

# **Modulhandbuch Technomathematik M.SC.**

SPO 2016

Wintersemester 2024/25

Stand 21.10.2024

KIT-FAKULTÄT FÜR MATHEMATIK



# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Studienplan-Master-TeMa-2023-09.pdf .....</b>                                                    | <b>11</b> |
| <b>2. Aufbau des Studiengangs.....</b>                                                                 | <b>19</b> |
| 2.1. Masterarbeit .....                                                                                | 19        |
| 2.2. Berufspraktikum .....                                                                             | 19        |
| 2.3. Angewandte Mathematik .....                                                                       | 20        |
| 2.4. Elektrotechnik / Informationstechnik .....                                                        | 25        |
| 2.5. Experimentalphysik .....                                                                          | 25        |
| 2.6. Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik .....                                                  | 26        |
| 2.7. Anderes Technisches Fach .....                                                                    | 26        |
| 2.8. Informatik .....                                                                                  | 26        |
| 2.9. Mathematische Vertiefung .....                                                                    | 27        |
| 2.10. Überfachliche Qualifikationen .....                                                              | 31        |
| 2.11. Zusatzleistungen .....                                                                           | 32        |
| <b>3. Module.....</b>                                                                                  | <b>37</b> |
| 3.1. Adaptive Finite Elemente Methoden - M-MATH-102900 .....                                           | 37        |
| 3.2. Advanced Inverse Problems: Nonlinearity and Banach Spaces - M-MATH-102955 .....                   | 38        |
| 3.3. Algebra - M-MATH-101315 .....                                                                     | 39        |
| 3.4. Algebraische Geometrie - M-MATH-101724 .....                                                      | 40        |
| 3.5. Algebraische Topologie - M-MATH-102948 .....                                                      | 41        |
| 3.6. Algebraische Topologie II - M-MATH-102953 .....                                                   | 42        |
| 3.7. Algebraische Zahlentheorie - M-MATH-101725 .....                                                  | 43        |
| 3.8. Analytische und numerische Homogenisierung - M-MATH-105636 .....                                  | 44        |
| 3.9. Anwendungen von topologischer Datenanalyse - M-MATH-105651 .....                                  | 45        |
| 3.10. Aspekte der Geometrischen Analysis - M-MATH-103251 .....                                         | 46        |
| 3.11. Astroteilchenphysik I - M-PHYS-102075 .....                                                      | 47        |
| 3.12. Ausgewählte Themen der harmonischen Analysis - M-MATH-104435 .....                               | 48        |
| 3.13. Banachalgebren - M-MATH-102913 .....                                                             | 49        |
| 3.14. Batterien und Brennstoffzellen - M-ETIT-100532 .....                                             | 50        |
| 3.15. Bayes'sche inverse Probleme und deren Verbindungen zum maschinellen Lernen - M-MATH-106328 ..... | 51        |
| 3.16. Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft - M-FORUM-106753 .....                 | 53        |
| 3.17. Berufspraktikum - M-MATH-102861 .....                                                            | 57        |
| 3.18. Bildverarbeitung mit Methoden der numerischen linearen Algebra - M-MATH-104058 .....             | 58        |
| 3.19. Biopharmazeutische Aufbereitungsverfahren - M-CIWVT-103065 .....                                 | 59        |
| 3.20. Bott-Periodizität - M-MATH-104349 .....                                                          | 60        |
| 3.21. Brownsche Bewegung - M-MATH-102904 .....                                                         | 62        |
| 3.22. Compressive Sensing - M-MATH-102935 .....                                                        | 63        |
| 3.23. Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab - M-MATH-106634 .....                            | 64        |
| 3.24. Computergrafik - M-INFO-100856 .....                                                             | 65        |
| 3.25. Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme - M-MATH-102883 .....  | 66        |
| 3.26. Deep Learning und Neuronale Netze - M-INFO-104460 .....                                          | 67        |
| 3.27. Der Poisson-Prozess - M-MATH-102922 .....                                                        | 68        |
| 3.28. Differentialgeometrie - M-MATH-101317 .....                                                      | 69        |
| 3.29. Diskrete dynamische Systeme - M-MATH-105432 .....                                                | 71        |
| 3.30. Dispersive Gleichungen - M-MATH-104425 .....                                                     | 72        |
| 3.31. Dynamische Systeme - M-MATH-103080 .....                                                         | 73        |
| 3.32. Echtzeitsysteme - M-INFO-100803 .....                                                            | 74        |
| 3.33. Einführung in aperiodische Ordnung - M-MATH-105331 .....                                         | 75        |
| 3.34. Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen - M-MATH-102889 .....                                | 76        |
| 3.35. Einführung in die dynamischen Systeme - M-MATH-106591 .....                                      | 78        |
| 3.36. Einführung in die geometrische Maßtheorie - M-MATH-102949 .....                                  | 80        |
| 3.37. Einführung in die homogene Dynamik - M-MATH-105101 .....                                         | 81        |
| 3.38. Einführung in die kinetische Theorie - M-MATH-103919 .....                                       | 82        |
| 3.39. Einführung in die Kosmologie - M-PHYS-102175 .....                                               | 83        |
| 3.40. Einführung in die Strömungslehre - M-MATH-105650 .....                                           | 84        |
| 3.41. Einführung in die Strömungsmechanik - M-MATH-106401 .....                                        | 85        |
| 3.42. Einführung in Partikuläre Strömungen - M-MATH-102943 .....                                       | 86        |
| 3.43. Einführung in Stochastische Differentialgleichungen - M-MATH-106045 .....                        | 87        |

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.44. Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields - M-ETIT-100386 .....                         | 88  |
| 3.45. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen - M-PHYS-102089 .....                   | 90  |
| 3.46. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen - M-PHYS-102090 .....                  | 92  |
| 3.47. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen - M-PHYS-102108 .....                  | 94  |
| 3.48. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen - M-PHYS-102109 .....                 | 95  |
| 3.49. Ergodentheorie - M-MATH-106473 .....                                                               | 96  |
| 3.50. Evolutionsgleichungen - M-MATH-102872 .....                                                        | 97  |
| 3.51. Exponentielle Integratoren - M-MATH-103700 .....                                                   | 99  |
| 3.52. Extremale Graphentheorie - M-MATH-102957 .....                                                     | 100 |
| 3.53. Extremwerttheorie - M-MATH-102939 .....                                                            | 101 |
| 3.54. Finanzmathematik in diskreter Zeit - M-MATH-102919 .....                                           | 102 |
| 3.55. Finanzmathematik in stetiger Zeit - M-MATH-102860 .....                                            | 104 |
| 3.56. Finite Elemente Methoden - M-MATH-102891 .....                                                     | 106 |
| 3.57. Formale Systeme - M-INFO-100799 .....                                                              | 107 |
| 3.58. Fortgeschrittene Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungen - M-MATH-106822 ..... | 109 |
| 3.59. Fourier-Analyse und ihre Anwendungen auf PDG - M-MATH-104827 .....                                 | 111 |
| 3.60. Fraktale Geometrie - M-MATH-105649 .....                                                           | 112 |
| 3.61. Funktionalanalysis - M-MATH-101320 .....                                                           | 114 |
| 3.62. Funktionale Datenanalyse - M-MATH-106485 .....                                                     | 115 |
| 3.63. Generalisierte Regressionsmodelle - M-MATH-102906 .....                                            | 116 |
| 3.64. Geometrie der Schemata - M-MATH-102866 .....                                                       | 118 |
| 3.65. Geometrische Analysis - M-MATH-102923 .....                                                        | 119 |
| 3.66. Geometrische Gruppentheorie - M-MATH-102867 .....                                                  | 120 |
| 3.67. Geometrische Gruppentheorie II - M-MATH-102869 .....                                               | 121 |
| 3.68. Geometrische numerische Integration - M-MATH-102921 .....                                          | 122 |
| 3.69. Geometrische Variationsprobleme - M-MATH-106667 .....                                              | 123 |
| 3.70. Globale Differentialgeometrie - M-MATH-102912 .....                                                | 124 |
| 3.71. Graphentheorie - M-MATH-101336 .....                                                               | 125 |
| 3.72. Grenzflächenthermodynamik - M-CIWVT-103063 .....                                                   | 126 |
| 3.73. Grundlagen der Kontinuumsmechanik - M-MATH-103527 .....                                            | 127 |
| 3.74. Grundlagen der Künstlichen Intelligenz - M-INFO-106014 .....                                       | 128 |
| 3.75. Grundlagen der Nanotechnologie I - M-PHYS-102097 .....                                             | 130 |
| 3.76. Grundlagen der Nanotechnologie II - M-PHYS-102100 .....                                            | 131 |
| 3.77. Grundlagen der Verbrennungstechnik - M-CIWVT-103069 .....                                          | 132 |
| 3.78. Gruppenwirkungen in der Riemannschen Geometrie - M-MATH-102954 .....                               | 133 |
| 3.79. Halbgruppentheorie für die Navier-Stokes-Gleichungen - M-MATH-106663 .....                         | 135 |
| 3.80. Harmonische Analysis - M-MATH-105324 .....                                                         | 137 |
| 3.81. Harmonische Analysis 2 - M-MATH-106486 .....                                                       | 139 |
| 3.82. Hochtemperatur-Verfahrenstechnik - M-CIWVT-103075 .....                                            | 141 |
| 3.83. Homotopietheorie - M-MATH-102959 .....                                                             | 142 |
| 3.84. Informationssicherheit - M-INFO-106015 .....                                                       | 143 |
| 3.85. Integralgleichungen - M-MATH-102874 .....                                                          | 145 |
| 3.86. Internetseminar für Evolutionsgleichungen - M-MATH-102918 .....                                    | 146 |
| 3.87. Introduction to Convex Integration - M-MATH-105964 .....                                           | 147 |
| 3.88. Introduction to Kinetic Equations - M-MATH-105837 .....                                            | 148 |
| 3.89. Introduction to Microlocal Analysis - M-MATH-105838 .....                                          | 149 |
| 3.90. Inverse Probleme - M-MATH-102890 .....                                                             | 150 |
| 3.91. IT-Sicherheit - M-INFO-106315 .....                                                                | 151 |
| 3.92. Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen - M-MATH-102870 .....                    | 152 |
| 3.93. Kognitive Systeme - M-INFO-100819 .....                                                            | 153 |
| 3.94. Kombinatorik - M-MATH-102950 .....                                                                 | 155 |
| 3.95. Komplexe Analysis - M-MATH-102878 .....                                                            | 157 |
| 3.96. Komplexe Geometrie - M-MATH-106776 .....                                                           | 159 |
| 3.97. Konvexe Geometrie - M-MATH-102864 .....                                                            | 160 |
| 3.98. Kurven auf Flächen - M-MATH-106632 .....                                                           | 162 |
| 3.99. L2-Invarianten - M-MATH-102952 .....                                                               | 163 |
| 3.100. Lie Gruppen und Lie Algebren - M-MATH-104261 .....                                                | 164 |
| 3.101. Lie-Algebren (Lineare Algebra 3) - M-MATH-105839 .....                                            | 165 |
| 3.102. Logical Foundations of Cyber-Physical Systems - M-INFO-106102 .....                               | 166 |
| 3.103. Lokalisierung mobiler Agenten - M-INFO-100840 .....                                               | 168 |

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.104. Markovsche Entscheidungsprozesse - M-MATH-102907 .....                                                       | 169 |
| 3.105. Mathematische Methoden der Bildgebung - M-MATH-103260 .....                                                  | 170 |
| 3.106. Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung - M-MATH-102897 .....                                 | 171 |
| 3.107. Mathematische Modellierung und Simulation in der Praxis - M-MATH-102929 .....                                | 172 |
| 3.108. Mathematische Statistik - M-MATH-102909 .....                                                                | 174 |
| 3.109. Mathematische Themen in der kinetischen Theorie - M-MATH-104059 .....                                        | 176 |
| 3.110. Matrixfunktionen - M-MATH-102937 .....                                                                       | 177 |
| 3.111. Maxwellgleichungen - M-MATH-102885 .....                                                                     | 178 |
| 3.112. Medical Imaging Technology - M-ETIT-106778 .....                                                             | 179 |
| 3.113. Medical Imaging Technology II - M-ETIT-106670 .....                                                          | 180 |
| 3.114. Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren - M-MATH-102898 .....                                             | 181 |
| 3.115. Metrische Geometrie - M-MATH-105931 .....                                                                    | 182 |
| 3.116. Minimalflächen - M-MATH-106666 .....                                                                         | 183 |
| 3.117. Modelle der Mathematischen Physik - M-MATH-102875 .....                                                      | 184 |
| 3.118. Modellierung und Simulation von Lithium-Ionen Batterien - M-MATH-106640 .....                                | 185 |
| 3.119. Moderne Experimentalphysik I, Atome, Kerne und Moleküle - M-PHYS-106331 .....                                | 186 |
| 3.120. Moderne Experimentalphysik II, Struktur der Materie - M-PHYS-106332 .....                                    | 187 |
| 3.121. Modul Masterarbeit - M-MATH-102917 .....                                                                     | 189 |
| 3.122. Modulformen - M-MATH-102868 .....                                                                            | 191 |
| 3.123. Monotoniemethoden in der Analysis - M-MATH-102887 .....                                                      | 192 |
| 3.124. Mustererkennung - M-INFO-100825 .....                                                                        | 193 |
| 3.125. Neuronale Netze - M-INFO-100846 .....                                                                        | 195 |
| 3.126. Nichtlineare Analysis - M-MATH-103539 .....                                                                  | 196 |
| 3.127. Nichtlineare Evolutionsgleichungen - M-MATH-102877 .....                                                     | 197 |
| 3.128. Nichtlineare Funktionalanalysis - M-MATH-102886 .....                                                        | 198 |
| 3.129. Nichtlineare Maxwellgleichungen - M-MATH-105066 .....                                                        | 199 |
| 3.130. Nichtlineare Regelungssysteme - M-ETIT-100371 .....                                                          | 200 |
| 3.131. Nichtlineare Wellengleichungen - M-MATH-105326 .....                                                         | 201 |
| 3.132. Nichtparametrische Statistik - M-MATH-102910 .....                                                           | 202 |
| 3.133. Numerische Analysis für Helmholtzprobleme - M-MATH-105764 .....                                              | 203 |
| 3.134. Numerische Analysis von Neuronalen Netzen - M-MATH-106695 .....                                              | 204 |
| 3.135. Numerische komplexe Analysis - M-MATH-106063 .....                                                           | 205 |
| 3.136. Numerische Lineare Algebra für das wissenschaftliche Rechnen auf Hochleistungsrechnern - M-MATH-103709 ..... | 206 |
| 3.137. Numerische Methoden für Differentialgleichungen - M-MATH-102888 .....                                        | 208 |
| 3.138. Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen - M-MATH-102915 .....                                      | 209 |
| 3.139. Numerische Methoden für Integralgleichungen - M-MATH-102930 .....                                            | 210 |
| 3.140. Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen - M-MATH-102928 .....                | 211 |
| 3.141. Numerische Methoden in der Elektrodynamik - M-MATH-102894 .....                                              | 212 |
| 3.142. Numerische Methoden in der Finanzmathematik - M-MATH-102901 .....                                            | 213 |
| 3.143. Numerische Methoden in der Strömungsmechanik - M-MATH-102932 .....                                           | 215 |
| 3.144. Numerische Optimierungsmethoden - M-MATH-102892 .....                                                        | 216 |
| 3.145. Numerische Simulation in der Moleküldynamik - M-MATH-105327 .....                                            | 217 |
| 3.146. Numerische Strömungssimulation - M-CIWVT-103072 .....                                                        | 218 |
| 3.147. Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen - M-MATH-102931 .....                                        | 219 |
| 3.148. Numerische Verfahren für oszillatorische Differentialgleichungen - M-MATH-106682 .....                       | 220 |
| 3.149. Operatorfunktionen - M-MATH-102936 .....                                                                     | 222 |
| 3.150. Optical Waveguides and Fibers - M-ETIT-100506 .....                                                          | 223 |
| 3.151. Optimale Regelung und Schätzung - M-ETIT-102310 .....                                                        | 225 |
| 3.152. Optimierung in Banachräumen - M-MATH-102924 .....                                                            | 227 |
| 3.153. Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen - M-MATH-102899 .....                         | 228 |
| 3.154. Optimization of Dynamic Systems - M-ETIT-100531 .....                                                        | 229 |
| 3.155. Paralleles Rechnen - M-MATH-101338 .....                                                                     | 230 |
| 3.156. Perkolation - M-MATH-102905 .....                                                                            | 231 |
| 3.157. Physical Foundations of Cryogenics - M-CIWVT-103068 .....                                                    | 232 |
| 3.158. Potentialtheorie - M-MATH-102879 .....                                                                       | 233 |
| 3.159. Prozessmodellierung in der Aufarbeitung - M-CIWVT-103066 .....                                               | 234 |
| 3.160. Quantifizierung von Unsicherheiten - M-MATH-104054 .....                                                     | 235 |
| 3.161. Rand- und Eigenwertprobleme - M-MATH-102871 .....                                                            | 236 |
| 3.162. Randelementmethoden - M-MATH-103540 .....                                                                    | 237 |
| 3.163. Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen - M-MATH-102876 .....                              | 239 |

