Detectors and Sensors [T-ETIT-111234]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105606 - Quantum Detectors and Sensors

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
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.

Prerequisites
None

Recommendation
Successful completion of the module "Superconductivity for Engineers" is recommended.

T 7.195 Course: Quantum Engineering [T-ETIT-113909]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106954 - Quantum Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2312100	Quantum Engineering	3 SWS	Lecture (L) / 🗣	Kempf
SS 2025	2312101	Tutorial to 2312100 Quantum Engineering	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Kempf, Mitarbeiter*innen

Legend: 💻 Online, 🏠 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.

The module grade is the grade of the written exam.

Prerequisites
none

T 7.196 Course: Quantum Machine Learning [T-ETIT-111838]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105889 - Quantum Machine Learning

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

T 7.197 Course: Quellencodierung [T-ETIT-110673]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105273 - Quellencodierung

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	2

Lectures					
SS 2025	2310565	Quellencodierung	2 SWS	Lecture (L) / ✕	Schmalen

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von circa 20 Minuten. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Prerequisites
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Integraltransformationen und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik.

Recommendation
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 7.198 Course: Radar Systems Engineering [T-ETIT-100729]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100420 - Radar Systems Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Annotations
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 7.199 Course: Radio Frequency Integrated Circuits and Systems [T-ETIT-110358]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105123 - Radio Frequency Integrated Circuits and Systems

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2308419	Radio Frequency Integrated Circuits and Systems	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Ulusoy
SS 2025	2308421	Workshop for 2308419 Radio Frequency Integrated Circuits and Systems	2 SWS	Excercise (E) / 🗣	Ulusoy, Tsai

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The success criteria will be determined by an oral examination (approx. 20-30 min.)

Recommendation
The lecture materials to „Grundlagen der Hochfrequenztechnik“ and „Halbleiterbauelemente“ are recommended.

T 7.200 Course: Radio-Frequency Electronics [T-ETIT-113910]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106955 - Radio-Frequency Electronics

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
The examination takes place in form of a written examination lasting 120 minutes.
The module grade is the grade of the written examination.

Prerequisites
none

T 7.201 Course: Regelung leistungselektronischer Systeme [T-ETIT-111897]

Responsible: Dr.-Ing. Andreas Liske
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105915 - Regelung leistungselektronischer Systeme

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2306337	Regelung leistungselektronischer Systeme	3 SWS	Lecture (L) / 🗣	Liske, Göhner
SS 2025	2306338	Übungen zu 2306337 Regelung leistungselektronischer Systeme	1 SWS	Excercise (E) / 🏘	Liske, Göhner

Legend: 💻 Online, 🏘 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündichen Prüfung (ca. 30 Minuten).

T 7.202 Course: Regelung linearer Mehrgrößensysteme [T-ETIT-100666]

Responsible: Dr.-Ing. Mathias Kluwe
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100374 - Regelung linearer Mehrgrößensysteme

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 Minuten) über die Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Recommendation
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 7.203 Course: Renewable Energy-Resources, Technologies and Economics [T-WIWI-100806]

Responsible: Prof. Dr. Patrick Jochem
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: M-WIWI-100500 - Renewable Energy-Resources, Technologies and Economics

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each winter term	8

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (60 Minuten, englisch, Antworten auf deutsch oder englisch möglich) (nach SPO § 4(2)). Die Prüfung wird in jedem term 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.

Prerequisites
Keine.

T 7.204 Course: Robotik II - Humanoide Robotik [T-INFO-105723]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-102756 - Robotik II - Humanoide Robotik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each summer term	4

Lectures					
SS 2025	2400074	Robotik II: Humanoide Robotik	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Asfour

Legend: 💻 Online, 🗣💻 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The assessment is carried out as a written examination (§ 4 Abs. 2 No. 1 SPO) of, in general, 60 minutes.

Prerequisites

- M-INFO-100816 - Robotik II - Lernende und planende Roboter Modul darf nicht begonnen sein.
- T-INFO-101391 - Anthropomatik: Humanoide RobotikCourse darf nicht begonnen sein.

Recommendation
Having visited the lectures on Robotics I - Introduction to Robotics and Mechano-Informatics and Robotics is recommended.

T 7.205 Course: Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik [T-INFO-109931]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-104897 - Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2400067	Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Asfour

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Prerequisites
Keine.

Recommendation
Der Besuch der Vorlesung *Robotik I – Einführung in die Robotik* wird empfohlen.

T 7.206 Course: Satellite Communications [T-ETIT-110672]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Laurent Schmalen
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105272 - Satellite Communications

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	2 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2310566	Satellite Communications	2 SWS	Lecture (L) /	Lázaro Blasco, Clazzer

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten).

Prerequisites
Kenntnis der grundlegenden Ingenieurmathematik inklusive Analysis, Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Grundlagenwissen über die Nachrichtentechnik

Recommendation
Vorheriger Besuch der Vorlesung "Nachrichtentechnik I“ und "Wahrscheinlichkeitstheorie“ wird empfohlen. Kenntnisse der Vorlesung "Nachrichtentechnik II“ sind empfehlenswert, aber nicht notwendig

T 7.207 Course: Schaltungstechnik in der Industrieelektronik [T-ETIT-100716]

Responsible: Dr.-Ing. Andreas Liske
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100399 - Schaltungstechnik in der Industrieelektronik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

T 7.208 Course: Schutz- und Leittechnik in elektrischen Netzen [T-ETIT-113164]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106506 - Schutz- und Leittechnik in elektrischen Netzen

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten)

Prerequisites
none

T 7.209 Course: Seamless Engineering [T-MACH-111401]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Kai Furmans
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik/Institut für Technik der Informationsverarbeitung
KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme

Part of: M-MACH-105725 - Seamless Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	9	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art.

Die Gesamtnote setzt sich wie folgt zusammen:

- 50% Bewertung einer Abschlussprüfung als Einzelleistung als Abschluss des Vorlesungsblocks
- 50% Bewertung von Kolloquien als Einzelleistung zu definierten Meilensteinen während der Projektarbeit

Das Nichtbestehen der Abschlussprüfung oder der Kolloquien führt nicht zum Nichtbestehen der Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Recommendation
none

Annotations
Die Veranstaltung setzt sich aus zwei Komponenten zusammen. In Vorlesung und Excercise werden theoretisches Wissen und Grundlagen über den strukturierten Systementwurf gelehrt. Parallel dazu findet während des gesamten terms ein praktischer Teil statt. In diesem entwerfen und implementieren die Studierenden in Kleingruppen unter Verwendung von industrienaher Hard- und Software ein mechatronisches System zur Bewältigung einer gegebenen Aufgabenstellung im logistischen Umfeld.

Workload
270 Std.

T 7.210 Course: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-benotet [T-ETIT-111688]

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Grade to a third	1

Verbuchung von ÜQ-Leistungen
Diese Course eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Languagenzentrum
- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)

Annotations
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer benoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Languagenzentrum 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 "Languagenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

T 7.211 Course: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-benotet [T-ETIT-111529]

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Grade to a third	1

Verbuchung von ÜQ-Leistungen
Diese Course eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Languagenzentrum
- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)

Annotations
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer benoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Languagenzentrum 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 "Languagenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

T 7.212 Course: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-benotet [T-ETIT-111689]

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Grade to a third	1

Verbuchung von ÜQ-Leistungen
Diese Course eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Languagenzentrum
- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)

Annotations
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer benoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Languagenzentrum 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 "Languagenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

T 7.213 Course: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-Forum-unbenotet [T-ETIT-111690]

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Version
Completed coursework	2	pass/fail	1

Verbuchung von ÜQ-Leistungen
Diese Course eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Languagenzentrum
- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)

Annotations
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer unbenoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Languagenzentrum 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 "Languagenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

T 7.214 Course: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-unbenotet [T-ETIT-111533]

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Version
Completed coursework	2	pass/fail	1

Verbuchung von ÜQ-Leistungen
Diese Course eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Languagenzentrum
- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)

Annotations
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer unbenoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Languagenzentrum 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 "Languagenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

T 7.215 Course: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-unbenotet [T-ETIT-111691]

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Version
Completed coursework	2	pass/fail	1

Verbuchung von ÜQ-Leistungen
Diese Course eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Languagenzentrum
- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)

Annotations
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer unbenoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Languagenzentrum 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 "Languagenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

T 7.216 Course: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-FORUM-unbenotet [T-ETIT-112898]

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Version
Completed coursework	2	pass/fail	1

Verbuchung von ÜQ-Leistungen
Diese Course eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Languagenzentrum
- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)

Annotations
Platzhalter zur Selbstverbuchung einer unbenoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Languagenzentrum 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 "Languagenzentrum" or the Center for Applied Cultural Studies and Studium Generale.

Title and credits of the achievement are adopted.

T 7.217 Course: Seminar Advanced Concepts for Flexible and Soft Optoelectronic Devices and Sensors [T-ETIT-113427]

Responsible: Prof. Dr. Gerardo Hernandez Sosa
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106674 - Seminar Advanced Concepts for Flexible and Soft Optoelectronic Devices and Sensors

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2313766	Seminar Advanced Concepts for Flexible and Soft Optoelectronic Devices and Sensors	2 SWS	Seminar (S) / 🗣	Hernandez Sosa

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
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.

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

Prerequisites
none

T 7.218 Course: Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik [T-ETIT-100962]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100441 - Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	4	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2310512	Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik	3 SWS	Seminar (S) /	Schmalen, Jäkel

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle besteht aus einer Hausarbeit und einem Vortrag

Der Gesamteindruck wird bewertet.

Prerequisites
none

Annotations
In die Modulnote gehen die Beurteilung der Hausarbeit und des Seminarvortrags ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

T 7.219 Course: Seminar Barrierefreiheit - Assistive Technologien für Sehgeschädigte [T-INFO-104742]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Rainer Stiefelhagen
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-102374 - Seminar Barrierefreiheit - Assistive Technologien für Sehgeschädigte

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten (in Abhängigkeit von Text und Bildern zw. 10-20 Seiten) einer schriftlichen Zusammenfassung der im Seminar geleisteten Arbeit sowie der Präsentation (VortragsDuration: 20 min + 5 min Diskussion) derselbigen als Prüfungsleistung anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO.