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.164. Raum- und Zeitdiskretisierung nichtlinearer Wellengleichungen - M-MATH-105966 .....                          | 240 |
| 3.165. Räumliche Stochastik - M-MATH-102903 .....                                                                   | 241 |
| 3.166. Rechnerstrukturen - M-INFO-100818 .....                                                                      | 242 |
| 3.167. Regularität für elliptische Operatoren - M-MATH-106696 .....                                                 | 243 |
| 3.168. Riemannsche Flächen - M-MATH-106466 .....                                                                    | 245 |
| 3.169. Robotik I - Einführung in die Robotik - M-INFO-100893 .....                                                  | 246 |
| 3.170. Robotik II - Humanoide Robotik - M-INFO-102756 .....                                                         | 247 |
| 3.171. Robotik III - Sensoren und Perzeption in der Robotik - M-INFO-104897 .....                                   | 248 |
| 3.172. Ruintheorie - M-MATH-104055 .....                                                                            | 249 |
| 3.173. Schlüsselmomente der Geometrie - M-MATH-104057 .....                                                         | 250 |
| 3.174. Schlüsselqualifikationen - M-MATH-102994 .....                                                               | 251 |
| 3.175. Selected Methods in Fluids and Kinetic Equations - M-MATH-105897 .....                                       | 252 |
| 3.176. Seminar - M-MATH-102730 .....                                                                                | 253 |
| 3.177. Seminar Advanced Topics in Parallel Programming - M-INFO-101887 .....                                        | 254 |
| 3.178. Signal Processing Methods - M-ETIT-106899 .....                                                              | 255 |
| 3.179. Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators - M-ETIT-106675 .....              | 257 |
| 3.180. Sobolevräume - M-MATH-102926 .....                                                                           | 259 |
| 3.181. Softwaretechnik II - M-INFO-100833 .....                                                                     | 260 |
| 3.182. Spektraltheorie - M-MATH-101768 .....                                                                        | 263 |
| 3.183. Spektraltheorie für Differentialoperatoren - M-MATH-102880 .....                                             | 265 |
| 3.184. Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra - M-MATH-102920 .....                                      | 266 |
| 3.185. Splittingverfahren für Evolutionsgleichungen - M-MATH-105325 .....                                           | 267 |
| 3.186. Statistische Thermodynamik - M-CIWT-103059 .....                                                             | 268 |
| 3.187. Statistisches Lernen - M-MATH-105840 .....                                                                   | 269 |
| 3.188. Steinsche Methode mit statistischen Anwendungen - M-MATH-105579 .....                                        | 271 |
| 3.189. Steuerung stochastischer Prozesse - M-MATH-102908 .....                                                      | 272 |
| 3.190. Steuerungstheorie - M-MATH-102941 .....                                                                      | 273 |
| 3.191. Stochastische Differentialgleichungen - M-MATH-102881 .....                                                  | 274 |
| 3.192. Stochastische Geometrie - M-MATH-102865 .....                                                                | 275 |
| 3.193. Stochastische Informationsverarbeitung - M-INFO-100829 .....                                                 | 276 |
| 3.194. Stochastische Simulation - M-MATH-106053 .....                                                               | 277 |
| 3.195. Streutheorie - M-MATH-102884 .....                                                                           | 279 |
| 3.196. Streutheorie für zeitabhängige Wellen - M-MATH-106664 .....                                                  | 280 |
| 3.197. Strukturelle Graphentheorie - M-MATH-105463 .....                                                            | 281 |
| 3.198. Technische Optik - M-ETIT-100538 .....                                                                       | 282 |
| 3.199. Technomathematisches Seminar - M-MATH-102863 .....                                                           | 284 |
| 3.200. Teilchenphysik I - M-PHYS-102114 .....                                                                       | 285 |
| 3.201. Telematik - M-INFO-100801 .....                                                                              | 287 |
| 3.202. Theoretical Nanooptics - M-PHYS-102295 .....                                                                 | 289 |
| 3.203. Theoretical Optics - M-PHYS-102277 .....                                                                     | 290 |
| 3.204. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen - M-PHYS-102054 .....                                        | 291 |
| 3.205. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen - M-PHYS-102053 .....                       | 293 |
| 3.206. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen - M-PHYS-102313 .....                  | 295 |
| 3.207. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen - M-PHYS-102308 ..... | 297 |
| 3.208. Thermodynamik III - M-CIWT-103058 .....                                                                      | 299 |
| 3.209. Topologische Datenanalyse - M-MATH-105487 .....                                                              | 300 |
| 3.210. Topologische Genomik - M-MATH-106064 .....                                                                   | 301 |
| 3.211. Translationsflächen - M-MATH-105973 .....                                                                    | 302 |
| 3.212. Unendlich dimensionale dynamische Systeme - M-MATH-103544 .....                                              | 303 |
| 3.213. Unschärfe Mengen - M-INFO-100839 .....                                                                       | 304 |
| 3.214. Variationsmethoden - M-MATH-105093 .....                                                                     | 305 |
| 3.215. Verarbeitung nanoskaliger Partikel - M-CIWT-103073 .....                                                     | 306 |
| 3.216. Vergleichsgeometrie - M-MATH-102940 .....                                                                    | 307 |
| 3.217. Verzweigungstheorie - M-MATH-103259 .....                                                                    | 308 |
| 3.218. Vorhersagen: Theorie und Praxis - M-MATH-102956 .....                                                        | 309 |
| 3.219. Wahrscheinlichkeitstheorie und kombinatorische Optimierung - M-MATH-102947 .....                             | 311 |
| 3.220. Wandernde Wellen - M-MATH-102927 .....                                                                       | 313 |
| 3.221. Wärmeübertragung II - M-CIWT-103051 .....                                                                    | 315 |
| 3.222. Wavelets - M-MATH-102895 .....                                                                               | 316 |
| 3.223. Zeitreihenanalyse - M-MATH-102911 .....                                                                      | 317 |

|                                                                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.224. Zufällige Graphen und Netzwerke - M-MATH-106052 .....                                                                 | 318        |
| <b>4. Teilleistungen .....</b>                                                                                               | <b>320</b> |
| 4.1. Adaptive Finite Elemente Methoden - T-MATH-105898 .....                                                                 | 320        |
| 4.2. Advanced Inverse Problems: Nonlinearity and Banach Spaces - T-MATH-105927 .....                                         | 321        |
| 4.3. Algebra - T-MATH-102253 .....                                                                                           | 322        |
| 4.4. Algebraische Geometrie - T-MATH-103340 .....                                                                            | 323        |
| 4.5. Algebraische Topologie - T-MATH-105915 .....                                                                            | 324        |
| 4.6. Algebraische Topologie II - T-MATH-105926 .....                                                                         | 325        |
| 4.7. Algebraische Zahlentheorie - T-MATH-103346 .....                                                                        | 326        |
| 4.8. Analytische und numerische Homogenisierung - T-MATH-111272 .....                                                        | 327        |
| 4.9. Anmeldung zur Zertifikatsausstellung - Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft - T-FORUM-113587 ..... | 328        |
| 4.10. Anwendungen von topologischer Datenanalyse - T-MATH-111290 .....                                                       | 329        |
| 4.11. Aspekte der Geometrischen Analysis - T-MATH-106461 .....                                                               | 330        |
| 4.12. Astroteilchenphysik I - T-PHYS-102432 .....                                                                            | 331        |
| 4.13. Ausgewählte Themen der harmonischen Analysis - T-MATH-109065 .....                                                     | 332        |
| 4.14. Banachalgebren - T-MATH-105886 .....                                                                                   | 333        |
| 4.15. Batterien und Brennstoffzellen - T-ETIT-100983 .....                                                                   | 334        |
| 4.16. Bayes'sche inverse Probleme und deren Verbindungen zum maschinellen Lernen - T-MATH-112842 .....                       | 335        |
| 4.17. Berufspraktikum - T-MATH-105888 .....                                                                                  | 336        |
| 4.18. Bildverarbeitung mit Methoden der numerischen linearen Algebra - T-MATH-108402 .....                                   | 337        |
| 4.19. Biopharmazeutische Aufarbeitungsverfahren - T-CIWT-106029 .....                                                        | 338        |
| 4.20. Bott-Periodizität - T-MATH-108905 .....                                                                                | 339        |
| 4.21. Brownsche Bewegung - T-MATH-105868 .....                                                                               | 340        |
| 4.22. Compressive Sensing - T-MATH-105894 .....                                                                              | 341        |
| 4.23. Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab - T-MATH-113373 .....                                                  | 342        |
| 4.24. Computergrafik - T-INFO-101393 .....                                                                                   | 343        |
| 4.25. Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme - T-MATH-105854 .....                        | 344        |
| 4.26. Deep Learning und Neuronale Netze - T-INFO-109124 .....                                                                | 345        |
| 4.27. Der Poisson-Prozess - T-MATH-105922 .....                                                                              | 346        |
| 4.28. Differentialgeometrie - T-MATH-102275 .....                                                                            | 347        |
| 4.29. Diskrete dynamische Systeme - T-MATH-110952 .....                                                                      | 348        |
| 4.30. Dispersive Gleichungen - T-MATH-109001 .....                                                                           | 349        |
| 4.31. Dynamische Systeme - T-MATH-106114 .....                                                                               | 350        |
| 4.32. Echtzeitsysteme - T-INFO-101340 .....                                                                                  | 351        |
| 4.33. Einführung in aperiodische Ordnung - T-MATH-110811 .....                                                               | 352        |
| 4.34. Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen - T-MATH-105837 .....                                                      | 353        |
| 4.35. Einführung in die dynamischen Systeme - T-MATH-113263 .....                                                            | 354        |
| 4.36. Einführung in die geometrische Maßtheorie - T-MATH-105918 .....                                                        | 355        |
| 4.37. Einführung in die homogene Dynamik - T-MATH-110323 .....                                                               | 356        |
| 4.38. Einführung in die kinetische Theorie - T-MATH-108013 .....                                                             | 357        |
| 4.39. Einführung in die Kosmologie - T-PHYS-102384 .....                                                                     | 358        |
| 4.40. Einführung in die Strömungslehre - T-MATH-111297 .....                                                                 | 359        |
| 4.41. Einführung in die Strömungsmechanik - T-MATH-112927 .....                                                              | 360        |
| 4.42. Einführung in Partikuläre Strömungen - T-MATH-105911 .....                                                             | 361        |
| 4.43. Einführung in Python - T-MATH-106119 .....                                                                             | 362        |
| 4.44. Einführung in Python - Programmierprojekt - T-MATH-111851 .....                                                        | 363        |
| 4.45. Einführung in Stochastische Differentialgleichungen - T-MATH-112234 .....                                              | 364        |
| 4.46. Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields - T-ETIT-100640 .....                                             | 365        |
| 4.47. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen - T-PHYS-102577 .....                                       | 366        |
| 4.48. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen - T-PHYS-102578 .....                                      | 367        |
| 4.49. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen - T-PHYS-104422 .....                                      | 368        |
| 4.50. Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen - T-PHYS-104423 .....                                     | 369        |
| 4.51. Ergodentheorie - T-MATH-113086 .....                                                                                   | 370        |
| 4.52. Evolutionsgleichungen - T-MATH-105844 .....                                                                            | 371        |
| 4.53. Exponentielle Integratoren - T-MATH-107475 .....                                                                       | 372        |
| 4.54. Extremale Graphentheorie - T-MATH-105931 .....                                                                         | 373        |
| 4.55. Extremwerttheorie - T-MATH-105908 .....                                                                                | 374        |
| 4.56. Finanzmathematik in diskreter Zeit - T-MATH-105839 .....                                                               | 375        |
| 4.57. Finanzmathematik in stetiger Zeit - T-MATH-105930 .....                                                                | 376        |

|                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.58. Finite Elemente Methoden - T-MATH-105857 .....                                                                        | 377 |
| 4.59. Formale Systeme - T-INFO-101336 .....                                                                                 | 378 |
| 4.60. Fortgeschrittene Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungen - T-MATH-113691 .....                    | 380 |
| 4.61. Fourier-Analyse und ihre Anwendungen auf PDG - T-MATH-109850 .....                                                    | 381 |
| 4.62. Fraktale Geometrie - T-MATH-111296 .....                                                                              | 382 |
| 4.63. Funktionalanalysis - T-MATH-102255 .....                                                                              | 383 |
| 4.64. Funktionale Datenanalyse - T-MATH-113102 .....                                                                        | 384 |
| 4.65. Generalisierte Regressionsmodelle - T-MATH-105870 .....                                                               | 385 |
| 4.66. Geometrie der Schemata - T-MATH-105841 .....                                                                          | 386 |
| 4.67. Geometrische Analysis - T-MATH-105892 .....                                                                           | 387 |
| 4.68. Geometrische Gruppentheorie - T-MATH-105842 .....                                                                     | 388 |
| 4.69. Geometrische Gruppentheorie II - T-MATH-105875 .....                                                                  | 389 |
| 4.70. Geometrische numerische Integration - T-MATH-105919 .....                                                             | 390 |
| 4.71. Geometrische Variationsprobleme - T-MATH-113418 .....                                                                 | 391 |
| 4.72. Globale Differentialgeometrie - T-MATH-105885 .....                                                                   | 392 |
| 4.73. Graphentheorie - T-MATH-102273 .....                                                                                  | 393 |
| 4.74. Grenzflächenthermodynamik - T-CIWVT-106100 .....                                                                      | 394 |
| 4.75. Grundlagen der Kontinuumsmechanik - T-MATH-107044 .....                                                               | 395 |
| 4.76. Grundlagen der Künstlichen Intelligenz - T-INFO-112194 .....                                                          | 396 |
| 4.77. Grundlagen der Nanotechnologie I - T-PHYS-102529 .....                                                                | 399 |
| 4.78. Grundlagen der Nanotechnologie II - T-PHYS-102531 .....                                                               | 400 |
| 4.79. Grundlagen der Verbrennungstechnik - T-CIWVT-106104 .....                                                             | 401 |
| 4.80. Grundlagenseminar Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft - Selbstverbuchung - T-FORUM-113579 ..... | 402 |
| 4.81. Gruppenwirkungen in der Riemannschen Geometrie - T-MATH-105925 .....                                                  | 403 |
| 4.82. Halbgruppentheorie für die Navier-Stokes-Gleichungen - T-MATH-113415 .....                                            | 404 |
| 4.83. Harmonische Analysis - T-MATH-111289 .....                                                                            | 405 |
| 4.84. Harmonische Analysis 2 - T-MATH-113103 .....                                                                          | 406 |
| 4.85. Hochtemperatur-Verfahrenstechnik - T-CIWVT-106109 .....                                                               | 407 |
| 4.86. Homotopietheorie - T-MATH-105933 .....                                                                                | 408 |
| 4.87. Informationssicherheit - T-INFO-112195 .....                                                                          | 409 |
| 4.88. Integralgleichungen - T-MATH-105834 .....                                                                             | 410 |
| 4.89. Internetseminar für Evolutionsgleichungen - T-MATH-105890 .....                                                       | 411 |
| 4.90. Introduction to Convex Integration - T-MATH-112119 .....                                                              | 412 |
| 4.91. Introduction to Kinetic Equations - T-MATH-111721 .....                                                               | 413 |
| 4.92. Introduction to Microlocal Analysis - T-MATH-111722 .....                                                             | 414 |
| 4.93. Inverse Probleme - T-MATH-105835 .....                                                                                | 415 |
| 4.94. IT-Sicherheit - T-INFO-112818 .....                                                                                   | 416 |
| 4.95. Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen - T-MATH-105832 .....                                       | 417 |
| 4.96. Kognitive Systeme - T-INFO-101356 .....                                                                               | 418 |
| 4.97. Kombinatorik - T-MATH-105916 .....                                                                                    | 419 |
| 4.98. Komplexe Analysis - T-MATH-105849 .....                                                                               | 420 |
| 4.99. Komplexe Geometrie - T-MATH-113614 .....                                                                              | 421 |
| 4.100. Konvexe Geometrie - T-MATH-105831 .....                                                                              | 422 |
| 4.101. Kurven auf Flächen - T-MATH-113364 .....                                                                             | 423 |
| 4.102. L2-Invarianten - T-MATH-105924 .....                                                                                 | 424 |
| 4.103. Lie Gruppen und Lie Algebren - T-MATH-108799 .....                                                                   | 425 |
| 4.104. Lie-Algebren (Lineare Algebra 3) - T-MATH-111723 .....                                                               | 426 |
| 4.105. Logical Foundations of Cyber-Physical Systems - T-INFO-112360 .....                                                  | 427 |
| 4.106. Lokalisierung mobiler Agenten - T-INFO-101377 .....                                                                  | 428 |
| 4.107. Markovsche Entscheidungsprozesse - T-MATH-105921 .....                                                               | 429 |
| 4.108. Masterarbeit - T-MATH-105878 .....                                                                                   | 430 |
| 4.109. Mathematische Methoden der Bildgebung - T-MATH-106488 .....                                                          | 431 |
| 4.110. Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung - T-MATH-105862 .....                                         | 432 |
| 4.111. Mathematische Modellierung und Simulation in der Praxis - T-MATH-105889 .....                                        | 433 |
| 4.112. Mathematische Statistik - T-MATH-105872 .....                                                                        | 434 |
| 4.113. Mathematische Themen in der kinetischen Theorie - T-MATH-108403 .....                                                | 435 |
| 4.114. Matrixfunktionen - T-MATH-105906 .....                                                                               | 436 |
| 4.115. Maxwellgleichungen - T-MATH-105856 .....                                                                             | 437 |
| 4.116. Medical Imaging Technology - T-ETIT-113625 .....                                                                     | 438 |