Prerequisites
none

Recommendation
none

T 7.220 Course: Seminar Batterien II [T-ETIT-110801]

Responsible: Dr.-Ing. Andre Weber
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105321 - Seminar Batterien II

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	Jedes term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2304226	Seminar Batterien	2 SWS	Seminar (S) / 🗣	Weber

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Prerequisites
none

T 7.221 Course: Seminar Brennstoffzellen II [T-ETIT-110799]

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105322 - Seminar Brennstoffzellen II

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	Jedes term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2304227	Seminar Brennstoffzellen	2 SWS	Seminar (S) / 🗣	Weber

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von Prüfungsleistungen anderer Art.

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von einer schriftlichen Ausarbeitung und einem Seminarvortrag. Näheres wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

Prerequisites
none

T 7.222 Course: Seminar Eingebettete Systeme [T-ETIT-100753]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Prof. Dr. Wilhelm Stork

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: M-ETIT-100455 - Seminar Eingebettete Systeme

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	4	Grade to a third	Jedes term	3

Lectures					
SS 2025	2311627	Seminar Eingebettete Systeme	2 SWS	Seminar (S) /	Becker, Sax, Stork

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Ausarbeitung, Reviews, sowie eines Vortrags. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Die Notenbildung ergibt sich aus der Ausarbeitung, dem gegenseitigen Review und dem Vortrag.

Prerequisites
none

T 7.223 Course: Seminar Elektrokatalyse [T-ETIT-111256]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ulrike Krewer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105629 - Seminar Elektrokatalyse

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	Jedes term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	2304302	Seminar Elektrokatalyse	2 SWS	Seminar (S) / 🗣	Röse

Legend: 💻 Online, 🏢 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

T 7.224 Course: Seminar Industrial Process and Plant Engineering [T-ETIT-113932]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Mike Barth
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106970 - Seminar Industrial Process and Plant Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	4	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2303650	Seminar Industrial Process and Plant Engineering	3 SWS	Seminar (S) / 🗣	Barth, Jilg

Legend: 💻 Online, 🏫 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination will be the seminar presentation at the end of the term. The criteria are:

- Live presentation of the created CAD and simulation models
- Poster design and usage within the presentation
- Answering the questions from the examiners
- Structure of the talk

Prerequisites
none

T 7.225 Course: Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik [T-ETIT-100713]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100396 - Seminar Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	4	Grade to a third	Jedes term	2

Lectures					
SS 2025	2306317	Neue Komponenten und Systeme der Leistungselektronik	3 SWS	Seminar (S) / 🗣	Hiller

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art. Sie besteht aus einem 15-minütigen Abschlussvortrag mit anschließender Diskussion sowie einer 2-seitigen schriftlichen Ausarbeitung. Der Gesamteindruck wird bewertet.

Bewertet werden:

- Vortrag
  - Folienqualität (Form und Contents)
  - Vortrag (Aufbau, Stil, Contents)
  - Verhalten bei der Fragerunde
- Ausarbeitung mit einer Zusammenfassung der wesentlichen Contentse
  - Format, Rechtschreibung, sprachlicher Stil (wissenschaftlich/sachlich)
  - Contents, (grafische) Aufbereitung der recherchierten Ergebnisse
  - Qualität und Quantität der verwendeten Quellen, Zitationsstil

In die Modulnote gehen die Beurteilungen des Abschlussvortrags sowie der schriftlichen Ausarbeitung (jeweils nach den oben genannten Kriterien) ein. Nähere Angaben erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Sieht man den Prüfling zwischen zwei Notenwerten, gibt die Mitarbeit in den vorbereitenden Treffen den Ausschlag.

Prerequisites
none

Annotations
Teilnahme an insgesamt 7 vorbereitenden Treffen (ca. alle 14 Tage mit durchschnittlich 3 h Duration) 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 7.226 Course: Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting [T-ETIT-108344]

Responsible: Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-103447 - Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2313761	Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting	2 SWS	Seminar (S) / 🗣	Paetzold

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, × Canceled

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Recommendation
Gute Kenntnisse der Halbleiterbauelemente/Optoelektronik sind wünschenswert.

Annotations
Die Seminar- und PrüfungsLanguage ist English.

T 7.227 Course: Seminar on Applied Superconductivity [T-ETIT-111243]

Responsible: Prof. Dr. Tabea Arndt
Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
Prof. Dr. Sebastian Kempf
Prof. Dr.-Ing. Mathias Noe

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: M-ETIT-105615 - Seminar on Applied Superconductivity

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	2

Lectures					
SS 2025	2310542	Seminar on Applied Superconductivity	2 SWS	Seminar (S) / 🗣	Kempf, Arndt, Holzapfel, Noe

Legend: 💻 Online, 🏫 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Elaboration of a scientific topic and presentation of a talk on the topic within the seminar of about 30min.

T 7.228 Course: Seminar Project Management for Engineers [T-ETIT-100814]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Mathias Noe
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Completed coursework	3	pass/fail	Each summer term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten)

Bestätigung der „erfolgreichen Teilnahme“ (unbenotet, Studienleistung) ist für den Studiengang ENTECH durch das Bestehen einer 15 minütigen mündlichen Gesamtprüfung möglich.

Prerequisites
none

Annotations
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 7.229 Course: Seminar Projekt Management für Ingenieure [T-ETIT-108820]

Responsible: Dr. Christian Day
Prof. Dr.-Ing. Mathias Noe

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Studienleistung mündlich	3	pass/fail	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2312684	Projektmanagement für Ingenieure	2 SWS	Seminar (S) / 🗣	Noe

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten).

Prerequisites
none

Annotations
Detaillierte Informationen zu Contentsen, Competence Goaln und Workload unter:
M-ETIT-104285 – Seminar Projektmanagement für Ingenieure

T 7.230 Course: Seminar Sensorik [T-ETIT-100707]

Responsible: Dr. Wolfgang Menesklou
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100380 - Seminar Sensorik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	Jedes term	1

Lectures					
SS 2025	2304233	Seminar Sensorik	2 SWS	Seminar (S) / 🗣	Menesklou

Legend: 💻 Online, 🌐 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt als Prüfungsleistungen anderer Art in Form einer schriftlichen Ausarbeitung sowie einer Präsentation.

Prerequisites
none

Recommendation
Vorheriger Besuch der Vorlesung „Sensoren“ wird empfohlen.

Annotations
Die Course „Seminar Sensorik“ (3 LP) kann mit bis zu 6 LP angerechnet werden, wenn die Arbeit deutlich über den normalen Umfang hinausgeht, z.B. aufgrund eines zusätzlichen praktischen Teils (Umsetzung in eine elektronische Schaltung, Anfertigen von Feldstudien, etc.). Ein geplanter erhöhter Umfang ist immer vorab mit dem Dozenten abzusprechen. Die Entscheidung darüber, ob und wieviel zusätzliche LP anerkannt werden, liegt letztendlich bei Dozenten.
Die zusätzichen 3 LP werden über die Course "T-ETIT-113577 – Seminar Sensorik – praktischer Teil" verbucht.

T 7.231 Course: Seminar Strategieableitung für Ingenieure [T-ETIT-111369]

Responsible: Prof. Dr. Tabea Arndt
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Studienleistung mündlich	3	pass/fail	Each winter term	2

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (30 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO Master 2018 über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Annotations
Regelmäßige Teilnahme an den Veranstaltungsterminen ist Voraussetzung für die Prüfungszulassung.

Die Prüfung findet voraussichtlich am Campus Nord statt.

Detaillierte Informationen zu Contentsen, Competence Goaln und Workload unter:

M-ETIT-105697 – Seminar Strategieableitung für Ingenieure

T 7.232 Course: Seminar Wir machen ein Patent [T-ETIT-100754]

Responsible: Prof. Dr. Wilhelm Stork
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Completed coursework	3	pass/fail	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2311633	Seminar Wir machen ein Patent	2 SWS	Seminar (S) / 🗣	Stork

Legend: 🖥 Online, 🖥🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Ausarbeitung einer fiktiven Patentschrift. Das Seminar ist unbenotet gilt mit erfolgreicher Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung als bestanden.

Prerequisites
none

Recommendation
Ein technisches Verständnis wird erwartet, das ungefähr dem fünften term entspricht.

Annotations
Das Seminar ist teilnehmerbegrenzt

Das Auswahlverfahren beginnt nach der ersten Vorlesung

Die Platzvergabe erfolgt nach Studienfortschritt und Studiengang. Studierende der Elektotechnik und Informationstechnik und solche im Masterstudium werden bevorzugt zugelassen.

Detaillierte Informationen zu Contentsen, Competence Goaln und Workload unter:

M-ETIT-100458 – Seminar Wir machen ein Patent

T 7.233 Course: Sensoren [T-ETIT-101911]

Responsible: Dr. Wolfgang Menesklou
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100378 - Sensoren

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	3	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2304231	Sensoren	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Menesklou

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 2 Stunden.

Prerequisites
none

Recommendation
Grundlagen in Werkstoffkunde (z.B. Vorlesung „Passive Bauelemente“) sind hilfreich.

Annotations
Contentse und Competence Goal unter: Module: M-ETIT-100378 – Sensoren

T 7.234 Course: Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration [T-INFO-109911]

Responsible: Dr.-Ing. Johannes Kurth
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-104877 - Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 30 Minuten gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO Master Informatik. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Prerequisites
Keine.

Recommendation
Erfolgreicher Abschluss des Moduls Robotik I - Einführung in die Robotik [T-INFO-101465]

T 7.235 Course: Signal Processing Lab [T-ETIT-113369]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sander Wahls
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106633 - Signal Processing Lab

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2302134	Signal Processing Lab	4 SWS	Practice (P) /	Wahls, van Wijk

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
Success is assessed in the form of a written examination lasting 120 minutes.