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.117. Medical Imaging Technology II - T-ETIT-113421 .....                                                                   | 439 |
| 4.118. Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren - T-MATH-105863 .....                                                      | 440 |
| 4.119. Metrische Geometrie - T-MATH-111933 .....                                                                             | 441 |
| 4.120. Minimalflächen - T-MATH-113417 .....                                                                                  | 442 |
| 4.121. Modelle der Mathematischen Physik - T-MATH-105846 .....                                                               | 443 |
| 4.122. Modellierung und Simulation von Lithium-Ionen Batterien - T-MATH-113382 .....                                         | 444 |
| 4.123. Moderne Experimentalphysik I, Atome, Kerne und Moleküle - T-PHYS-112846 .....                                         | 445 |
| 4.124. Moderne Experimentalphysik II, Struktur der Materie - T-PHYS-112847 .....                                             | 446 |
| 4.125. Modulformen - T-MATH-105843 .....                                                                                     | 447 |
| 4.126. Monotoniemethoden in der Analysis - T-MATH-105877 .....                                                               | 448 |
| 4.127. Mustererkennung - T-INFO-101362 .....                                                                                 | 449 |
| 4.128. Neuronale Netze - T-INFO-101383 .....                                                                                 | 450 |
| 4.129. Nichtlineare Analysis - T-MATH-107065 .....                                                                           | 452 |
| 4.130. Nichtlineare Evolutionsgleichungen - T-MATH-105848 .....                                                              | 453 |
| 4.131. Nichtlineare Funktionalanalysis - T-MATH-105876 .....                                                                 | 454 |
| 4.132. Nichtlineare Maxwellgleichungen - T-MATH-110283 .....                                                                 | 455 |
| 4.133. Nichtlineare Regelungssysteme - T-ETIT-100980 .....                                                                   | 456 |
| 4.134. Nichtlineare Wellengleichungen - T-MATH-110806 .....                                                                  | 457 |
| 4.135. Nichtparametrische Statistik - T-MATH-105873 .....                                                                    | 458 |
| 4.136. Numerische Analysis für Helmholtzprobleme - T-MATH-111514 .....                                                       | 459 |
| 4.137. Numerische Analysis von Neuronalen Netzen - T-MATH-113470 .....                                                       | 460 |
| 4.138. Numerische komplexe Analysis - T-MATH-112280 .....                                                                    | 461 |
| 4.139. Numerische Lineare Algebra für das wissenschaftliche Rechnen auf Hochleistungsrechnern - T-MATH-107497 ..             | 462 |
| 4.140. Numerische Methoden für Differentialgleichungen - T-MATH-105836 .....                                                 | 463 |
| 4.141. Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen - T-MATH-105900 .....                                               | 464 |
| 4.142. Numerische Methoden für Integralgleichungen - T-MATH-105901 .....                                                     | 465 |
| 4.143. Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen - T-MATH-105899 .....                         | 466 |
| 4.144. Numerische Methoden in der Elektrodynamik - T-MATH-105860 .....                                                       | 467 |
| 4.145. Numerische Methoden in der Finanzmathematik - T-MATH-105865 .....                                                     | 468 |
| 4.146. Numerische Methoden in der Strömungsmechanik - T-MATH-105902 .....                                                    | 469 |
| 4.147. Numerische Optimierungsmethoden - T-MATH-105858 .....                                                                 | 470 |
| 4.148. Numerische Simulation in der Moleküldynamik - T-MATH-110807 .....                                                     | 471 |
| 4.149. Numerische Strömungssimulation - T-CIWVT-106035 .....                                                                 | 472 |
| 4.150. Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen - T-MATH-105920 .....                                                 | 473 |
| 4.151. Numerische Verfahren für oszillatorische Differentialgleichungen - T-MATH-113437 .....                                | 474 |
| 4.152. Operatorfunktionen - T-MATH-105905 .....                                                                              | 475 |
| 4.153. Optical Waveguides and Fibers - T-ETIT-101945 .....                                                                   | 476 |
| 4.154. Optimale Regelung und Schätzung - T-ETIT-104594 .....                                                                 | 477 |
| 4.155. Optimierung in Banachräumen - T-MATH-105893 .....                                                                     | 478 |
| 4.156. Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen - T-MATH-105864 .....                                  | 479 |
| 4.157. Optimization of Dynamic Systems - T-ETIT-100685 .....                                                                 | 480 |
| 4.158. Paralleles Rechnen - T-MATH-102271 .....                                                                              | 481 |
| 4.159. Perkolation - T-MATH-105869 .....                                                                                     | 482 |
| 4.160. Physical Foundations of Cryogenics - T-CIWVT-106103 .....                                                             | 483 |
| 4.161. Potentialtheorie - T-MATH-105850 .....                                                                                | 484 |
| 4.162. Prozessmodellierung in der Aufarbeitung - T-CIWVT-106101 .....                                                        | 485 |
| 4.163. Quantifizierung von Unsicherheiten - T-MATH-108399 .....                                                              | 486 |
| 4.164. Rand- und Eigenwertprobleme - T-MATH-105833 .....                                                                     | 488 |
| 4.165. Randelementmethoden - T-MATH-109851 .....                                                                             | 489 |
| 4.166. Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen - T-MATH-105847 .....                                       | 490 |
| 4.167. Raum- und Zeitdiskretisierung nichtlinearer Wellengleichungen - T-MATH-112120 .....                                   | 491 |
| 4.168. Räumliche Stochastik - T-MATH-105867 .....                                                                            | 492 |
| 4.169. Rechnerstrukturen - T-INFO-101355 .....                                                                               | 493 |
| 4.170. Regularität für elliptische Operatoren - T-MATH-113472 .....                                                          | 494 |
| 4.171. Riemannsche Flächen - T-MATH-113081 .....                                                                             | 495 |
| 4.172. Ringvorlesung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft - Selbstverbuchung - T-<br>FORUM-113578 ..... | 496 |
| 4.173. Robotik I - Einführung in die Robotik - T-INFO-108014 .....                                                           | 497 |
| 4.174. Robotik II - Humanoide Robotik - T-INFO-105723 .....                                                                  | 499 |
| 4.175. Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik - T-INFO-109931 .....                                            | 501 |

|                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.176. Ruintheorie - T-MATH-108400 .....                                                                                                                                           | 503 |
| 4.177. Schlüsselmomente der Geometrie - T-MATH-108401 .....                                                                                                                        | 504 |
| 4.178. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-1-benotet - T-MATH-111515 .....                                                                                                                | 505 |
| 4.179. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-2-benotet - T-MATH-111517 .....                                                                                                                | 506 |
| 4.180. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-5-unbenotet - T-MATH-111516 .....                                                                                                              | 507 |
| 4.181. Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-6-unbenotet - T-MATH-111520 .....                                                                                                              | 508 |
| 4.182. Selected Methods in Fluids and Kinetic Equations - T-MATH-111853 .....                                                                                                      | 509 |
| 4.183. Seminar Advanced Topics in Parallel Programming - T-INFO-103584 .....                                                                                                       | 510 |
| 4.184. Seminar Mathematik - T-MATH-105686 .....                                                                                                                                    | 511 |
| 4.185. Signal Processing Methods - T-ETIT-113837 .....                                                                                                                             | 512 |
| 4.186. Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators - T-ETIT-113428 .....                                                                             | 513 |
| 4.187. Sobolevräume - T-MATH-105896 .....                                                                                                                                          | 514 |
| 4.188. Softwaretechnik II - T-INFO-101370 .....                                                                                                                                    | 515 |
| 4.189. Spektraltheorie - Prüfung - T-MATH-103414 .....                                                                                                                             | 516 |
| 4.190. Spektraltheorie für Differentialoperatoren - T-MATH-105851 .....                                                                                                            | 517 |
| 4.191. Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra - T-MATH-105891 .....                                                                                                     | 518 |
| 4.192. Splittingverfahren für Evolutionsgleichungen - T-MATH-110805 .....                                                                                                          | 519 |
| 4.193. Statistische Thermodynamik - T-CIWVT-106098 .....                                                                                                                           | 520 |
| 4.194. Statistisches Lernen - T-MATH-111726 .....                                                                                                                                  | 521 |
| 4.195. Steinsche Methode mit statistischen Anwendungen - T-MATH-111187 .....                                                                                                       | 522 |
| 4.196. Steuerung stochastischer Prozesse - T-MATH-105871 .....                                                                                                                     | 523 |
| 4.197. Steuerungstheorie - T-MATH-105909 .....                                                                                                                                     | 524 |
| 4.198. Stochastische Differentialgleichungen - T-MATH-105852 .....                                                                                                                 | 525 |
| 4.199. Stochastische Geometrie - T-MATH-105840 .....                                                                                                                               | 526 |
| 4.200. Stochastische Informationsverarbeitung - T-INFO-101366 .....                                                                                                                | 527 |
| 4.201. Stochastische Simulation - T-MATH-112242 .....                                                                                                                              | 529 |
| 4.202. Streutheorie - T-MATH-105855 .....                                                                                                                                          | 530 |
| 4.203. Streutheorie für zeitabhängige Wellen - T-MATH-113416 .....                                                                                                                 | 531 |
| 4.204. Strukturelle Graphentheorie - T-MATH-111004 .....                                                                                                                           | 532 |
| 4.205. Technische Optik - T-ETIT-100804 .....                                                                                                                                      | 533 |
| 4.206. Technomathematisches Seminar - T-MATH-105884 .....                                                                                                                          | 534 |
| 4.207. Teilchenphysik I - T-PHYS-102369 .....                                                                                                                                      | 535 |
| 4.208. Telematik - T-INFO-101338 .....                                                                                                                                             | 536 |
| 4.209. Theoretical Nanooptics - T-PHYS-104587 .....                                                                                                                                | 538 |
| 4.210. Theoretische Optik - T-PHYS-104578 .....                                                                                                                                    | 539 |
| 4.211. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen - T-PHYS-102559 .....                                                                                                       | 540 |
| 4.212. Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen - T-PHYS-102558 .....                                                                                      | 541 |
| 4.213. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen - T-PHYS-104591 .....                                                                                 | 542 |
| 4.214. Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen - T-PHYS-102560 .....                                                                | 543 |
| 4.215. Thermodynamik III - T-CIWVT-106033 .....                                                                                                                                    | 544 |
| 4.216. Topologische Datenanalyse - T-MATH-111031 .....                                                                                                                             | 545 |
| 4.217. Topologische Genomik - T-MATH-112281 .....                                                                                                                                  | 546 |
| 4.218. Translationsflächen - T-MATH-112128 .....                                                                                                                                   | 547 |
| 4.219. Übungen zu Computergrafik - T-INFO-104313 .....                                                                                                                             | 548 |
| 4.220. Unendlich dimensionale dynamische Systeme - T-MATH-107070 .....                                                                                                             | 549 |
| 4.221. Unschärfe Mengen - T-INFO-101376 .....                                                                                                                                      | 550 |
| 4.222. Variationsmethoden - T-MATH-110302 .....                                                                                                                                    | 551 |
| 4.223. Verarbeitung nanoskaliger Partikel - T-CIWVT-106107 .....                                                                                                                   | 552 |
| 4.224. Vergleichsgeometrie - T-MATH-105917 .....                                                                                                                                   | 553 |
| 4.225. Verzweigungstheorie - T-MATH-106487 .....                                                                                                                                   | 554 |
| 4.226. Vorhersagen: Theorie und Praxis - T-MATH-105928 .....                                                                                                                       | 555 |
| 4.227. Wahlpflicht Vertiefung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft / Über Wissen und<br>Wissenschaft - Selbstverbuchung - T-FORUM-113580 .....                | 556 |
| 4.228. Wahlpflicht Vertiefung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft / Wissenschaft in der<br>Gesellschaft - Selbstverbuchung - T-FORUM-113581 .....            | 557 |
| 4.229. Wahlpflicht Vertiefung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft / Wissenschaft in<br>gesellschaftlichen Debatten - Selbstverbuchung - T-FORUM-113582 ..... | 558 |
| 4.230. Wahrscheinlichkeitstheorie und kombinatorische Optimierung - T-MATH-105923 .....                                                                                            | 559 |
| 4.231. Wandernde Wellen - T-MATH-105897 .....                                                                                                                                      | 560 |
| 4.232. Wärmeübertragung II - T-CIWVT-106067 .....                                                                                                                                  | 561 |

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 4.233. Wavelets - T-MATH-105838 .....                        | 562 |
| 4.234. Zeitreihenanalyse - T-MATH-105874 .....               | 563 |
| 4.235. Zufällige Graphen und Netzwerke - T-MATH-112241 ..... | 564 |

# Studienplan Master Technomathematik <sup>1</sup>

13. September 2023

## 1 Qualifikationsziele

Ausbildungsziel des interdisziplinären Masterstudiengangs Technomathematik ist die Qualifizierung für eine berufliche Tätigkeit in der Industrie (im ingenieurwissenschaftlichen Umfeld, insbesondere im Bereich der Simulation bzw. Interpretation von Simulationsergebnissen sowie im Bereich Softwareerstellung für verschiedene Belange (auch im ökonomischen Bereich)), sowie für eine nachgelagerte wissenschaftliche Laufbahn (Promotion) in Mathematik oder Ingenieur- und Naturwissenschaften. Durch die forschungsorientierte Ausbildung werden die Absolventinnen und Absolventen insbesondere auf lebenslanges Lernen vorbereitet.

### Fachliche Kernkompetenzen:

Absolventinnen und Absolventen verfügen über ein erweitertes und vertieftes Wissen in den Fächern Mathematik, einem technischen Nebenfach und Informatik. Als technisches Nebenfach sind zur Zeit folgende Fächer zugelassen: Bauingenieurwesen, Chemie, Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik, Elektrotechnik und Informationstechnik, Experimentalphysik, Geophysik, Maschinenbau, Materialwissenschaften und Werkstoffkunde, Mechatronik und Informationstechnik. Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage aktuelle, komplexe Fragestellungen in diesen Bereichen zu analysieren und zu erklären. Sie können vertiefende Methoden rechnergestützter Simulation, mathematischer Software und Programmierung zur Bearbeitung ingenieur- und naturwissenschaftlicher Probleme einsetzen. Die Absolventen/Absolventinnen sind in der Lage, die Besonderheiten, Grenzen, und Terminologien in den gewählten Themenbereichen zu definieren, zu beschreiben, zu interpretieren, den aktuellen Forschungsstand wiederzugeben sowie punktuell weiterzuentwickeln.

### Überfachliche Kompetenzen:

Absolventinnen und Absolventen können interdisziplinär denken und Themen aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten. Sie können geeignete Handlungsalternativen zu forschungsrelevanten Themenkomplexen auswählen und kombinieren. Diese können sie auf spezifische Problemstellungen übertragen und anwenden. Umfangreiche Probleme sowie Informationen und aktuelle Anforderungen können sie differenziert betrachten und mit geeigneten Methoden und Konzepten analysieren, vergleichen und bewerten. Dabei schätzen sie Komplexität und Risiken ab, erkennen Verbesserungspotentiale und wählen nachhaltige Lösungsverfahren und Verbesserungsmethoden aus. Dadurch sind sie in der Lage, verantwortungsvolle und wissenschaftlich fundierte Entscheidungen zu treffen. Der interdisziplinäre Umgang mit dem Fachwissen erfolgt unter Berücksichtigung von gesellschaftlichen, wissenschaftlichen und ethischen Erkenntnissen. Absolventinnen und Absolventen entwickeln innovative Ideen und können diese umsetzen. Diese Vorgehensweisen können sie selbständig oder auch in internationalen Teams durchführen. Dabei sind sie in der Lage, ihre Entscheidungen zu erläutern und darüber zu diskutieren. Sie können sich auch mit Fachvertretern und Fachvertreterinnen auf wissenschaftlichem Niveau austauschen. Die gewonnenen Ergebnisse können sie eigenständig interpretieren, validieren und illustrieren.

---

<sup>1</sup> Gültig ab Sommersemester 2016.

**Lernergebnisse:**

Die Absolventinnen und Absolventen können vertiefende mathematische Methoden in den Natur- und Ingenieurwissenschaften benennen, erklären und selbständig anwenden. Sie erwerben ein vertieftes Verständnis mathematischer Methoden aus dem Bereich der Angewandten Mathematik, insbesondere der Analysis und der Numerischen Mathematik. Darüber hinaus besitzen die Absolventinnen und Absolventen ein breites Wissen über spezielle mathematische Modelle und Methoden in ihrem Technischen Fach. Dies befähigt sie, im jeweiligen Bereich komplexe und innovative Aufgaben zu analysieren und die Ergebnisse zu beurteilen.

**Vorbemerkung:**

Dieser Studienplan ergänzt und erläutert die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Technomathematik<sup>2</sup>. Anhand konkreter Beispiele werden Möglichkeiten zur Organisation des Studiums dargestellt.

## 2 Gliederung des Studiums

Die Lehrveranstaltungen werden in Form von Modulen abgehalten, wobei die meisten Module aus einer Vorlesung (mit oder ohne Übung) oder einem Seminar bestehen. Es gilt grundsätzlich, dass nur solche Module gewählt werden können, die noch nicht im Bachelorstudium verwendet worden sind.<sup>3</sup> Jedes Modul schließt mit einer Leistungskontrolle ab. Der durchschnittliche Arbeitsaufwand wird in Leistungspunkten (LP) gemessen<sup>4</sup>. Im Allgemeinen werden Module benotet. Ausnahmen sind z.B. Seminarmodule, die nur bestanden oder nicht bestanden werden können. Die Note geht in die Endnote ein. Die Masterarbeit besteht aus einem eigenen Modul mit 30 LP. Insgesamt müssen im Masterstudium 120 LP erworben werden, etwa gleichmäßig verteilt auf 4 Semester. Es müssen Module der Fakultät für Mathematik, Module in einem technischen Fach, das zu Beginn des Masterstudiengangs fest gewählt wird, und Module in der Informatik belegt werden. Genauer setzt sich die Masterprüfung aus folgenden Komponenten zusammen.

- A) *Angewandte Mathematik*: Es müssen 24 LP in Vorlesungsmodulen des Fachs „Angewandte Mathematik“ erworben werden. Dabei ist das Modul „Finite Elemente Methoden“ Pflicht. Bei Anrechnungsfragen können sich die Studierenden an den Fachstudienberater des Masterstudiengangs Technomathematik wenden. Mindestens 8 LP müssen aus dem Gebiet Analysis stammen. Die verbleibenden 8 LP können beliebig aus der „Angewandten Mathematik“ gewählt werden.
- B) *Technisches Fach*: Es müssen 18–27 LP in Modulen des zu Beginn des Masterstudiums fest gewählten technischen Fachs erworben werden, darunter das Modul „Technomathematisches Seminar“. Das technomathematische Seminar kann wahlweise in Mathematik, Informatik oder im technischen Fach absolviert werden. Der konkrete Inhalt richtet sich nach den angebotenen Seminarthemen. Das bearbeitete Thema muss einen deutlichen Anwendungsbezug aufweisen. Zulässig sind sowohl längere Vorträge nach dem in der Mathematik üblichen Muster als auch die Bearbeitung von kleineren Projekten mit Projektbericht und kurzem Abschlussvortrag, etwa in den Ingenieurwissenschaften.

<sup>2</sup>Im Folgenden wird die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Technomathematik einfach mit „PO Technomathematik“ bezeichnet.

<sup>3</sup>Im Falle von Modulen, die im Bachelorstudium an einer anderen Universität eingebracht worden sind, wird im Rahmen der Zulassung zum Masterstudiengang Technomathematik die Vergleichbarkeit mit den Modulen des Karlsruher Instituts für Technologie festgelegt.

<sup>4</sup>Die Maßstäbe für die Zuordnung von Leistungspunkten entsprechen dem ECTS (European Credit Transfer System). Ein Leistungspunkt entspricht einem Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden.