Prerequisites
none

Recommendation
Knowledge of the contents of the modules "Signals and Systems", "Measurement Technology" and "Methods of Signal Processing" is strongly recommended.

Annotations
A prerequisite for admission to the examination is the submission of protocols of all experiments. The quality of the protocols will be assessed; they must be acceptable for admission to the examination.

Attendance is compulsory during all practical sessions, including the introductory session. Admission to the examination will not be granted for even one unexcused absence.

T 7.236 Course: Signal Processing Methods [T-ETIT-113837]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sander Wahls
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106899 - Signal Processing Methods

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Written exam, approx. 120 minutes.
The module grade is the grade of the written exam.

Prerequisites
none

Recommendation
Familiarity with signals and systems (in particular, Fourier transforms) and probability theory at the Bachelor level is assumed.

T 7.237 Course: Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators [T-ETIT-113428]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sander Wahls
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106675 - Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2302135	Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Wahls
SS 2025	2302136	Übung zu 2302135 Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators	2 SWS	Excercise (E) / 🗣	Wahls, Liang

Legend: 🖥 Online, 🖧 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The examination in this module consists of programming assessments and a graded written examination of 120 minutes.

The programming assignments are either pass or fail. They must be passed during the lecture period for admission to the written examination.

The module grade is the grade of the written exam.

Prerequisites
none

T 7.238 Course: Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik [T-ETIT-100747]

Responsible: Dr.-Ing. Holger Jäkel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100443 - Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each summer term	3

Lectures					
SS 2025	2310534	Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik	3 SWS	Lecture (L) /	Jäkel
SS 2025	2310535	Übung zu 2310534 Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik	1 SWS	Excercise (E) /	Jäkel

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Prerequisites
none

T 7.239 Course: SIL Entrepreneurship Projekt [T-WIWI-110166]

Responsible: Prof. Dr. Orestis Terzidis
Organization: KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Part of: M-ETIT-105073 - Student Innovation Lab

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Recommendation
none

Workload
90 Std.

T 7.240 Course: Single-Photon Detectors [T-ETIT-108390]

Responsible: Dr. Konstantin Ilin
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-101971 - Single-Photon Detectors

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle findet im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 20 Minuten statt.

Prerequisites
none

T 7.241 Course: Software Engineering [T-ETIT-108347]

Responsible: Dr. Clemens Reichmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100450 - Software Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	4

Lectures					
SS 2025	2311611	Software Engineering	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Reichmann

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Prerequisites
none

T 7.242 Course: Solar Energy [T-ETIT-100774]

Responsible: Prof. Dr. Bryce Sydney Richards
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100524 - Solar Energy

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Prerequisites
Students are not allowed to take „T-ETIT-101939 - Photovoltaik" in addition to this one.

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Course T-ETIT-101939 - Photovoltaik darf nicht begonnen worden sein.

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen aus M-ETIT-100480 - Optoelektronik sind hilfreich.

T 7.243 Course: Solar Thermal Energy Systems [T-MACH-106493]

Responsible: apl. Prof. Dr. Ron Dagan
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Angewandte Thermofluidik
Part of: M-MACH-101924 - Solar Thermal Energy Systems

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	4

Type of Examination
mündliche Prüfung, ca. 30 Minuten

Prerequisites
none

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Course T-MACH-105225 - Thermische Solarenergie darf nicht begonnen worden sein.

Recommendation
Literatur

1. "Solar Engineering of Thermal Processes", 4th Edition, J. Duffie &W. Beckman. Published by Wiley & Sons
2. “Heat Transfer”, 10th Edition, J. P. Holman Mc. Graw Hill publisher
3. “Fundamentals of classical Thermodynamics”, G. Van Wylen & R. E. Sonntag. Published by Wiley &Sons

Workload
120 Std.

T 7.244 Course: Space-Born Microwave Radiometry-Advanced Methods and Applications [T-ETIT-100810]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100545 - Space-Born Microwave Radiometry - Advanced Methods and Applications

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2308448	Space-borne Microwave Radiometry - Advanced Methods and Applications	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Jirousek

Legend: 💻 Online, 🏫 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen der Hochfrequenztechnik sind hilfreich.

T 7.245 Course: Spaceborne Radar Remote Sensing - Exam [T-ETIT-112857]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Alberto Moreira
Dr. Pau Prats
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-103042 - Spaceborne Radar Remote Sensing

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2308428	Spaceborne Radar Remote Sensing	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Prats, Moreira
SS 2025	2308429	Tutorial Spaceborne Radar Remote Sensing	1 SWS	Tutorium (Tu) / 🗣	Younis

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
The assessment takes place in the form of a written examination lasting 120 min.

Prerequisites
"T-ETIT-106056 - Spaceborne Radar Remote Sensing" is not allowed to be started or to be completed.

Recommendation
Signal processing and radar fundamentals.

Annotations
Further information can be found at the internet page of the IHE (https://s.kit.edu/ihe-srrs).

T 7.246 Course: Spaceborne Radar Remote Sensing - Workshop [T-ETIT-112858]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Marwan Younis
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-103042 - Spaceborne Radar Remote Sensing

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	2	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2308427	Spaceborne Radar Remote Sensing (PC-Workshop)	1 SWS	Praktische Übung (PÜ) / 🗣	Younis, Prats

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
The assessment takes place in the form of reports (other types of examination). Those reports have to be submitted as part of the SAR computer workshop (approx. a total of five workshops). Details will be given during the lecture.

Prerequisites
"T-ETIT-106056 - Spaceborne Radar Remote Sensing" is not allowed to be started or to be completed.

Recommendation
Signal processing and radar fundamentals.

Annotations
Further information can be found at the internet page of the IHE (https://s.kit.edu/ihe-srrs).

T 7.247 Course: Steuerungstechnik [T-MACH-105185]

Responsible: Hon.-Prof. Dr. Christoph Gönnheimer
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Produktionstechnik
Part of: M-MACH-105348 - Steuerungstechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	2

Lectures					
SS 2025	2150683	Steuerungstechnik	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Gönnheimer

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
Schriftliche Prüfung (60 min)

Prerequisites
none

Workload
120 Std.

T 7.248 Course: Stochastische Informationsverarbeitung [T-INFO-101366]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-100829 - Stochastische Informationsverarbeitung

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 15 - 25 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Prerequisites
Keine.

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen aus der Wahrscheinlichkeitstheorie sind hilfreich.

Annotations
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 Contentse werden in allen unseren Vorlesungen grundsätzlich von Anfang an hergeleitet und ausführlich erklärt; es ist also möglich in SI, LMA oder IIS einzusteigen.

T 7.249 Course: Stromrichtersteuerungstechnik [T-ETIT-100717]

Responsible: Dr.-Ing. Andreas Liske
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100400 - Stromrichtersteuerungstechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2306330	Stromrichtersteuerungstechnik	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Liske

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

T 7.250 Course: Superconducting Magnet Technology [T-ETIT-113440]

Responsible: Prof. Dr. Tabea Arndt
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106684 - Superconducting Magnet Technology

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2312698	Superconducting Magnet Technology	3 SWS	Vorlesung / Übung (VÜ) /	Arndt

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, Canceled

Type of Examination
The examination takes place in form of an oral exam (abt. 30 minutes).

Two timeslots (weeks) for examination dates will be announced (usually near end of lecture period & end of term).

The module grade is the grade of the oral exam.

Prerequisites
none

T 7.251 Course: Superconducting Materials [T-ETIT-111096]

Responsible: Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105521 - Superconducting Materials

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Jedes term	2

Lectures					
SS 2025	2312696	Superconducting Materials Part II	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Holzapfel, Hänisch

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
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).

Prerequisites
none

Recommendation
Knowledge of the basic course “Superconductivity for Engineers” is required

T 7.252 Course: Superconducting Nanowire Detectors [T-ETIT-111236]

Responsible: Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105609 - Superconducting Nanowire Detectors

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each summer term	1 Sem.	2

Lectures					
SS 2025	2312671	Superconducting Nanowire Detectors	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Ilin
SS 2025	2312673	Praktikum to 2312671 Superconducting Nanowire Detectors	1 SWS	Excercise (E) / 🗣	Ilin

Legend: 🖳 Online, 🖳🗣 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Oral Exam (20 min.)

T 7.253 Course: Superconducting Power Systems [T-ETIT-113439]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Mathias Noe
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106683 - Superconducting Power Systems

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
The examination takes place in form of an oral exam (abt. 45 minutes).

The module grade is the grade of the oral exam.

Prerequisites
none

T 7.254 Course: Superconductivity for Engineers [T-ETIT-111239]

Responsible: Prof. Dr. Bernhard Holzapfel
Prof. Dr. Sebastian Kempf
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105611 - Superconductivity for Engineers

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	3

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

T 7.255 Course: Systemintegration und Kommunikationsstrukturen in Industrie 4.0 und IoT [T-ETIT-112212]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-106026 - Systemintegration und Kommunikationsstrukturen in Industrie 4.0 und IoT

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1 Sem.	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten). Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Prerequisites
none

T 7.256 Course: Systems and Software Engineering [T-ETIT-100675]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100537 - Systems and Software Engineering

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Written exam, approximately 90 minutes.

Students are given the opportunity to earn a grade bonus through separate task assignments. If the grade of the written exam is between 4.0 and 1.3, the bonus improves the grade by a maximum of one grade level (0.3 or 0.4). The exact criteria for awarding a bonus will be announced at the beginning of the lecture. Bonus points do not expire and remain valid for exams taken at a later date.

The grade is determined by the written exam and the bonus points.

Prerequisites
none

T 7.257 Course: Systems Engineering for Automotive Electronics [T-ETIT-100677]

Responsible: Hon.-Prof. Dr. Jürgen Bortolazzi
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100462 - Systems Engineering for Automotive Electronics

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2311642	Systems Engineering for Automotive Electronics	2 SWS	Lecture (L) /	Bortolazzi
SS 2025	2311644	Tutorial for 2311642 Systems Engineering for Automotive Electronics	1 SWS	Excercise (E) /	Beck

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Art und Weise (schriftliche oder mündliche Prüfung) der Erfolgskontrolle wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
Die Prüfung findet ohne Hilfsmittel statt.