- C) *Informatik*: Es sind 8–17 LP nachzuweisen. Die Summe der Leistungspunkte aus dem Fach „Technisches Fach“ und dem Fach „Informatik“ müssen mindestens 35 Leistungspunkte ergeben.
- D) *Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung*: Es sind 19 LP nachzuweisen, darunter ein unbenotetes mathematisches Seminar im Umfang von 3 Leistungspunkten.
- E) *Berufspraktikum*: Während des Studiums ist ein mindestens achtwöchiges Berufspraktikum zu erbringen. Ihm werden 10 LP zugeordnet. Die zu erbringenden Leistungen sind im Modulhandbuch beschrieben.
- F) *Überfachliche Qualifikationen*: Weitere 2 LP müssen in Form von „additiven“ überfachlichen Qualifikationen abgelegt werden und können z.B. durch die Vorlesung „Einführung in Python“, aus dem House of Competence, dem Sprachenzentrum oder dem Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaften bezogen werden.

| Fach Angewandte Mathematik                                       |              | Technisches Fach und Informatik<br>(zusammen 35 LP) |
|------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------|
| Analysis<br>(8 LP)                                               | WP<br>(8 LP) | Technisches Fach<br>(mind. 18 LP)                   |
| Finite Elemente Methoden<br>(8 LP)                               |              | Informatik<br>(mind. 8 LP)                          |
| WP Mathem. Vertiefung, inkl. einem Seminar (19 LP)               |              | Technomath. Seminar (3 LP)                          |
| Berufspraktikum (10 LP) und überfachliche Qualifikationen (2 LP) |              |                                                     |
| Masterarbeit (30 LP)                                             |              |                                                     |

### 3 Einführende Module in den mathematischen Gebieten

Die folgenden Module eignen sich besonders gut zur Einführung in die mathematischen Gebiete des Masterbereichs. Sie werden regelmäßig, d.h. mindestens in jedem zweiten Jahr angeboten, und entsprechen einem Arbeitsaufwand von 8 Leistungspunkten (falls nicht anders angegeben).

- **Gebiet Algebra und Geometrie**

- Algebra (4+2 SWS, Ws)<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup>SWS = Semesterwochenstunde in Vorlesung + Übung, Ws = Wintersemester, Ss = Sommersemester

- Differentialgeometrie (4+2 SWS, Ss)
- Geometrische Gruppentheorie (4+2 SWS, Ss)

Diese Lehrveranstaltungen werden jährlich angeboten und unseren Studierenden im Bachelorstudium zur Vertiefung empfohlen. Wenn sie dort nicht belegt worden sind, so empfehlen wir sie als wichtige Einstiegsmodule in das Gebiet Algebra und Geometrie. Wurden diese Module schon im Bachelorstudium gehört, so empfehlen wir die folgenden Module zur Einführung. Sie bauen auf nur einem – im Folgenden angegebenen – einführenden Modul auf.

- Algebraische Zahlentheorie (4+2 SWS) (Vorkenntnisse: Algebra)
- Algebraische Geometrie (4+2 SWS) (Vorkenntnisse: Algebra)
- Globale Differentialgeometrie (4+2 SWS) (Vorkenntnisse: Differentialgeometrie)
- Stochastische Geometrie (4+2 SWS, Ss)<sup>6</sup> (Vorkenntnisse: Räumliche Stochastik)

#### • Gebiet Analysis

- Funktionalanalysis (4+2 SWS, Ws)
- Spektraltheorie (4+2 SWS, Ss)
- Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen (4+2 SWS, Ws)
- Rand- und Eigenwertprobleme (4+2 SWS, Ss)

Die genannten Lehrveranstaltungen werden ebenfalls jährlich angeboten und unseren Studierenden im Bachelorstudium zur Vertiefung empfohlen. Wenn sie dort nicht belegt worden sind, so empfehlen wir sie als wichtige Einstiegsmodule in das Gebiet Analysis. Wurden diese Module schon im Bachelorstudium gehört, so empfehlen wir die folgenden Module zur Einführung. Sie bauen auf nur einem – im Folgenden angegebenen – einführenden Modul auf.

- Evolutionsgleichungen (4+2 SWS) (Vorkenntnisse: Funktionalanalysis)
- Harmonische Analysis (4+2 SWS) (Vorkenntnisse: Funktionalanalysis)
- Integralgleichungen (4+2 SWS) (Vorkenntnisse: Funktionalanalysis)
- Modelle der Mathematischen Physik (4+2 SWS) (Vorkenntnisse: Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen)
- Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen (4+2 SWS) (Vorkenntnisse: Rand- und Eigenwertprobleme)

#### • Gebiet Angewandte und Numerische Mathematik

- Numerische Methoden für Differentialgleichungen (4+2 SWS, Ws)
- Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen (3+3 SWS, Ss)
- Inverse Probleme (4+2 SWS, Ws)<sup>7</sup>

<sup>6</sup>Dieses Modul kann wahlweise dem Gebiet Stochastik oder dem Gebiet Algebra und Geometrie zugeordnet werden.

<sup>7</sup>Dieses Modul kann wahlweise dem Gebiet Angewandte und Numerische Mathematik oder dem Gebiet Analysis zugeordnet werden.

Die Lehrveranstaltungen werden jährlich angeboten. Alle drei Module können schon im Bachelorstudium zur Vertiefung gewählt werden. Wenn sie dort nicht belegt worden sind, so empfehlen wir sie als wichtige Einstiegsmodule in das Gebiet Angewandte und Numerische Mathematik. Wurden diese Module schon im Bachelorstudium gehört, so empfehlen wir die folgenden Module zur Einführung. Sie setzen nur eine – und im Folgenden angegebene – der einführenden Vorlesungen voraus.<sup>8</sup>

- Finite Elemente Methoden (4+2 SWS, Ws) (Vorkenntnisse: Numerische Methoden für Differentialgleichungen)
- Numerische Optimierungsmethoden (4+2 SWS) (Vorkenntnisse: Optimierungstheorie aus dem Bachelorstudium)
- Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen (4+2 SWS) (Vorkenntnisse: Numerische Methoden für Differentialgleichungen)
- Numerische Methoden in der Finanzmathematik (4+2 SWS) (Vorkenntnisse: Numerische Methoden für Differentialgleichungen)

#### • Gebiet Stochastik

Die folgenden Lehrveranstaltungen werden im angegebenen Winter- beziehungsweise Sommersemester angeboten.

- Finanzmathematik in diskreter Zeit (4+2 SWS, Ws)
- Finanzmathematik in stetiger Zeit (4+2 SWS, Ss)
- Mathematische Statistik (4+2 SWS, Ws)
- Räumliche Stochastik (4+2 SWS, Ws)
- Stochastische Geometrie (4+2 SW, Ss) (Vorkenntnisse: Räumliche Stochastik)<sup>9</sup>
- Zeitreihenanalyse (2+1 SWS, Ss, 4 LP)
- Statistical Learning (4+2 SWS, 8 LP, Ss)
- Vorhersagen: Theorie und Praxis (Teil 1: 2+1 SWS, 4 LP; Teil 2: 2+1 SWS, 4 LP)
- Brownsche Bewegung (2+1 SWS, 4 LP)
- Perkolation (3+1 SWS, 6 LP)

### 3.1 Weiterführende Module in den mathematischen Gebieten

Im Modulhandbuch werden zahlreiche weitere, unregelmäßig angebotene Module aufgeführt. Diese bauen auf den in Abschnitt ?? genannten Modulen auf und vertiefen die jeweiligen Arbeitsgebiete. Sie ermöglichen, ergänzt durch den Besuch von Seminaren, die Anfertigung einer Masterarbeit in einem Spezialgebiet.

<sup>8</sup>Zum Teil sind zusätzliche Analysiskenntnisse erforderlich (etwa das Modul (G8) „Differentialgleichungen und Hilberträume“ aus dem Bachelorstudiengang), die in den jeweiligen Modulbeschreibungen genauer spezifiziert sind.

<sup>9</sup>Dieses Modul kann wahlweise dem Gebiet Stochastik oder dem Gebiet Algebra und Geometrie zugeordnet werden.

## 4 Technisches Fach und das Fach Informatik

Zu Beginn des Masterstudiums ist das Fach „Technisches Fach“ aus folgender Liste zu fest zu wählen

- (a) Bauingenieurwesen
- (b) Chemie
- (c) Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
- (d) Elektrotechnik und Informationstechnik
- (e) Experimentalphysik
- (f) Geophysik
- (g) Maschinenbau
- (h) Materialwissenschaft und Werkstofftechnik
- (i) Mechatronik und Informationstechnik

Andere Wahlen für das „Technische Fach“ können vom Prüfungsausschuss genehmigt werden. In der Regel wird das technische Nebenfach aus dem Bachelorstudium fortgeführt. Im Fach „Technisches Fach“ und im Fach „Informatik“ können Module aus dem Masterprogramm der jeweiligen anbietenden Fakultät gewählt werden. Die Module werden durch den Fachstudienberater des Masterstudiengangs Technomathematik individuell zugelassen. In Zweifelsfällen entscheidet der Prüfungsausschuss. Bei manchen Modulen ist die Anmeldung zur Prüfung nur dann möglich, wenn bestimmte *Zulassungsvoraussetzungen* erfüllt sind, die im Modulhandbuch spezifiziert werden.

## 5 Überfachliche Qualifikationen

Teil des Studiums ist auch der Erwerb von überfachlichen Qualifikationen. Zu diesem Bereich zählen überfachliche Veranstaltungen zu gesellschaftlichen Themen, fachwissenschaftliche Ergänzungsangebote, welche die Anwendung des Fachwissens im Arbeitsalltag vermitteln, Kompetenztrainings zur gezielten Schulung von Soft Skills sowie Fremdsprachentrainings im fachwissenschaftlichen Kontext.

Der Masterstudiengang Technomathematik an der Fakultät für Mathematik zeichnet sich durch einen hohen Grad an Interdisziplinarität aus: Durch die Wahl eines technischen Nebenfaches ist die Zusammenführung verschiedener Wissensbestände integrativer Bestandteil des Studiengangs. Die innerhalb des Studiengangs integrativ vermittelten überfachlichen Qualifikationen lassen sich dabei den folgenden Bereichen zuordnen:

- **Basiskompetenzen (Soft Skills)**
  1. Teamarbeit, soziale Kommunikation (Arbeit in Kleingruppen, gemeinsames Bearbeiten der Hausaufgaben und Nacharbeiten des Vorlesungsstoffes)
  2. Präsentationserstellung und -techniken (Seminarvorträge)
  3. Logisches und systematisches Argumentieren und Schreiben (im Tutorium bzw. Seminar, beim Ausarbeiten der Vorträge und Verfassen der Hausaufgaben)
  4. Englisch als Fachsprache

- **Orientierungswissen**

1. Vermittlung von interdisziplinärem Wissen über Anwendungsfach bzw. Informatik
2. Medien, Technik und Innovation

Neben der integrativen Vermittlung von überfachlichen Qualifikationen ist der additive Erwerb von überfachlichen Qualifikationen im Umfang von mindestens 2 Leistungspunkten vorgesehen. Im Modul „Überfachliche Qualifikationen“ können Veranstaltungen des House of Competence (HoC), des Sprachenzentrums und des Zentrums für Angewandte Kulturwissenschaften (ZAK) belegt werden. Das aktuelle Angebot ergibt sich aus dem semesterweise aktualisierten Veranstaltungsprogrammen.

## 6 Mobilitätsfenster

Auslandserfahrungen im Rahmen des Studiums sind empfehlenswert, werden geschätzt und gefördert. Um einen Auslandsaufenthalt zur persönlichen und fachlichen Weiterentwicklung ohne signifikante Studienzeitverlängerung zu ermöglichen, werden alle abzulegenden Prüfungen grundsätzlich mindestens zweimal pro Jahr angeboten. Auf Antrag der/des Studierenden und nach Maßgabe der Möglichkeiten im Einzelfall kann auch ein anderer Prüfungsmodus zugelassen werden (z.B. mündliche statt schriftliche Prüfung), wenn dadurch eine signifikante Studienzeitverlängerung in Folge eines Auslandsaufenthaltes vermieden werden kann. Außerhalb des KIT erworbene Studien- und Prüfungsleistungen werden anerkannt, sofern keine wesentlichen Unterschiede zwischen der Qualifikation, die ersetzt werden und der Leistung, die anerkannt werden soll, besteht. Über die Anerkennung entscheidet der Prüfungsausschuss auf Antrag der/des Studierenden. Studierende haben die für die Anerkennung erforderlichen Nachweise vorzulegen. Empfehlenswert ist der Abschluss eines Learning Agreements zwischen der/dem Studierenden und dem Prüfungsausschuss im Vorfeld des Auslandsaufenthalts. Grundsätzlich kann ein Auslandsaufenthalt in jedem Semester erfolgen. Besonders geeignet ist das zweite und/oder dritte Fachsemester.

## 7 Exemplarische Studienverläufe

Die folgenden beiden exemplarischen Studienverläufe können – beziehungsweise je nach Wahl des technischen Fachs und der Vorkenntnisse müssen – in vielfältiger Weise variiert und auf die persönlichen Präferenzen angepasst werden. Insbesondere kann das Berufspraktikum auch zu einem früheren Zeitpunkt eingeplant werden.

Nachfolgend werden die Bezeichnungen der Fächer wie in der Studien- und Prüfungsordnung gewählt, d.h. Fach 1=Angewandte Mathematik, Fach 2=Technisches Fach, Fach 3=Informatik, Fach 4=überfachliche Qualifikationen, Fach Mathematische Vertiefung.

**Beispiel 1:** Für die Wahl von Elektrotechnik und Informationstechnik als Technisches Fach mit Beginn im Sommersemester (für Wintersemester sind teilweise andere Wahlen erforderlich)

**Semester 1:** 30 LP, 4 Prüfungsleistungen (+1, falls Sprachkurs mit Prüfung abschließt)

- Fach 1: Analysis 8 LP + Wahl 8 LP
- Fach 2: 6 LP (Echtzeitregelung elektrischer Antriebe)
- Fach 3: 6 LP (Computergrafik)
- Fach 4: 2 LP (Sprachkurs etc.)

**Semester 2:** 30 LP, 4 Prüfungsleistungen, 1 Studienleistung

- Fach 1: Finite Elemente Methoden 8 LP
- Fach 2: 6 LP (Methoden der Signalverarbeitung) + 3 LP (Technomathematisches Seminar)
- Fach 3: 5 LP (Kurven im CAD)
- Fach Mathematische Vertiefung: 8 LP

**Semester 3:** 30 LP, 3 Prüfungsleistungen, 1 Studienleistung

- Fach 2: 4 LP (Verteilte ereignisdiskrete Systeme) + 5 LP (Communication Systems and Protocols)
- Fach Mathematische Vertiefung: Wahl 8 LP + 3 LP (Mathematisches Seminar)
- Berufspraktikum 10 LP

**Semester 4:** 30 LP

- Masterarbeit 30 LP

**Beispiel 2:** Für die Wahl Maschinenbau als Technisches Fach mit Beginn im Wintersemester (für Sommersemester sind teilweise andere Wahlen erforderlich)

**Semester 1:** 29 LP, 4 Prüfungsleistungen

- Fach 1: Finite Elemente Methoden 8 LP
- Fach 2: 7 LP (Modellbildung und Simulation)
- Fach 3: 6 LP (Formale Systeme)
- Fach Mathematische Vertiefung: 8 LP

**Semester 2:** 31 LP, 4 Prüfungsleistungen (+1 falls Fach 4 eine Prüfung erfordert), 1 Studienleistung

- Fach 1: Analysis 8 LP, Wahl 8 LP
- Fach 2: 4 LP (Finite-Volumen-Methoden (FVM) zur Strömungsberechnung), 3 LP (Technomathematisches Seminar)
- Fach 3: 6 LP (Computergrafik)
- Fach 4: 2 LP (Wissenschaftliches Schreiben, HoC)

**Semester 3:** 30 LP, 3 Prüfungsleistungen, 1 Studienleistung

- Fach 2: 4 LP (Magnetohydrodynamik), 5 LP (Datenanalyse für Ingenieure)
- Fach Mathematische Vertiefung: Wahl 8 LP + 3 LP (Mathematisches Seminar)
- Berufspraktikum 10 LP

**Semester 4:** 30 LP

- Masterarbeit 30 LP

## 2 Aufbau des Studiengangs

|                                                                                                                                    |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Pflichtbestandteile</b>                                                                                                         |          |
| <b>Masterarbeit</b>                                                                                                                | 30 LP    |
| <b>Berufspraktikum</b><br><i>Dieser Bereich fließt nicht in die Notenberechnung des übergeordneten Bereichs ein.</i>               | 10 LP    |
| <b>Angewandte Mathematik</b>                                                                                                       | 24 LP    |
| <b>Technisches Fach (Wahl: 1 Bestandteil)</b>                                                                                      |          |
| <b>Elektrotechnik / Informationstechnik</b>                                                                                        | 18-27 LP |
| <b>Experimentalphysik</b>                                                                                                          | 18-27 LP |
| <b>Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik</b>                                                                                  | 18-27 LP |
| <b>Anderes Technisches Fach</b>                                                                                                    | 18-27 LP |
| <b>Pflichtbestandteile</b>                                                                                                         |          |
| <b>Informatik</b>                                                                                                                  | 8-17 LP  |
| <b>Mathematische Vertiefung</b>                                                                                                    | 19 LP    |
| <b>Überfachliche Qualifikationen</b><br><i>Dieser Bereich fließt nicht in die Notenberechnung des übergeordneten Bereichs ein.</i> | 2 LP     |
| <b>Freiwillige Bestandteile</b>                                                                                                    |          |
| <b>Zusatzleistungen</b><br><i>Dieser Bereich fließt nicht in die Notenberechnung des übergeordneten Bereichs ein.</i>              |          |

### 2.1 Masterarbeit

**Leistungspunkte**  
30

|                            |                           |       |
|----------------------------|---------------------------|-------|
| <b>Pflichtbestandteile</b> |                           |       |
| M-MATH-102917              | <b>Modul Masterarbeit</b> | 30 LP |

### 2.2 Berufspraktikum

**Leistungspunkte**  
10

|                            |                        |       |
|----------------------------|------------------------|-------|
| <b>Pflichtbestandteile</b> |                        |       |
| M-MATH-102861              | <b>Berufspraktikum</b> | 10 LP |

## 2.3 Angewandte Mathematik

**Leistungspunkte**  
24

| Pflichtbestandteile                |                                                                           |      |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-102891                      | Finite Elemente Methoden                                                  | 8 LP |
| <b>Analysis (Wahl: mind. 8 LP)</b> |                                                                           |      |
| M-MATH-101320                      | Funktionalanalysis                                                        | 8 LP |
| M-MATH-101768                      | Spektraltheorie                                                           | 8 LP |
| M-MATH-102870                      | Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen                 | 8 LP |
| M-MATH-102871                      | Rand- und Eigenwertprobleme                                               | 8 LP |
| M-MATH-102872                      | Evolutionsgleichungen                                                     | 8 LP |
| M-MATH-102874                      | Integralgleichungen                                                       | 8 LP |
| M-MATH-102875                      | Modelle der Mathematischen Physik                                         | 8 LP |
| M-MATH-102876                      | Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen                 | 8 LP |
| M-MATH-102877                      | Nichtlineare Evolutionsgleichungen                                        | 8 LP |
| M-MATH-102878                      | Komplexe Analysis                                                         | 8 LP |
| M-MATH-102879                      | Potentialtheorie                                                          | 8 LP |
| M-MATH-102880                      | Spektraltheorie für Differentialoperatoren                                | 8 LP |
| M-MATH-102881                      | Stochastische Differentialgleichungen                                     | 8 LP |
| M-MATH-102883                      | Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme | 8 LP |
| M-MATH-102884                      | Streutheorie                                                              | 8 LP |
| M-MATH-102885                      | Maxwellgleichungen                                                        | 8 LP |
| M-MATH-102886                      | Nichtlineare Funktionalanalysis                                           | 3 LP |
| M-MATH-102887                      | Monotoniemethoden in der Analysis                                         | 3 LP |
| M-MATH-102890                      | Inverse Probleme                                                          | 8 LP |
| M-MATH-102913                      | Banachalgebren                                                            | 3 LP |
| M-MATH-102918                      | Internetseminar für Evolutionsgleichungen                                 | 8 LP |
| M-MATH-102923                      | Geometrische Analysis                                                     | 8 LP |
| M-MATH-102924                      | Optimierung in Banachräumen                                               | 5 LP |
| M-MATH-102926                      | Sobolevräume                                                              | 8 LP |
| M-MATH-102927                      | Wandernde Wellen                                                          | 6 LP |
| M-MATH-102941                      | Steuerungstheorie                                                         | 6 LP |
| M-MATH-103080                      | Dynamische Systeme                                                        | 8 LP |
| M-MATH-103259                      | Verzweigungstheorie                                                       | 5 LP |
| M-MATH-103251                      | Aspekte der Geometrischen Analysis                                        | 4 LP |
| M-MATH-103539                      | Nichtlineare Analysis                                                     | 8 LP |
| M-MATH-103544                      | Unendlich dimensionale dynamische Systeme                                 | 4 LP |
| M-MATH-104059                      | Mathematische Themen in der kinetischen Theorie                           | 4 LP |
| M-MATH-104425                      | Dispersive Gleichungen                                                    | 6 LP |
| M-MATH-104435                      | Ausgewählte Themen der harmonischen Analysis                              | 3 LP |
| M-MATH-104827                      | Fourier-Analyse und ihre Anwendungen auf PDG                              | 6 LP |
| M-MATH-105066                      | Nichtlineare Maxwellgleichungen                                           | 8 LP |
| M-MATH-105101                      | Einführung in die homogene Dynamik                                        | 6 LP |
| M-MATH-105093                      | Variationsmethoden                                                        | 8 LP |
| M-MATH-105324                      | Harmonische Analysis                                                      | 8 LP |
| M-MATH-105326                      | Nichtlineare Wellengleichungen                                            | 4 LP |
| M-MATH-105432                      | Diskrete dynamische Systeme                                               | 3 LP |
| M-MATH-105487                      | Topologische Datenanalyse                                                 | 6 LP |
| M-MATH-105650                      | Einführung in die Strömungslehre                                          | 3 LP |
| M-MATH-105651                      | Anwendungen von topologischer Datenanalyse                                | 4 LP |
| M-MATH-105964                      | Introduction to Convex Integration                                        | 3 LP |
| M-MATH-106401                      | Einführung in die Strömungsmechanik                                       | 6 LP |
| M-MATH-106486                      | Harmonische Analysis 2                                                    | 8 LP |

|                                                                    |                                                                                         |      |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-106591                                                      | Einführung in die dynamischen Systeme                                                   | 6 LP |
| M-MATH-106667                                                      | Geometrische Variationsprobleme                                                         | 8 LP |
| M-MATH-106666                                                      | Minimalflächen                                                                          | 3 LP |
| M-MATH-106664                                                      | Streutheorie für zeitabhängige Wellen                                                   | 6 LP |
| M-MATH-106663                                                      | Halbgruppentheorie für die Navier-Stokes-Gleichungen                                    | 6 LP |
| M-MATH-106696                                                      | Regularität für elliptische Operatoren                                                  | 6 LP |
| M-MATH-106822                                                      | Fortgeschrittene Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungen <b>neu</b> | 3 LP |
| <b>Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik (Wahl: mind. 8 LP)</b> |                                                                                         |      |
| M-MATH-102864                                                      | Konvexe Geometrie                                                                       | 8 LP |
| M-MATH-102883                                                      | Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme               | 8 LP |
| M-MATH-102890                                                      | Inverse Probleme                                                                        | 8 LP |
| M-MATH-102898                                                      | Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren                                              | 4 LP |
| M-MATH-102904                                                      | Brownsche Bewegung                                                                      | 4 LP |
| M-MATH-102909                                                      | Mathematische Statistik                                                                 | 8 LP |
| M-MATH-102931                                                      | Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen                                         | 6 LP |
| M-MATH-102936                                                      | Operatorfunktionen                                                                      | 6 LP |
| M-MATH-102947                                                      | Wahrscheinlichkeitstheorie und kombinatorische Optimierung                              | 8 LP |
| M-MATH-102956                                                      | Vorhersagen: Theorie und Praxis                                                         | 8 LP |
| M-MATH-102866                                                      | Geometrie der Schemata                                                                  | 8 LP |
| M-MATH-102872                                                      | Evolutionsgleichungen                                                                   | 8 LP |
| M-MATH-102879                                                      | Potentialtheorie                                                                        | 8 LP |
| M-MATH-102888                                                      | Numerische Methoden für Differentialgleichungen                                         | 8 LP |
| M-MATH-102906                                                      | Generalisierte Regressionsmodelle                                                       | 4 LP |
| M-MATH-102910                                                      | Nichtparametrische Statistik                                                            | 4 LP |
| M-MATH-102913                                                      | Banachalgebren                                                                          | 3 LP |
| M-MATH-102924                                                      | Optimierung in Banachräumen                                                             | 5 LP |
| M-MATH-102927                                                      | Wandernde Wellen                                                                        | 6 LP |
| M-MATH-101724                                                      | Algebraische Geometrie                                                                  | 8 LP |
| M-MATH-101768                                                      | Spektraltheorie                                                                         | 8 LP |
| M-MATH-102867                                                      | Geometrische Gruppentheorie                                                             | 8 LP |
| M-MATH-102894                                                      | Numerische Methoden in der Elektrodynamik                                               | 6 LP |
| M-MATH-102899                                                      | Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen                          | 4 LP |
| M-MATH-102918                                                      | Internetseminar für Evolutionsgleichungen                                               | 8 LP |
| M-MATH-102930                                                      | Numerische Methoden für Integralgleichungen                                             | 8 LP |
| M-MATH-102940                                                      | Vergleichsgeometrie                                                                     | 5 LP |
| M-MATH-102941                                                      | Steuerungstheorie                                                                       | 6 LP |
| M-MATH-101315                                                      | Algebra                                                                                 | 8 LP |
| M-MATH-102874                                                      | Integralgleichungen                                                                     | 8 LP |
| M-MATH-102876                                                      | Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen                               | 8 LP |
| M-MATH-102905                                                      | Perkolation                                                                             | 5 LP |
| M-MATH-106634                                                      | Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab                                         | 4 LP |
| M-MATH-101725                                                      | Algebraische Zahlentheorie                                                              | 8 LP |
| M-MATH-102865                                                      | Stochastische Geometrie                                                                 | 8 LP |
| M-MATH-102881                                                      | Stochastische Differentialgleichungen                                                   | 8 LP |
| M-MATH-102915                                                      | Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen                                       | 6 LP |
| M-MATH-102921                                                      | Geometrische numerische Integration                                                     | 6 LP |
| M-MATH-102950                                                      | Kombinatorik                                                                            | 8 LP |
| M-MATH-102952                                                      | L2-Invarianten                                                                          | 5 LP |
| M-MATH-102953                                                      | Algebraische Topologie II                                                               | 8 LP |
| M-MATH-102955                                                      | Advanced Inverse Problems: Nonlinearity and Banach Spaces                               | 5 LP |

|               |                                                                         |      |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-101317 | Differentialgeometrie                                                   | 8 LP |
| M-MATH-102870 | Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen               | 8 LP |
| M-MATH-102871 | Rand- und Eigenwertprobleme                                             | 8 LP |
| M-MATH-102900 | Adaptive Finite Elemente Methoden                                       | 6 LP |
| M-MATH-102903 | Räumliche Stochastik                                                    | 8 LP |
| M-MATH-102920 | Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra                       | 8 LP |
| M-MATH-102928 | Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen | 8 LP |
| M-MATH-102932 | Numerische Methoden in der Strömungsmechanik                            | 4 LP |
| M-MATH-102957 | Extremale Graphentheorie                                                | 4 LP |
| M-MATH-101320 | Funktionalanalysis                                                      | 8 LP |
| M-MATH-101336 | Graphentheorie                                                          | 8 LP |
| M-MATH-101338 | Paralleles Rechnen                                                      | 5 LP |
| M-MATH-102878 | Komplexe Analysis                                                       | 8 LP |
| M-MATH-102885 | Maxwellgleichungen                                                      | 8 LP |
| M-MATH-102889 | Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen                             | 8 LP |
| M-MATH-102895 | Wavelets                                                                | 8 LP |
| M-MATH-102868 | Modulformen                                                             | 8 LP |
| M-MATH-102877 | Nichtlineare Evolutionsgleichungen                                      | 8 LP |
| M-MATH-102908 | Steuerung stochastischer Prozesse                                       | 4 LP |
| M-MATH-102912 | Globale Differentialgeometrie                                           | 8 LP |
| M-MATH-102935 | Compressive Sensing                                                     | 5 LP |
| M-MATH-102937 | Matrixfunktionen                                                        | 8 LP |
| M-MATH-102939 | Extremwerttheorie                                                       | 4 LP |
| M-MATH-102943 | Einführung in Partikuläre Strömungen                                    | 3 LP |
| M-MATH-102948 | Algebraische Topologie                                                  | 8 LP |
| M-MATH-102949 | Einführung in die geometrische Maßtheorie                               | 6 LP |
| M-MATH-102886 | Nichtlineare Funktionalanalysis                                         | 3 LP |
| M-MATH-102897 | Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung                  | 8 LP |
| M-MATH-102901 | Numerische Methoden in der Finanzmathematik                             | 8 LP |
| M-MATH-102907 | Markovsche Entscheidungsprozesse                                        | 5 LP |
| M-MATH-102911 | Zeitreihenanalyse                                                       | 4 LP |
| M-MATH-102923 | Geometrische Analysis                                                   | 8 LP |
| M-MATH-102929 | Mathematische Modellierung und Simulation in der Praxis                 | 4 LP |
| M-MATH-102860 | Finanzmathematik in stetiger Zeit                                       | 8 LP |
| M-MATH-102869 | Geometrische Gruppentheorie II                                          | 8 LP |
| M-MATH-102875 | Modelle der Mathematischen Physik                                       | 8 LP |
| M-MATH-102880 | Spektraltheorie für Differentialoperatoren                              | 8 LP |
| M-MATH-102884 | Streutheorie                                                            | 8 LP |
| M-MATH-102887 | Monotoniemethoden in der Analysis                                       | 3 LP |
| M-MATH-102892 | Numerische Optimierungsmethoden                                         | 8 LP |
| M-MATH-102919 | Finanzmathematik in diskreter Zeit                                      | 8 LP |
| M-MATH-102922 | Der Poisson-Prozess                                                     | 5 LP |
| M-MATH-102926 | Sobolevräume                                                            | 8 LP |
| M-MATH-102954 | Gruppenwirkungen in der Riemannschen Geometrie                          | 5 LP |
| M-MATH-102959 | Homotopietheorie                                                        | 8 LP |
| M-MATH-103260 | Mathematische Methoden der Bildgebung                                   | 5 LP |
| M-MATH-103251 | Aspekte der Geometrischen Analysis                                      | 4 LP |
| M-MATH-103527 | Grundlagen der Kontinuumsmechanik                                       | 3 LP |
| M-MATH-103539 | Nichtlineare Analysis                                                   | 8 LP |
| M-MATH-103700 | Exponentielle Integratoren                                              | 6 LP |

|               |                                                                                        |      |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-103709 | Numerische Lineare Algebra für das wissenschaftliche Rechnen auf Hochleistungsrechnern | 5 LP |
| M-MATH-103919 | Einführung in die kinetische Theorie                                                   | 4 LP |
| M-MATH-104054 | Quantifizierung von Unsicherheiten                                                     | 4 LP |
| M-MATH-104055 | Ruintheorie                                                                            | 4 LP |
| M-MATH-104057 | Schlüsselmomente der Geometrie                                                         | 5 LP |
| M-MATH-104058 | Bildverarbeitung mit Methoden der numerischen linearen Algebra                         | 6 LP |
| M-MATH-104059 | Mathematische Themen in der kinetischen Theorie                                        | 4 LP |
| M-MATH-104261 | Lie Gruppen und Lie Algebren                                                           | 8 LP |
| M-MATH-104349 | Bott-Periodizität                                                                      | 5 LP |
| M-MATH-103540 | Randelementmethoden                                                                    | 8 LP |
| M-MATH-105066 | Nichtlineare Maxwellgleichungen                                                        | 8 LP |
| M-MATH-105101 | Einführung in die homogene Dynamik                                                     | 6 LP |
| M-MATH-105093 | Variationsmethoden                                                                     | 8 LP |
| M-MATH-105325 | Splittingsverfahren für Evolutionsgleichungen                                          | 6 LP |
| M-MATH-105327 | Numerische Simulation in der Moleküldynamik                                            | 8 LP |
| M-MATH-105579 | Steinsche Methode mit statistischen Anwendungen                                        | 4 LP |
| M-MATH-105636 | Analytische und numerische Homogenisierung                                             | 6 LP |
| M-MATH-105649 | Fraktale Geometrie                                                                     | 6 LP |
| M-MATH-105764 | Numerische Analysis für Helmholtzprobleme                                              | 3 LP |
| M-MATH-105840 | Statistisches Lernen                                                                   | 8 LP |
| M-MATH-105966 | Raum- und Zeitdiskretisierung nichtlinearer Wellengleichungen                          | 6 LP |
| M-MATH-106045 | Einführung in Stochastische Differentialgleichungen                                    | 4 LP |
| M-MATH-106052 | Zufällige Graphen und Netzwerke                                                        | 8 LP |
| M-MATH-106053 | Stochastische Simulation                                                               | 5 LP |
| M-MATH-106063 | Numerische komplexe Analysis                                                           | 6 LP |
| M-MATH-106064 | Topologische Genomik                                                                   | 3 LP |
| M-MATH-106328 | Bayes'sche inverse Probleme und deren Verbindungen zum maschinellen Lernen             | 4 LP |
| M-MATH-106485 | Funktionale Datenanalyse                                                               | 4 LP |
| M-MATH-106640 | Modellierung und Simulation von Lithium-Ionen Batterien                                | 4 LP |
| M-MATH-106664 | Streutheorie für zeitabhängige Wellen                                                  | 6 LP |
| M-MATH-106695 | Numerische Analysis von Neuronalen Netzen                                              | 6 LP |
| M-MATH-106682 | Numerische Verfahren für oszillatorische Differentialgleichungen                       | 8 LP |

**2.4 Elektrotechnik / Informationstechnik****Leistungspunkte**  
18-27

| Pflichtbestandteile                                                       |                                                                                                                |      |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-102863                                                             | Technomathematisches Seminar                                                                                   | 3 LP |
| <b>Elektrotechnik / Informationstechnik (Wahl: zwischen 15 und 24 LP)</b> |                                                                                                                |      |
| M-ETIT-102310                                                             | Optimale Regelung und Schätzung                                                                                | 3 LP |
| M-ETIT-100371                                                             | Nichtlineare Regelungssysteme                                                                                  | 3 LP |
| M-ETIT-106670                                                             | Medical Imaging Technology II<br><i>Die Erstverwendung ist nur zwischen 01.04.2024 und 31.03.2025 möglich.</i> | 3 LP |
| M-ETIT-100386                                                             | Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields                                                           | 4 LP |
| M-ETIT-100506                                                             | Optical Waveguides and Fibers                                                                                  | 4 LP |
| M-ETIT-100531                                                             | Optimization of Dynamic Systems                                                                                | 5 LP |
| M-ETIT-100532                                                             | Batterien und Brennstoffzellen                                                                                 | 5 LP |
| M-ETIT-100538                                                             | Technische Optik                                                                                               | 5 LP |
| M-ETIT-106899                                                             | Signal Processing Methods <b>neu</b>                                                                           | 6 LP |
| M-ETIT-106675                                                             | Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators                                      | 6 LP |
| M-ETIT-106778                                                             | Medical Imaging Technology <b>neu</b><br><i>Die Erstverwendung ist ab 01.04.2025 möglich.</i>                  | 6 LP |

**2.5 Experimentalphysik****Leistungspunkte**  
18-27

| Pflichtbestandteile                                     |                                                                                        |       |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| M-MATH-102863                                           | Technomathematisches Seminar                                                           | 3 LP  |
| <b>Experimentalphysik (Wahl: zwischen 15 und 24 LP)</b> |                                                                                        |       |
| M-PHYS-106331                                           | Moderne Experimentalphysik I, Atome, Kerne und Moleküle                                | 8 LP  |
| M-PHYS-106332                                           | Moderne Experimentalphysik II, Struktur der Materie                                    | 8 LP  |
| M-PHYS-102053                                           | Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen                       | 12 LP |
| M-PHYS-102054                                           | Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen                                        | 8 LP  |
| M-PHYS-102075                                           | Astroteilchenphysik I                                                                  | 8 LP  |
| M-PHYS-102089                                           | Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen                             | 10 LP |
| M-PHYS-102090                                           | Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen                            | 8 LP  |
| M-PHYS-102097                                           | Grundlagen der Nanotechnologie I                                                       | 4 LP  |
| M-PHYS-102100                                           | Grundlagen der Nanotechnologie II                                                      | 4 LP  |
| M-PHYS-102108                                           | Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen                            | 8 LP  |
| M-PHYS-102109                                           | Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen                           | 4 LP  |
| M-PHYS-102114                                           | Teilchenphysik I                                                                       | 8 LP  |
| M-PHYS-102175                                           | Einführung in die Kosmologie                                                           | 6 LP  |
| M-PHYS-102277                                           | Theoretical Optics                                                                     | 6 LP  |
| M-PHYS-102295                                           | Theoretical Nanooptics                                                                 | 6 LP  |
| M-PHYS-102308                                           | Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen | 12 LP |
| M-PHYS-102313                                           | Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen                  | 8 LP  |