Prerequisites
none

Recommendation
Empfohlen wird der Besuch der Vorlesung SE (23611)

Annotations
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 / Excercise zur Vorlesung ist Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung.

T 7.258 Course: Team Project: Sensors and Electronics [T-ETIT-111007]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Ahmet Cagri Ulusoy
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Part of: M-ETIT-105465 - Team Project: Sensors and Electronics

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Completed coursework	3	pass/fail	Jedes term	1 Sem.	2

Type of Examination
siehe Modulbeschreibung

T 7.259 Course: Technikethik - ARs ReflecTIonis [T-ETIT-111923]

Responsible: Dr. phil. Michael Kühler
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Duration	Version
Completed coursework	2	pass/fail	Jedes term	1 Sem.	1

Lectures					
SS 2025	9003013	ARS REFLECTIONIS. Verantwortlich denken und handeln in Technik, Wissenschaft und Innovation		Block (B) / 🏵	Does, Krüger, Derpmann

Legend: 🖳 Online, 🏵 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Multiple-Choice Abschlusstest

Prerequisites
none

Annotations
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 Responsiblesübernahme mit allgemeinen Komponenten zu Grundlagen der Ethik und normativer Argumentation kombinieren. Die einzelnen Komponenten enthalten jeweils eine per Video aufgezeichnete Micro-Vorlesung, 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 7.260 Course: Technische Akustik [T-ETIT-104579]

Responsible: Dr. Nicole Ruiter
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-101835 - Technische Akustik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

T 7.261 Course: Technische Optik [T-ETIT-100804]

Responsible: Prof. Dr. Cornelius Neumann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100538 - Technische Optik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	5	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Prerequisites
none

Recommendation
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

T 7.262 Course: Telematik [T-INFO-101338]

Responsible: Prof. Dr. Martina Zitterbart
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-100801 - Telematik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
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.

Prerequisites
none

Recommendation

- Contentse der Vorlesung ***Einführung in Rechnernetze***oder vergleichbarer Vorlesungen werden vorausgesetzt.
- Der Besuch des modulbegleitenden ***Basispraktikums Protokoll Engineering*** wird empfohlen.

T 7.263 Course: Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld [T-ETIT-100811]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Eric Sax
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100546 - Test eingebetteter Systeme im industriellen Umfeld

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (25 Minuten).

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse zu Grundlagen aus der angewandten Informatik zum Beispiel der Besuch des Praktikums Informationstechnik sind hilfreich.

T 7.264 Course: Theoretische Grundlagen der Kryptographie [T-INFO-111199]

Responsible: Prof. Dr. Jörn Müller-Quade
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-105584 - Theoretische Grundlagen der Kryptographie

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (im Umfang von 120 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 von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO oder
- in Form einer schriftlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO

stattfindet.

Prerequisites
Wenn das Modul M-INFO-100836 Ausgewählte Kapitel der Kryptographie bereits geprüft wurde, kann das Modul Theoretischen Grundlagen der Kryptographie nicht geprüft werden.

T 7.265 Course: Thermische Solarenergie [T-MACH-105225]

Responsible: apl. Prof. Dr. Ron Dagan
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Angewandte Thermofluidik
Part of: M-MACH-102388 - Thermische Solarenergie

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
mündliche Prüfung, ca. 30 Minuten

Prerequisites
none

Modellierte Prerequisites
Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Course T-MACH-106493 - Solar Thermal Energy Systems darf nicht begonnen worden sein.

Workload
120 Std.

T 7.266 Course: TutorInnenprogramm - Start in die Lehre [T-ETIT-100797]

Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-105803 - Überfachliche Qualifikationen

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Completed coursework	2	pass/fail	Jedes term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle setzt sich aus der Teilnahme an On-Sitebausteinen (Anwesenheitspflicht von 80%) sowie der Abgabe eines schriftlichen Reflexionsportfolios zusammen.

Die Anwesenheitspflicht ist sowohl zur Durchführung der Arbeiten im Team vor Ort notwendig, als auch zur praktischen Vermittlung von Techniken und Fähigkeiten, die im reinen Selbststudium nicht erlernt werden können.

Prerequisites
termbegleitende Tätigkeit als TutorIn am KIT während der Programmteilnahme..

Annotations
Detaillierte Informationen zu Contentsen, Competence Goaln und Workload unter:
M-ETIT-100563 – TutorInnenprogramm - Start in die Lehre

T 7.267 Course: Ultraschall-Bildgebung [T-ETIT-100822]

Responsible: Dr. Nicole Ruiter
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100560 - Ultraschall-Bildgebung

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2305295	Ultraschall-Bildgebung	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Ruiter

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten).

Prerequisites
none

T 7.268 Course: Universal Composability in der Kryptographie [T-INFO-111584]

Responsible: Prof. Dr. Jörn Müller-Quade
Organization: KIT-Fakultät für Informatik
Part of: M-INFO-105783 - Universal Composability in der Kryptographie

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Prerequisites
Keine.