**2.6 Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik****Leistungspunkte**  
18-27

| Pflichtbestandteile                                                             |                                           |      |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------|
| M-MATH-102863                                                                   | Technomathematisches Seminar              | 3 LP |
| <b>Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik (Wahl: zwischen 15 und 24 LP)</b> |                                           |      |
| M-CIWVT-103051                                                                  | Wärmeübertragung II                       | 6 LP |
| M-CIWVT-103058                                                                  | Thermodynamik III                         | 6 LP |
| M-CIWVT-103059                                                                  | Statistische Thermodynamik                | 6 LP |
| M-CIWVT-103063                                                                  | Grenzflächenthermodynamik                 | 4 LP |
| M-CIWVT-103065                                                                  | Biopharmazeutische Aufbereitungsverfahren | 6 LP |
| M-CIWVT-103066                                                                  | Prozessmodellierung in der Aufarbeitung   | 4 LP |
| M-CIWVT-103068                                                                  | Physical Foundations of Cryogenics        | 6 LP |
| M-CIWVT-103069                                                                  | Grundlagen der Verbrennungstechnik        | 6 LP |
| M-CIWVT-103072                                                                  | Numerische Strömungssimulation            | 6 LP |
| M-CIWVT-103073                                                                  | Verarbeitung nanoskaliger Partikel        | 6 LP |
| M-CIWVT-103075                                                                  | Hochtemperatur-Verfahrenstechnik          | 6 LP |

**2.7 Anderes Technisches Fach****Leistungspunkte**  
18-27

| Pflichtbestandteile |                              |      |
|---------------------|------------------------------|------|
| M-MATH-102863       | Technomathematisches Seminar | 3 LP |

**2.8 Informatik****Leistungspunkte**  
8-17

| Informatik (Wahl: mindestens 1 Bestandteil sowie zwischen 8 und 17 LP) |                                                          |      |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------|
| M-INFO-100799                                                          | Formale Systeme                                          | 6 LP |
| M-INFO-100801                                                          | Telematik                                                | 6 LP |
| M-INFO-100803                                                          | Echtzeitsysteme                                          | 6 LP |
| M-INFO-104897                                                          | Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik     | 3 LP |
| M-INFO-100818                                                          | Rechnerstrukturen                                        | 6 LP |
| M-INFO-100819                                                          | Kognitive Systeme                                        | 6 LP |
| M-INFO-100825                                                          | Mustererkennung                                          | 6 LP |
| M-INFO-100833                                                          | Softwaretechnik II                                       | 6 LP |
| M-INFO-100846                                                          | Neuronale Netze                                          | 6 LP |
| M-INFO-100856                                                          | Computergrafik                                           | 6 LP |
| M-INFO-100893                                                          | Robotik I - Einführung in die Robotik                    | 6 LP |
| M-INFO-100840                                                          | Lokalisierung mobiler Agenten                            | 6 LP |
| M-INFO-100839                                                          | Unscharfe Mengen                                         | 6 LP |
| M-INFO-101887                                                          | Seminar Advanced Topics in Parallel Programming          | 3 LP |
| M-INFO-104460                                                          | Deep Learning und Neuronale Netze                        | 6 LP |
| M-INFO-100829                                                          | Stochastische Informationsverarbeitung                   | 6 LP |
| M-INFO-106014                                                          | Grundlagen der Künstlichen Intelligenz                   | 5 LP |
| M-INFO-106015                                                          | Informationssicherheit                                   | 5 LP |
| M-INFO-102756                                                          | Robotik II - Humanoide Robotik                           | 3 LP |
| M-INFO-106315                                                          | IT-Sicherheit                                            | 6 LP |
| M-INFO-106102                                                          | Logical Foundations of Cyber-Physical Systems <b>neu</b> | 6 LP |

## 2.9 Mathematische Vertiefung

**Leistungspunkte**  
19

| Pflichtbestandteile                                                    |                                                                           |      |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-102730                                                          | Seminar                                                                   | 3 LP |
| <b>Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung (Wahl: mind. 16 LP)</b> |                                                                           |      |
| M-MATH-102864                                                          | Konvexe Geometrie                                                         | 8 LP |
| M-MATH-102866                                                          | Geometrie der Schemata                                                    | 8 LP |
| M-MATH-102872                                                          | Evolutionsgleichungen                                                     | 8 LP |
| M-MATH-102879                                                          | Potentialtheorie                                                          | 8 LP |
| M-MATH-102883                                                          | Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme | 8 LP |
| M-MATH-102888                                                          | Numerische Methoden für Differentialgleichungen                           | 8 LP |
| M-MATH-102890                                                          | Inverse Probleme                                                          | 8 LP |
| M-MATH-102898                                                          | Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren                                | 4 LP |
| M-MATH-102904                                                          | Brownsche Bewegung                                                        | 4 LP |
| M-MATH-102906                                                          | Generalisierte Regressionsmodelle                                         | 4 LP |
| M-MATH-102909                                                          | Mathematische Statistik                                                   | 8 LP |
| M-MATH-102910                                                          | Nichtparametrische Statistik                                              | 4 LP |
| M-MATH-102913                                                          | Banachalgebren                                                            | 3 LP |
| M-MATH-102918                                                          | Internetseminar für Evolutionsgleichungen                                 | 8 LP |
| M-MATH-102924                                                          | Optimierung in Banachräumen                                               | 5 LP |
| M-MATH-102927                                                          | Wandernde Wellen                                                          | 6 LP |
| M-MATH-102931                                                          | Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen                           | 6 LP |
| M-MATH-102936                                                          | Operatorfunktionen                                                        | 6 LP |
| M-MATH-102947                                                          | Wahrscheinlichkeitstheorie und kombinatorische Optimierung                | 8 LP |
| M-MATH-102956                                                          | Vorhersagen: Theorie und Praxis                                           | 8 LP |
| M-MATH-101315                                                          | Algebra                                                                   | 8 LP |
| M-MATH-101724                                                          | Algebraische Geometrie                                                    | 8 LP |
| M-MATH-101725                                                          | Algebraische Zahlentheorie                                                | 8 LP |
| M-MATH-101768                                                          | Spektraltheorie                                                           | 8 LP |
| M-MATH-102867                                                          | Geometrische Gruppentheorie                                               | 8 LP |
| M-MATH-102874                                                          | Integralgleichungen                                                       | 8 LP |
| M-MATH-102876                                                          | Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen                 | 8 LP |
| M-MATH-102881                                                          | Stochastische Differentialgleichungen                                     | 8 LP |
| M-MATH-102894                                                          | Numerische Methoden in der Elektrodynamik                                 | 6 LP |
| M-MATH-102899                                                          | Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen            | 4 LP |
| M-MATH-102905                                                          | Perkolation                                                               | 5 LP |
| M-MATH-102915                                                          | Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen                         | 6 LP |
| M-MATH-102930                                                          | Numerische Methoden für Integralgleichungen                               | 8 LP |
| M-MATH-106634                                                          | Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab                           | 4 LP |
| M-MATH-102940                                                          | Vergleichsgeometrie                                                       | 5 LP |
| M-MATH-102941                                                          | Steuerungstheorie                                                         | 6 LP |
| M-MATH-102952                                                          | L2-Invarianten                                                            | 5 LP |
| M-MATH-102953                                                          | Algebraische Topologie II                                                 | 8 LP |
| M-MATH-101317                                                          | Differentialgeometrie                                                     | 8 LP |
| M-MATH-101320                                                          | Funktionalanalysis                                                        | 8 LP |
| M-MATH-101336                                                          | Graphentheorie                                                            | 8 LP |
| M-MATH-101338                                                          | Paralleles Rechnen                                                        | 5 LP |
| M-MATH-102865                                                          | Stochastische Geometrie                                                   | 8 LP |
| M-MATH-102870                                                          | Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen                 | 8 LP |
| M-MATH-102871                                                          | Rand- und Eigenwertprobleme                                               | 8 LP |
| M-MATH-102878                                                          | Komplexe Analysis                                                         | 8 LP |
| M-MATH-102885                                                          | Maxwellgleichungen                                                        | 8 LP |

|               |                                                                                        |      |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-102889 | Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen                                            | 8 LP |
| M-MATH-102895 | Wavelets                                                                               | 8 LP |
| M-MATH-102900 | Adaptive Finite Elemente Methoden                                                      | 6 LP |
| M-MATH-102903 | Räumliche Stochastik                                                                   | 8 LP |
| M-MATH-102920 | Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra                                      | 8 LP |
| M-MATH-102921 | Geometrische numerische Integration                                                    | 6 LP |
| M-MATH-102928 | Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen                | 8 LP |
| M-MATH-102932 | Numerische Methoden in der Strömungsmechanik                                           | 4 LP |
| M-MATH-102937 | Matrixfunktionen                                                                       | 8 LP |
| M-MATH-102939 | Extremwerttheorie                                                                      | 4 LP |
| M-MATH-102943 | Einführung in Partikuläre Strömungen                                                   | 3 LP |
| M-MATH-102950 | Kombinatorik                                                                           | 8 LP |
| M-MATH-102955 | Advanced Inverse Problems: Nonlinearity and Banach Spaces                              | 5 LP |
| M-MATH-102957 | Extremale Graphentheorie                                                               | 4 LP |
| M-MATH-102860 | Finanzmathematik in stetiger Zeit                                                      | 8 LP |
| M-MATH-102868 | Modulformen                                                                            | 8 LP |
| M-MATH-102869 | Geometrische Gruppentheorie II                                                         | 8 LP |
| M-MATH-102875 | Modelle der Mathematischen Physik                                                      | 8 LP |
| M-MATH-102877 | Nichtlineare Evolutionsgleichungen                                                     | 8 LP |
| M-MATH-102884 | Streutheorie                                                                           | 8 LP |
| M-MATH-102886 | Nichtlineare Funktionalanalysis                                                        | 3 LP |
| M-MATH-102887 | Monotoniemethoden in der Analysis                                                      | 3 LP |
| M-MATH-102897 | Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung                                 | 8 LP |
| M-MATH-102901 | Numerische Methoden in der Finanzmathematik                                            | 8 LP |
| M-MATH-102907 | Markovsche Entscheidungsprozesse                                                       | 5 LP |
| M-MATH-102908 | Steuerung stochastischer Prozesse                                                      | 4 LP |
| M-MATH-102911 | Zeitreihenanalyse                                                                      | 4 LP |
| M-MATH-102912 | Globale Differentialgeometrie                                                          | 8 LP |
| M-MATH-102919 | Finanzmathematik in diskreter Zeit                                                     | 8 LP |
| M-MATH-102922 | Der Poisson-Prozess                                                                    | 5 LP |
| M-MATH-102923 | Geometrische Analysis                                                                  | 8 LP |
| M-MATH-102926 | Sobolevräume                                                                           | 8 LP |
| M-MATH-102929 | Mathematische Modellierung und Simulation in der Praxis                                | 4 LP |
| M-MATH-102935 | Compressive Sensing                                                                    | 5 LP |
| M-MATH-102948 | Algebraische Topologie                                                                 | 8 LP |
| M-MATH-102949 | Einführung in die geometrische Maßtheorie                                              | 6 LP |
| M-MATH-102959 | Homotopietheorie                                                                       | 8 LP |
| M-MATH-102880 | Spektraltheorie für Differentialoperatoren                                             | 8 LP |
| M-MATH-102892 | Numerische Optimierungsmethoden                                                        | 8 LP |
| M-MATH-102954 | Gruppenwirkungen in der Riemannschen Geometrie                                         | 5 LP |
| M-MATH-103080 | Dynamische Systeme                                                                     | 8 LP |
| M-MATH-103259 | Verzweigungstheorie                                                                    | 5 LP |
| M-MATH-103260 | Mathematische Methoden der Bildgebung                                                  | 5 LP |
| M-MATH-103251 | Aspekte der Geometrischen Analysis                                                     | 4 LP |
| M-MATH-103527 | Grundlagen der Kontinuumsmechanik                                                      | 3 LP |
| M-MATH-103539 | Nichtlineare Analysis                                                                  | 8 LP |
| M-MATH-103700 | Exponentielle Integratoren                                                             | 6 LP |
| M-MATH-103709 | Numerische Lineare Algebra für das wissenschaftliche Rechnen auf Hochleistungsrechnern | 5 LP |
| M-MATH-103919 | Einführung in die kinetische Theorie                                                   | 4 LP |
| M-MATH-104054 | Quantifizierung von Unsicherheiten                                                     | 4 LP |

|               |                                                                            |      |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-104055 | Ruintheorie                                                                | 4 LP |
| M-MATH-104057 | Schlüsselmomente der Geometrie                                             | 5 LP |
| M-MATH-104058 | Bildverarbeitung mit Methoden der numerischen linearen Algebra             | 6 LP |
| M-MATH-104059 | Mathematische Themen in der kinetischen Theorie                            | 4 LP |
| M-MATH-104261 | Lie Gruppen und Lie Algebren                                               | 8 LP |
| M-MATH-104349 | Bott-Periodizität                                                          | 5 LP |
| M-MATH-104425 | Dispersive Gleichungen                                                     | 6 LP |
| M-MATH-104435 | Ausgewählte Themen der harmonischen Analysis                               | 3 LP |
| M-MATH-104827 | Fourier-Analyse und ihre Anwendungen auf PDG                               | 6 LP |
| M-MATH-103540 | Randelementmethoden                                                        | 8 LP |
| M-MATH-105066 | Nichtlineare Maxwellgleichungen                                            | 8 LP |
| M-MATH-105101 | Einführung in die homogene Dynamik                                         | 6 LP |
| M-MATH-105093 | Variationsmethoden                                                         | 8 LP |
| M-MATH-105324 | Harmonische Analysis                                                       | 8 LP |
| M-MATH-105325 | Splittingverfahren für Evolutionsgleichungen                               | 6 LP |
| M-MATH-105326 | Nichtlineare Wellengleichungen                                             | 4 LP |
| M-MATH-105327 | Numerische Simulation in der Moleküldynamik                                | 8 LP |
| M-MATH-105331 | Einführung in aperiodische Ordnung                                         | 3 LP |
| M-MATH-105432 | Diskrete dynamische Systeme                                                | 3 LP |
| M-MATH-105463 | Strukturelle Graphentheorie                                                | 4 LP |
| M-MATH-105487 | Topologische Datenanalyse                                                  | 6 LP |
| M-MATH-105579 | Steinsche Methode mit statistischen Anwendungen                            | 4 LP |
| M-MATH-105636 | Analytische und numerische Homogenisierung                                 | 6 LP |
| M-MATH-105649 | Fraktale Geometrie                                                         | 6 LP |
| M-MATH-105650 | Einführung in die Strömungslehre                                           | 3 LP |
| M-MATH-105651 | Anwendungen von topologischer Datenanalyse                                 | 4 LP |
| M-MATH-105764 | Numerische Analysis für Helmholtzprobleme                                  | 3 LP |
| M-MATH-105837 | Introduction to Kinetic Equations                                          | 3 LP |
| M-MATH-105838 | Introduction to Microlocal Analysis                                        | 3 LP |
| M-MATH-105839 | Lie-Algebren (Lineare Algebra 3)                                           | 8 LP |
| M-MATH-105840 | Statistisches Lernen                                                       | 8 LP |
| M-MATH-105897 | Selected Methods in Fluids and Kinetic Equations                           | 3 LP |
| M-MATH-105931 | Metrische Geometrie                                                        | 8 LP |
| M-MATH-105964 | Introduction to Convex Integration                                         | 3 LP |
| M-MATH-105966 | Raum- und Zeitdiskretisierung nichtlinearer Wellengleichungen              | 6 LP |
| M-MATH-105973 | Translationsflächen                                                        | 8 LP |
| M-MATH-106045 | Einführung in Stochastische Differentialgleichungen                        | 4 LP |
| M-MATH-106052 | Zufällige Graphen und Netzwerke                                            | 8 LP |
| M-MATH-106053 | Stochastische Simulation                                                   | 5 LP |
| M-MATH-106063 | Numerische komplexe Analysis                                               | 6 LP |
| M-MATH-106064 | Topologische Genomik                                                       | 3 LP |
| M-MATH-106328 | Bayes'sche inverse Probleme und deren Verbindungen zum maschinellen Lernen | 4 LP |
| M-MATH-106401 | Einführung in die Strömungsmechanik                                        | 6 LP |
| M-MATH-106466 | Riemannsche Flächen                                                        | 8 LP |
| M-MATH-106473 | Ergodentheorie                                                             | 8 LP |
| M-MATH-106485 | Funktionale Datenanalyse                                                   | 4 LP |
| M-MATH-106486 | Harmonische Analysis 2                                                     | 8 LP |
| M-MATH-106591 | Einführung in die dynamischen Systeme                                      | 6 LP |
| M-MATH-106632 | Kurven auf Flächen                                                         | 3 LP |
| M-MATH-106640 | Modellierung und Simulation von Lithium-Ionen Batterien                    | 4 LP |

|               |                                                                                  |      |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-106664 | Streutheorie für zeitabhängige Wellen                                            | 6 LP |
| M-MATH-106667 | Geometrische Variationsprobleme                                                  | 8 LP |
| M-MATH-106666 | Minimalflächen                                                                   | 3 LP |
| M-MATH-106663 | Halbgruppentheorie für die Navier-Stokes-Gleichungen                             | 6 LP |
| M-MATH-106696 | Regularität für elliptische Operatoren                                           | 6 LP |
| M-MATH-106695 | Numerische Analysis von Neuronalen Netzen                                        | 6 LP |
| M-MATH-106682 | Numerische Verfahren für oszillatorische Differentialgleichungen                 | 8 LP |
| M-MATH-106776 | Komplexe Geometrie neu                                                           | 6 LP |
| M-MATH-106822 | Fortgeschrittene Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungen neu | 3 LP |

## 2.10 Überfachliche Qualifikationen

Leistungspunkte

2

| Überfachliche Qualifikationen (Wahl: mind. 2 LP) |                          |      |
|--------------------------------------------------|--------------------------|------|
| M-MATH-102994                                    | Schlüsselqualifikationen | 2 LP |