Recommendation
Studierende sollten mit den Contentsen der Module "Theoretische Grundlagen der Kryptographie" und „Kryptographische Protokolle“ vertraut sein.

T 7.269 Course: Vakuumtechnik [T-CIWVT-109154]

Responsible: Dr.-Ing. Thomas Giegerich
Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-CIWVT-104478 - Vakuumtechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	6	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Prerequisites
none

T 7.270 Course: Verifizierte numerische Methoden [T-ETIT-109184]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-104493 - Verifizierte numerische Methoden

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	4	Grade to a third	Each winter term	1

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählte Lehrveranstaltung.

Prerequisites
none

Recommendation
Kenntnisse folgender Module werden empfohlen:

- Mathematik I-III im Bachelor
- M-MATH-100536 - Numerische Methoden
- M-ETIT-104595 Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen

T 7.271 Course: Verteilte ereignisdiskrete Systeme [T-ETIT-100960]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100361 - Verteilte ereignisdiskrete Systeme

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2302106	Verteilte ereignisdiskrete Systeme	2 SWS	Lecture (L) /	Heizmann
SS 2025	2302108	Übungen zu 2302106 Verteilte ereignisdiskrete Systeme	1 SWS	Excercise (E) /	Hoffmann

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten.

Prerequisites
none

Recommendation
Die Kenntnis der Contentse der Module „Wahrscheinlichkeitstheorie“, „Systemtheorie“ und „Messtechnik“ wird dringend empfohlen.

T 7.272 Course: Visuelle Wahrnehmung im KFZ [T-ETIT-100777]

Responsible: Prof. Dr. Cornelius Neumann
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-100497 - Visuelle Wahrnehmung im KFZ

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2313717	Visuelle Wahrnehmung im KFZ	2 SWS	Lecture (L) / 🗣	Neumann

Legend: Online, Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Die Erfolgskontrolle erfolgt im Rahmen einer mündlichen Gesamtprüfung (20 Minuten) über die ausgewählten Vorlesungen, mit denen in Summe die Mindestanforderung an LP erfüllt wird.

Prerequisites
none

Recommendation
Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

T 7.273 Course: Water – Energy – Environment Nexus in a Circular Economy: Research Proposal Preparation [T-CIWVT-113433]

Organization: KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik

Part of: M-CIWVT-106680 - Water – Energy – Environment Nexus in a Circular Economy: Research Proposal Preparation

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	5	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2233130	Circular Economy Water Energy Environment: Research Proposal Preparation	4 SWS	Lecture (L) / 🗣	Schäfer

Legend: 💻 Online, 🗣💻 Online + On-Site, 🗣 On-Site, ✕ Canceled

Type of Examination
Erfolgskontrolle ist eine Prüfungsleistung anderer Art:
Abgabe eines research proposals im Umfang von 10 Seiten, Präsentation im Umfang von 10 Minuten.

Prerequisites
none

T 7.274 Course: Werkzeugmaschinen und hochpräzise Fertigungssysteme [T-MACH-110963]

Responsible: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer
Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Produktionstechnik
Part of: M-MACH-101286 - Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Oral examination	9	Grade to a third	Each winter term	2

Type of Examination
Mündliche Prüfung (ca. 45 Minuten)

Prerequisites
T-MACH-102158 - Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik darf nicht begonnen sein.
T-MACH-109055 - Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik darf nicht begonnen sein.
T-MACH-110962 - Werkzeugmaschinen und hochpräszise Fertigungssystem darf nicht begonnen sein.

Workload
270 Std.

T 7.275 Course: Wissenschaftliches Programmieren für Ingenieure [T-MACH-100532]

Responsible: Prof. Dr. Peter Gumbsch
Dr. Daniel Weygand

Organization: KIT-Fakultät für Maschinenbau
KIT-Fakultät für Maschinenbau/Institut für Angewandte Materialien/Computational Materials Science

Part of: M-MACH-105369 - Wissenschaftliches Programmieren für Ingenieure

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Written examination	4	Grade to a third	Each winter term	3

Type of Examination
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten

Prerequisites
Die Course kann nicht mit der Course "Anwendung höherer ProgrammierLanguagen im Maschinenbau" (T-MACH-105390) kombiniert werden.

Workload
120 Std.

T 7.276 Course: Workshop Finite Element Method in Electromagnetics [T-ETIT-114166]

Responsible: Prof. Dr. Martin Doppelbauer
Organization: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Part of: M-ETIT-107147 - Workshop Finite Element Method in Electromagnetics

Type	CR	Scale	Recurrence	Version
Prüfungsleistung anderer Art	3	Grade to a third	Each summer term	1

Lectures					
SS 2025	2306333	Workshop Finite Element Method in Electromagnetics	2 SWS	Seminar (S) /	N.N.

Legend: Online, Online + On-Site, On-Site, × Canceled

Type of Examination
Success control takes place in the form of different types of examination consisting of a written assignment in the form of an written report.

The module grade is the grade of the written paper.

Prerequisites
none