## 2.11 Zusatzleistungen

| <b>Zusatzleistungen (Wahl: mind. 30 LP)</b> |                                                                           |      |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-101315                               | Algebra                                                                   | 8 LP |
| M-MATH-101317                               | Differentialgeometrie                                                     | 8 LP |
| M-MATH-101320                               | Funktionalanalysis                                                        | 8 LP |
| M-MATH-101336                               | Graphentheorie                                                            | 8 LP |
| M-MATH-101338                               | Paralleles Rechnen                                                        | 5 LP |
| M-MATH-101724                               | Algebraische Geometrie                                                    | 8 LP |
| M-MATH-101725                               | Algebraische Zahlentheorie                                                | 8 LP |
| M-MATH-101768                               | Spektraltheorie                                                           | 8 LP |
| M-MATH-102730                               | Seminar                                                                   | 3 LP |
| M-MATH-102860                               | Finanzmathematik in stetiger Zeit                                         | 8 LP |
| M-MATH-102864                               | Konvexe Geometrie                                                         | 8 LP |
| M-MATH-102865                               | Stochastische Geometrie                                                   | 8 LP |
| M-MATH-102866                               | Geometrie der Schemata                                                    | 8 LP |
| M-MATH-102867                               | Geometrische Gruppentheorie                                               | 8 LP |
| M-MATH-102868                               | Modulformen                                                               | 8 LP |
| M-MATH-102869                               | Geometrische Gruppentheorie II                                            | 8 LP |
| M-MATH-102870                               | Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen                 | 8 LP |
| M-MATH-102871                               | Rand- und Eigenwertprobleme                                               | 8 LP |
| M-MATH-102872                               | Evolutionsgleichungen                                                     | 8 LP |
| M-MATH-102874                               | Integralgleichungen                                                       | 8 LP |
| M-MATH-102875                               | Modelle der Mathematischen Physik                                         | 8 LP |
| M-MATH-102876                               | Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen                 | 8 LP |
| M-MATH-102877                               | Nichtlineare Evolutionsgleichungen                                        | 8 LP |
| M-MATH-102878                               | Komplexe Analysis                                                         | 8 LP |
| M-MATH-102879                               | Potentialtheorie                                                          | 8 LP |
| M-MATH-102880                               | Spektraltheorie für Differentialoperatoren                                | 8 LP |
| M-MATH-102881                               | Stochastische Differentialgleichungen                                     | 8 LP |
| M-MATH-102883                               | Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme | 8 LP |
| M-MATH-102884                               | Streutheorie                                                              | 8 LP |
| M-MATH-102885                               | Maxwellgleichungen                                                        | 8 LP |
| M-MATH-102886                               | Nichtlineare Funktionalanalysis                                           | 3 LP |
| M-MATH-102887                               | Monotoniemethoden in der Analysis                                         | 3 LP |
| M-MATH-102888                               | Numerische Methoden für Differentialgleichungen                           | 8 LP |
| M-MATH-102889                               | Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen                               | 8 LP |
| M-MATH-102890                               | Inverse Probleme                                                          | 8 LP |
| M-MATH-102892                               | Numerische Optimierungsmethoden                                           | 8 LP |
| M-MATH-102894                               | Numerische Methoden in der Elektrodynamik                                 | 6 LP |
| M-MATH-102895                               | Wavelets                                                                  | 8 LP |
| M-MATH-102897                               | Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung                    | 8 LP |
| M-MATH-102898                               | Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren                                | 4 LP |
| M-MATH-102899                               | Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen            | 4 LP |
| M-MATH-102900                               | Adaptive Finite Elemente Methoden                                         | 6 LP |
| M-MATH-102901                               | Numerische Methoden in der Finanzmathematik                               | 8 LP |
| M-MATH-102903                               | Räumliche Stochastik                                                      | 8 LP |
| M-MATH-102904                               | Brownsche Bewegung                                                        | 4 LP |
| M-MATH-102905                               | Perkolations                                                              | 5 LP |
| M-MATH-102906                               | Generalisierte Regressionsmodelle                                         | 4 LP |
| M-MATH-102907                               | Markovsche Entscheidungsprozesse                                          | 5 LP |
| M-MATH-102908                               | Steuerung stochastischer Prozesse                                         | 4 LP |

|               |                                                                         |      |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-102909 | Mathematische Statistik                                                 | 8 LP |
| M-MATH-102910 | Nichtparametrische Statistik                                            | 4 LP |
| M-MATH-102911 | Zeitreihenanalyse                                                       | 4 LP |
| M-MATH-102912 | Globale Differentialgeometrie                                           | 8 LP |
| M-MATH-102913 | Banachalgebren                                                          | 3 LP |
| M-MATH-102915 | Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen                       | 6 LP |
| M-MATH-102918 | Internetseminar für Evolutionsgleichungen                               | 8 LP |
| M-MATH-102919 | Finanzmathematik in diskreter Zeit                                      | 8 LP |
| M-MATH-102920 | Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra                       | 8 LP |
| M-MATH-102921 | Geometrische numerische Integration                                     | 6 LP |
| M-MATH-102922 | Der Poisson-Prozess                                                     | 5 LP |
| M-MATH-102923 | Geometrische Analysis                                                   | 8 LP |
| M-MATH-102924 | Optimierung in Banachräumen                                             | 5 LP |
| M-MATH-102926 | Sobolevräume                                                            | 8 LP |
| M-MATH-102927 | Wandernde Wellen                                                        | 6 LP |
| M-MATH-102928 | Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen | 8 LP |
| M-MATH-102929 | Mathematische Modellierung und Simulation in der Praxis                 | 4 LP |
| M-MATH-102930 | Numerische Methoden für Integralgleichungen                             | 8 LP |
| M-MATH-102931 | Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen                         | 6 LP |
| M-MATH-102932 | Numerische Methoden in der Strömungsmechanik                            | 4 LP |
| M-MATH-102935 | Compressive Sensing                                                     | 5 LP |
| M-MATH-102936 | Operatorfunktionen                                                      | 6 LP |
| M-MATH-102937 | Matrixfunktionen                                                        | 8 LP |
| M-MATH-106634 | Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab                         | 4 LP |
| M-MATH-102939 | Extremwerttheorie                                                       | 4 LP |
| M-MATH-102940 | Vergleichsgeometrie                                                     | 5 LP |
| M-MATH-102941 | Steuerungstheorie                                                       | 6 LP |
| M-MATH-102943 | Einführung in Partikuläre Strömungen                                    | 3 LP |
| M-MATH-102947 | Wahrscheinlichkeitstheorie und kombinatorische Optimierung              | 8 LP |
| M-MATH-102948 | Algebraische Topologie                                                  | 8 LP |
| M-MATH-102949 | Einführung in die geometrische Maßtheorie                               | 6 LP |
| M-MATH-102950 | Kombinatorik                                                            | 8 LP |
| M-MATH-102952 | L2-Invarianten                                                          | 5 LP |
| M-MATH-102953 | Algebraische Topologie II                                               | 8 LP |
| M-MATH-102954 | Gruppenwirkungen in der Riemannschen Geometrie                          | 5 LP |
| M-MATH-102955 | Advanced Inverse Problems: Nonlinearity and Banach Spaces               | 5 LP |
| M-MATH-102956 | Vorhersagen: Theorie und Praxis                                         | 8 LP |
| M-MATH-102957 | Extremale Graphentheorie                                                | 4 LP |
| M-MATH-102959 | Homotopietheorie                                                        | 8 LP |
| M-MATH-103259 | Verzweigungstheorie                                                     | 5 LP |
| M-MATH-103260 | Mathematische Methoden der Bildgebung                                   | 5 LP |
| M-MATH-103251 | Aspekte der Geometrischen Analysis                                      | 4 LP |
| M-MATH-104054 | Quantifizierung von Unsicherheiten                                      | 4 LP |
| M-MATH-104055 | Ruintheorie                                                             | 4 LP |
| M-MATH-104057 | Schlüsselmomente der Geometrie                                          | 5 LP |
| M-MATH-104058 | Bildverarbeitung mit Methoden der numerischen linearen Algebra          | 6 LP |
| M-MATH-104059 | Mathematische Themen in der kinetischen Theorie                         | 4 LP |
| M-MATH-103527 | Grundlagen der Kontinuumsmechanik                                       | 3 LP |
| M-MATH-103539 | Nichtlineare Analysis                                                   | 8 LP |
| M-MATH-103700 | Exponentielle Integratoren                                              | 6 LP |

|               |                                                                                        |      |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| M-MATH-103709 | Numerische Lineare Algebra für das wissenschaftliche Rechnen auf Hochleistungsrechnern | 5 LP |
| M-MATH-103919 | Einführung in die kinetische Theorie                                                   | 4 LP |
| M-MATH-104261 | Lie Gruppen und Lie Algebren                                                           | 8 LP |
| M-MATH-104349 | Bott-Periodizität                                                                      | 5 LP |
| M-MATH-104425 | Dispersive Gleichungen                                                                 | 6 LP |
| M-MATH-104435 | Ausgewählte Themen der harmonischen Analysis                                           | 3 LP |
| M-MATH-104827 | Fourier-Analyse und ihre Anwendungen auf PDG                                           | 6 LP |
| M-MATH-103540 | Randelementmethoden                                                                    | 8 LP |
| M-MATH-105066 | Nichtlineare Maxwellgleichungen                                                        | 8 LP |
| M-MATH-105101 | Einführung in die homogene Dynamik                                                     | 6 LP |
| M-MATH-105093 | Variationsmethoden                                                                     | 8 LP |
| M-MATH-105324 | Harmonische Analysis                                                                   | 8 LP |
| M-MATH-105325 | Splittingverfahren für Evolutionsgleichungen                                           | 6 LP |
| M-MATH-105326 | Nichtlineare Wellengleichungen                                                         | 4 LP |
| M-MATH-105327 | Numerische Simulation in der Moleküldynamik                                            | 8 LP |
| M-MATH-105331 | Einführung in aperiodische Ordnung                                                     | 3 LP |
| M-MATH-105432 | Diskrete dynamische Systeme                                                            | 3 LP |
| M-MATH-105463 | Strukturelle Graphentheorie                                                            | 4 LP |
| M-MATH-105487 | Topologische Datenanalyse                                                              | 6 LP |
| M-MATH-105579 | Steinsche Methode mit statistischen Anwendungen                                        | 4 LP |
| M-MATH-105636 | Analytische und numerische Homogenisierung                                             | 6 LP |
| M-MATH-105649 | Fraktale Geometrie                                                                     | 6 LP |
| M-MATH-105650 | Einführung in die Strömungslehre                                                       | 3 LP |
| M-MATH-105651 | Anwendungen von topologischer Datenanalyse                                             | 4 LP |
| M-MATH-105837 | Introduction to Kinetic Equations                                                      | 3 LP |
| M-MATH-105838 | Introduction to Microlocal Analysis                                                    | 3 LP |
| M-MATH-105839 | Lie-Algebren (Lineare Algebra 3)                                                       | 8 LP |
| M-MATH-105840 | Statistisches Lernen                                                                   | 8 LP |
| M-MATH-105897 | Selected Methods in Fluids and Kinetic Equations                                       | 3 LP |
| M-MATH-105931 | Metrische Geometrie                                                                    | 8 LP |
| M-MATH-105964 | Introduction to Convex Integration                                                     | 3 LP |
| M-MATH-105966 | Raum- und Zeitdiskretisierung nichtlinearer Wellengleichungen                          | 6 LP |
| M-MATH-105973 | Translationsflächen                                                                    | 8 LP |
| M-MATH-106045 | Einführung in Stochastische Differentialgleichungen                                    | 4 LP |
| M-MATH-106052 | Zufällige Graphen und Netzwerke                                                        | 8 LP |
| M-MATH-106053 | Stochastische Simulation                                                               | 5 LP |
| M-MATH-106063 | Numerische komplexe Analysis                                                           | 6 LP |
| M-MATH-106064 | Topologische Genomik                                                                   | 3 LP |
| M-MATH-106328 | Bayes'sche inverse Probleme und deren Verbindungen zum maschinellen Lernen             | 4 LP |
| M-MATH-106401 | Einführung in die Strömungsmechanik                                                    | 6 LP |
| M-MATH-106466 | Riemannsche Flächen                                                                    | 8 LP |
| M-MATH-106473 | Ergodentheorie                                                                         | 8 LP |
| M-MATH-106485 | Funktionale Datenanalyse                                                               | 4 LP |
| M-MATH-106486 | Harmonische Analysis 2                                                                 | 8 LP |
| M-MATH-106591 | Einführung in die dynamischen Systeme                                                  | 6 LP |
| M-MATH-106632 | Kurven auf Flächen                                                                     | 3 LP |
| M-MATH-106640 | Modellierung und Simulation von Lithium-Ionen Batterien                                | 4 LP |
| M-MATH-106664 | Streutheorie für zeitabhängige Wellen                                                  | 6 LP |
| M-MATH-106667 | Geometrische Variationsprobleme                                                        | 8 LP |
| M-MATH-106666 | Minimalflächen                                                                         | 3 LP |

|                |                                                                                         |       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| M-MATH-106663  | <b>Halbgruppentheorie für die Navier-Stokes-Gleichungen</b>                             | 6 LP  |
| M-MATH-106696  | <b>Regularität für elliptische Operatoren</b>                                           | 6 LP  |
| M-MATH-106695  | <b>Numerische Analysis von Neuronalen Netzen</b>                                        | 6 LP  |
| M-MATH-106682  | <b>Numerische Verfahren für oszillatorische Differentialgleichungen</b>                 | 8 LP  |
| M-MATH-106776  | <b>Komplexe Geometrie neu</b>                                                           | 6 LP  |
| M-MATH-106822  | <b>Fortgeschrittene Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungen neu</b> | 3 LP  |
| M-FORUM-106753 | <b>Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft neu</b>                    | 16 LP |
| M-INFO-106102  | <b>Logical Foundations of Cyber-Physical Systems neu</b>                                | 6 LP  |

## 3 Module

### M

### 3.1 Modul: Adaptive Finite Elemente Methoden [M-MATH-102900]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 6               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                   |      |         |
|---------------------|---------------------------------------------------|------|---------|
| T-MATH-105898       | <a href="#">Adaptive Finite Elemente Methoden</a> | 6 LP | Dörfler |

#### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.

#### Voraussetzungen

Keine

#### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- die Notwendigkeit adaptiver Methoden darstellen
- die grundlegenden Methoden, Techniken und Algorithmen der Behandlung elliptischer Randwertprobleme mit Adaptiven Finiten Elementen erklären
- verschiedene Ansätze zur Fehlerschätzung wiedergeben
- einfache Randwertaufgaben mit Adaptiven Finiten Elementen numerisch lösen

#### Inhalt

- Notwendigkeit adaptiver Methoden
- Residuenfehlerschätzer
- Aspekte der Implementierung
- Optimalität der adaptiven Methode
- Funktionalfehlerschätzer
- hp-Finite Elemente

#### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

#### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

#### Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse in Finite Element Methoden, in einer Programmiersprache und der Analysis von Randwertproblemen werden dringend empfohlen. Kenntnisse in Funktionalanalysis werden empfohlen.

**M****3.2 Modul: Advanced Inverse Problems: Nonlinearity and Banach Spaces [M-MATH-102955]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Rieder  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 5               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                           |      |        |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-105927       | <a href="#">Advanced Inverse Problems: Nonlinearity and Banach Spaces</a> | 5 LP | Rieder |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen kennen Regularisierungsverfahren für nichtlineare schlecht-gestellte Probleme in Hilbert- und Banach-Räumen und können die zugrunde liegenden analytischen sowie numerischen Aspekte erörtern. Sie können darüber hinaus die konzeptionellen Unterschiede von Regularisierungsverfahren in Hilbert- und Banach-Räumen bestimmen.

**Inhalt**

Inexakte Newton-Verfahren in Hilbert-Räumen,  
 Approximative Inverse in Banach-Räumen,  
 Tikhonov-Regularisierung mit konvexem Strafterm,  
 Kaczmarz-Newton Verfahren in Banach-Räumen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Inverse Probleme, Funktionalanalysis

**M****3.3 Modul: Algebra [M-MATH-101315]****Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                         |      |                 |
|---------------------|-------------------------|------|-----------------|
| T-MATH-102253       | <a href="#">Algebra</a> | 8 LP | Kühnlein, Sauer |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.)

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- wesentliche Konzepte der Algebra nennen und erörtern,
- den Aufbau der Galoistheorie nachvollziehen und ihre Aussagen auf konkrete Fragestellungen anwenden,
- grundlegende Resultate über Bewertungsringe und ganze Ringerweiterungen nennen und zueinander in Beziehung setzen,
- und sind darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit im Bereich Algebra zu schreiben

**Inhalt**

- **Körper:** algebraische Körpererweiterungen, Galoistheorie, Einheitswurzeln und Kreisteilung, Lösen von Gleichungen durch Radikale
- **Bewertungen:** Beträge, Bewertungsringe
- **Ringtheorie:** Tensorprodukt von Moduln, ganze Ringerweiterungen, Normalisierung, noethersche Ringe, Hilbertscher Basissatz

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Das Modul "Einführung in Algebra und Zahlentheorie" sollte bereits belegt worden sein.

**M****3.4 Modul: Algebraische Geometrie [M-MATH-101724]****Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                        |      |                    |
|---------------------|----------------------------------------|------|--------------------|
| T-MATH-103340       | <a href="#">Algebraische Geometrie</a> | 8 LP | Herrlich, Kühnlein |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtpflichtprüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventen und Absolventinnen können

- grundlegende Konzepte der Theorie der algebraischen Varietäten nennen und erörtern,
- Hilfsmittel aus der Algebra, insbesondere der Theorie der Polynomringe, auf geometrische Fragestellungen anwenden,
- wichtige Resultate der klassischen algebraischen Geometrie erläutern und auf Beispiele anwenden,
- und sind darauf vorbereitet, Forschungsarbeiten aus der algebraischen Geometrie zu lesen und eine Abschlussarbeit in diesem Bereich zu schreiben.

**Inhalt**

- Hilbertscher Nullstellensatz
- affine und projektive Varietäten
- Morphismen und rationale Abbildungen
- nichtsinguläre Varietäten
- algebraische Kurven
- Satz von Riemann-Roch

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:

Einführung in Algebra und Zahlentheorie

Algebra

**M****3.5 Modul: Algebraische Topologie [M-MATH-102948]****Verantwortung:** Prof. Dr. Roman Sauer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                        |      |                 |
|---------------------|----------------------------------------|------|-----------------|
| T-MATH-105915       | <a href="#">Algebraische Topologie</a> | 8 LP | Krannich, Sauer |

**Erfolgskontrolle(n)**

Schriftliche Prüfung im Umfang von 120 min.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- können topologische Invarianten grundlegender Beispierräume berechnen
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten

**Inhalt**

- Grundlegende homotopietheoretische Begriffe
- Beispiele von Invarianten der algebraischen Topologie (z.B. Fundamentalgruppe oder singuläre Homologie)

**Zusammensetzung der Modulnote**

Notenbildung: Die Modulnote ist die Note der Modulprüfung.

**Anmerkungen**

Wird jedes 4. Semester angeboten, jeweils im Sommersemester.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Elementare Geometrie" werden empfohlen.

**M****3.6 Modul: Algebraische Topologie II [M-MATH-102953]****Verantwortung:** Prof. Dr. Roman Sauer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                           |      |       |
|---------------------|-------------------------------------------|------|-------|
| T-MATH-105926       | <a href="#">Algebraische Topologie II</a> | 8 LP | Sauer |

**Erfolgskontrolle(n)**

Schriftliche Prüfung im Umfang von 120 min.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- können die Kohomologieringe grundlegender Beispielsräume berechnen,
- beherrschen grundlegende Techniken der homologischen Algebra,
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten

**Inhalt**

- Singuläre Kohomologie
- Produktstrukturen in der Kohomologie
- Universelle Koeffiziententheoreme der homologischen Algebra
- Poincare Dualität

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Prüfung.

**Anmerkungen**

Turnus: Alle zwei Jahre.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module „Einführung in die Geometrie und Topologie“ bzw. „Elementare Geometrie“ und "Algebraische Topologie" werden empfohlen.

**M****3.7 Modul: Algebraische Zahlentheorie [M-MATH-101725]****Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                            |      |                    |
|---------------------|--------------------------------------------|------|--------------------|
| T-MATH-103346       | <a href="#">Algebraische Zahlentheorie</a> | 8 LP | Herrlich, Kühnlein |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.)

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- verstehen grundlegende Strukturen und Denkweisen der Algebraischen Zahlentheorie,
- erkennen die Bedeutung der abstrakten Begriffsbildungen für konkrete Fragestellungen,
- sind grundsätzlich in der Lage, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und eine Abschlussarbeit auf dem Gebiet der Algebraischen Zahlentheorie zu schreiben.

**Inhalt**

- Algebraische Zahlkörper: Ganzheitsringe, Minkowskitheorie, Klassengruppe und Dirichletscher Einheitsensatz
- Erweiterung von Zahlkörpern: Verzweigungstheorie, Galoistheoretische Fragestellungen
- Lokale Körper: Satz von Ostrowski, Bewertungstheorie, Lemma von Hensel, Erweiterungen lokaler Körper
- Analytische Methoden: Dirichletreihen, Dedekindsche Zetafunktionen und L-Reihen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls „Algebra“ werden dringend empfohlen.

**M****3.8 Modul: Analytische und numerische Homogenisierung [M-MATH-105636]****Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Roland Maier**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch/Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                            |      |                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------|------|------------------|
| T-MATH-111272       | <a href="#">Analytische und numerische Homogenisierung</a> | 6 LP | Hochbruck, Maier |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine.

**Qualifikationsziele**

Thema der Vorlesung sind numerische Verfahren für Mehrskalenprobleme, welche beispielhaft für elliptische Probleme vorgestellt werden. Absolventinnen und Absolventen kennen die analytischen Grundlagen für die Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen von Mehrskalenproblemen sowie grundlegende Resultate der Homogenisierungstheorie. Zusätzlich kennen sie Verfahren und Techniken zur numerischen Approximation der Mehrskalen- und der homogenisierten Lösung. Sie sind in der Lage, die Konvergenz dieser Verfahren zu analysieren und die Vor- und Nachteile der einzelnen Ansätze zu beurteilen.

**Inhalt**

- Analytische Grundlagen (grundlegende Resultate der Analysis für elliptische partielle Differentialgleichungen und der Homogenisierungstheorie)
- Approximation der homogenisierten Lösung (z.B. Heterogene Mehrskalenmethode)
- Approximation der Multiskalenlösung (z.B. Localized Orthogonal Decomposition)

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**

Nur falls alle Teilnehmenden Deutsch sprechen, wird die Vorlesung auf Deutsch gehalten.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse über gewöhnliche und/oder partielle Differentialgleichungen werden empfohlen. Das Modul "Numerische Methoden für Differentialgleichungen" sollte besucht worden sein. Funktionalanalytische Grundlagen sind hilfreich.

**M****3.9 Modul: Anwendungen von topologischer Datenanalyse [M-MATH-105651]****Verantwortung:** Dr. Andreas Ott**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                            |      |     |
|---------------------|------------------------------------------------------------|------|-----|
| T-MATH-111290       | <a href="#">Anwendungen von topologischer Datenanalyse</a> | 4 LP | Ott |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Qualifikationsziele: Absolventinnen und Absolventen

- verstehen grundlegende Konzepte der topologischen Datenanalyse und können diese auf Praxisbeispiele anwenden;
- kennen Algorithmen zur Berechnung von persistenter Homologie und können diese auf einem Computer implementieren;
- kennen konkrete Anwendungsbeispiele von topologischer Datenanalyse und können diese erklären;
- haben einen Überblick über die aktuelle Fachliteratur zur topologischen Datenanalyse.

**Inhalt**

- Wiederholung der Definition von persistenter Homologie
- konkrete praktische Anwendungsbeispiele von persistenter Homologie in den Naturwissenschaften, z.B. Mutationen des Coronavirus SARS-CoV-2
- Einführung in das Softwarepaket Ripser zur Berechnung von persistenter Homologie
- praktische Programmierbeispiele
- weitere Methoden aus der topologischen Datenanalyse, wie z.B. der Mapper-Algorithmus
- Anwendungsbeispiele für den Mapper-Algorithmus

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

- Grundkenntnisse in Linearer Algebra und Analysis.
- Grundkenntnisse in algebraischer Topologie im Umfang der Vorlesung "Topological Data Analysis".
- Quereinstieg ist möglich und erwünscht! Die Vorlesung "Topological Data Analysis" eignet sich zum Selbststudium und ist auf ILIAS abrufbar.

**M****3.10 Modul: Aspekte der Geometrischen Analysis [M-MATH-103251]****Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Lamm**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
 4

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Level**  
 4

**Version**  
 1

| Pflichtbestandteile |                                                    |      |      |
|---------------------|----------------------------------------------------|------|------|
| T-MATH-106461       | <a href="#">Aspekte der Geometrischen Analysis</a> | 4 LP | Lamm |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

- Die Studierenden haben einen Einblick gewonnen in Themen der Geometrischen Analysis.
- Sie können erlernte Beweismethoden der Geometrischen Analysis anwenden und erklären.

**Inhalt**

Klassische und/oder aktuelle Forschungsthemen der Geometrischen Analysis, z.B.

- Geometrische Evolutionsgleichungen,
- Geometrische Variationsprobleme,
- Minimalflächentheorie,
- Regularität von geometrischen Objekten,
- Isoperimetrisches Problem,
- Spektraltheorie auf Mannigfaltigkeiten.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**

neu ab SS 2017

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

- Elementare Geometrie
- Klassische Methoden partieller Differentialgleichungen
- Funktionalanalysis

**M****3.11 Modul: Astroteilchenphysik I [M-PHYS-102075]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin  
Prof. Dr. Kathrin Valerius

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** **Experimentalphysik (Experimentalphysik)**

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Sprache  | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|----------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                              |      |                   |
|---------------------|------------------------------|------|-------------------|
| T-PHYS-102432       | <b>Astroteilchenphysik I</b> | 8 LP | Drexlin, Valerius |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden sollen eingeführt werden in die Grundbegriffe der Astroteilchenphysik. Die Vorlesung vermittelt sowohl die theoretischen Konzepte wie auch die experimentellen Methoden dieses neuen dynamischen Arbeitsfeldes an der Schnittstelle von Elementarteilchenphysik, Kosmologie und Astrophysik. Die Studierenden lernen anhand konkreter Fallbeispiele aus der aktuellen Forschung die Konzepte zu verstehen und werden befähigt, die erlernten Methoden eigenständig anzuwenden.

**Methodenkompetenzerwerb:**

- Verständnis der Grundlagen der experimentellen Astroteilchenphysik
- Erkenntnis von methodischen Querverbindungen zur Elementarteilchenphysik, Astrophysik und Kosmologie
- Erwerb der Fähigkeit, ein aktuelles Forschungsthema eigenständig sowie im Team darzustellen
- Erwerb der Fähigkeit, die Konzepte und experimentellen Methoden in der Masterarbeit umzusetzen

**Inhalt**

Die behandelten Themengebiete umfassen eine allgemeine Einführung in das Arbeitsgebiet mit seinen fundamentalen Fragestellungen, theoretischen Konzepten und experimentellen Methoden. Entsprechend den sehr unterschiedlichen Energieskalen (meV – 1020 eV) der Astroteilchenphysik gliedert sich die Vorlesung in eine Diskussion der Prozesse im thermischen (niedrige Energien) und nichtthermischen (hohe Energien) Universum. Einen besonderen Schwerpunkt der Vorlesung bildet eine umfassende Darstellung von modernen experimentellen Techniken, z.B. bei der Suche nach sehr seltenen Prozessen. Darauf aufbauend wird im zweiten Teil der Vorlesung eine umfassende Einführung in das „dunkle Universum“ und die Suche nach Dunkler Materie gegeben.

Die Vorlesung ist Grundlage von weiteren Vorlesungen zu diesem Thema (Astroteilchenphysik II).

**Arbeitsaufwand**

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180 Stunden)

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse aus der Vorlesung „Kerne und Teilchen“

**Lehr- und Lernformen**

Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

**Literatur**

- Donald Perkins, Particle Astrophysics (Oxford University Press, 2. Auflage, 2009)
- Claus Grupen, Astroparticle Physics (Springer, 2005)
- Lars Bergström & Ariel Goobar, Cosmology and Particle Astrophysics (Wiley, 2. Auflage, 2006)
- Malcolm Longair, High Energy Astrophysics (Cambridge University Press, 3. Auflage, 2011)

**M****3.12 Modul: Ausgewählte Themen der harmonischen Analysis [M-MATH-104435]****Verantwortung:** Prof. Dr. Dirk Hundertmark**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                              |      |             |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|------|-------------|
| T-MATH-109065       | <a href="#">Ausgewählte Themen der harmonischen Analysis</a> | 3 LP | Hundertmark |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung mit einer Dauer von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden sind mit den Konzepten der singulären Integraloperatoren und den gewichteten Ungleichungen der harmonischen Analysis vertraut. Sie kennen die Beziehungen zwischen dem BMO-Raum und den Muckenhoupt-Gewichten. Sie sind auch in der Lage dyadische Zerlegungsoperatoren zu verwenden, um Abschätzungen für Calderon-Zygmund-Operatoren zu erhalten.

**Inhalt**

- Calderon-Zygmund- und singuläre Integral-operatoren
- BMO-Raum und Muckenhoupt-Gewichte  $A_p$
- Umgekehrte Hölderungleichung und Produktzerlegung der  $A_p$ -Gewichte
- Extrapolationstheorie und Ungleichungen für gewichtete Normen der singulären Integraloperatoren

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein: Measure theory, Lebesgue spaces, Fourier transform, Distributions and Functional Analysis

**M****3.13 Modul: Banachalgebren [M-MATH-102913]****Verantwortung:** PD Dr. Gerd Herzog**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
 3

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Level**  
 4

**Version**  
 1

| Pflichtbestandteile |                                |      |        |
|---------------------|--------------------------------|------|--------|
| T-MATH-105886       | <a href="#">Banachalgebren</a> | 3 LP | Herzog |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Aussagen der Theorie der Banachalgebren nennen, erörtern und anwenden,
- spezifische Techniken der Idealtheorie, der Spektraltheorie und des Funktionalkalküls in Banachalgebren gebrauchen.

**Inhalt**

1. Banach- und Operatoralgebren
2. Multiplikative lineare Funktionale
3. Spektrum und Resolvente
4. Kommutative Banachalgebren
5. Corona Theorem
6. Funktionalkalkül in Banachalgebren
7.  $B^*$ -Algebren
8. Geordnete Banachalgebren

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Kenntnisse der Funktionentheorie (z.B. aus Analysis 4) werden empfohlen.

**M****3.14 Modul: Batterien und Brennstoffzellen [M-ETIT-100532]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ulrike Krewer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Elektrotechnik / Informationstechnik \(Elektrotechnik / Informationstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
5**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
2**Pflichtbestandteile**

|               |                                                |      |        |
|---------------|------------------------------------------------|------|--------|
| T-ETIT-100983 | <a href="#">Batterien und Brennstoffzellen</a> | 5 LP | Krewer |
|---------------|------------------------------------------------|------|--------|

**Erfolgskontrolle(n)**

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

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

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

**Inhalt**

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

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

1. Präsenzzeit Vorlesung:  $15 \cdot 2 \text{ h} = 30 \text{ h}$
2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung:  $15 \cdot 6 \text{ h} = 90 \text{ h}$
3. Präsenzzeit Übung:  $5 \cdot 2 \text{ h} = 10 \text{ h}$
4. Vor- und Nachbereitungszeit Übung:  $5 \cdot 4 \text{ h} = 20 \text{ h}$
5. Klausurvorbereitung und Präsenz in selbiger: in Vor- und Nachbereitungszeit verrechnet.

Insgesamt: 150 h = 5 LP

**M****3.15 Modul: Bayes'sche inverse Probleme und deren Verbindungen zum maschinellen Lernen [M-MATH-106328]****Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Sebastian Krumscheid**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                                                            |      |            |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|
| T-MATH-112842       | <a href="#">Bayes'sche inverse Probleme und deren Verbindungen zum maschinellen Lernen</a> | 4 LP | Krumscheid |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

After completing the module's classes and the exam, students will be familiar with the theory of inverse problems. They will be able to apply the Bayesian framework to a given inverse problem and assess the well-posedness of the Bayesian posterior. In addition, students will be able to describe the basics of several solution methods for accessing the Bayesian posterior, including approximation and machine-learning techniques, and their limitations. Finally, they will be able to name and discuss essential theoretical concepts for Bayesian inversion in Banach spaces and describe the suitable sampling-based solution techniques. In particular, the course prepares students to write a thesis in the field of Uncertainty Quantification.

**Inhalt**

The course offers an introduction to the subject of statistical inversion, where, in its most basic form, the goal is to study how to estimate model parameters from data. We will introduce mathematical concepts and computational tools for systematically treating these inverse problems in a Bayesian framework, including an assessment of how uncertainties affect the solution. In the first part of the course, we will study the Bayesian framework for finite-dimensional inverse problems. While the first part will introduce some machine-learning ideas, the second part will address how machine learning is impacting, and has the potential to impact further on, the subject of inverse problems. In the final part of the course, we will generalize the Bayesian inverse problem theory to a Banach space setting and discuss sampling strategies for accessing the Bayesian posterior.

Topics covered include:

- Bayesian Inverse Problems and Well-Posedness
- The Linear-Gaussian Setting
- Optimization Perspective on Bayesian Inverse Problems
- Gaussian Approximation
- Markov Chain Monte Carlo
- Blending Inverse Problems and Machine-Learning
- Bayesian Inversion in Banach spaces

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module 'M-MATH-101321 - Einführung in die Stochastik' und 'M-MATH-103214 – Numerische Mathematik 1+2' sowie 'M-MATH-106053 – Stochastic Simulation' werden empfohlen.

**M****3.16 Modul: Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft [M-FORUM-106753]**

**Verantwortung:** Dr. Christine Mielke  
Christine Myglas

**Einrichtung:** Zentrale Einrichtungen/Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM)

**Bestandteil von:** [Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Dauer      | Sprache | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------|------------|---------|-------|---------|
| 16              | Zehntelnoten | Jedes Semester | 3 Semester | Deutsch | 4     | 1       |

**Wahlinformationen**

Die im Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft erworbenen Leistungen werden von den Studierenden selbstständig im Studienablaufplan verbucht. Im Campus-Management-System werden diese Leistungen durch das FORUM (ehemals ZAK) zunächst als „nicht zugeordnete Leistungen“ verbucht. Anleitungen zur Selbstverbuchung von Leistungen finden Sie in den FAQ unter <https://campus.studium.kit.edu/> sowie auf der Homepage des ZAK unter <https://www.zak.kit.edu/begleitstudium-wtg.php>. Prüfungstitel und Leistungspunkte der verbuchten Leistung überschreiben die Platzhalter-Angaben im Modul.

Sofern Sie Leistungen des FORUM für die Überfachlichen Qualifikationen und das Begleitstudium nutzen wollen, ordnen Sie diese unbedingt zuerst den Überfachlichen Qualifikationen zu und wenden sich für eine Verbuchung im Begleitstudium an das Sekretariat Lehre des FORUM ([stg@zak.kit.edu](mailto:stg@zak.kit.edu)).

Im Vertiefungsbereich können Leistungen in den drei Gegenstandsbereichen "Über Wissen und Wissenschaft", "Wissenschaft in der Gesellschaft" und "Wissenschaft in gesellschaftlichen Debatten" abgelegt werden. Es wird empfohlen, in der Vertiefungseinheit aus jedem der drei Gegenstandsbereiche Veranstaltungen zu absolvieren.

Für die Selbstverbuchung im Vertiefungsbereich ist zunächst eine freie Teilleistung zu wählen. Die Titel der Platzhalter haben dabei *keine* Auswirkung darauf, welche Leistungen des Begleitstudiums dort zugeordnet werden können!

| Pflichtbestandteile                                                                              |                                                                                                                                                                   |      |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|
| T-FORUM-113578                                                                                   | <a href="#">Ringvorlesung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft - Selbstverbuchung</a>                                                        | 2 LP | Mielke, Myglas |
| T-FORUM-113579                                                                                   | <a href="#">Grundlagenseminar Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft - Selbstverbuchung</a>                                                    | 2 LP | Mielke, Myglas |
| Vertiefungseinheit Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft (Wahl: mind. 12 LP) |                                                                                                                                                                   |      |                |
| T-FORUM-113580                                                                                   | <a href="#">Wahlpflicht Vertiefung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft / Über Wissen und Wissenschaft - Selbstverbuchung</a>                | 3 LP | Mielke, Myglas |
| T-FORUM-113581                                                                                   | <a href="#">Wahlpflicht Vertiefung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft / Wissenschaft in der Gesellschaft - Selbstverbuchung</a>            | 3 LP | Mielke, Myglas |
| T-FORUM-113582                                                                                   | <a href="#">Wahlpflicht Vertiefung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft / Wissenschaft in gesellschaftlichen Debatten - Selbstverbuchung</a> | 3 LP | Mielke, Myglas |
| Pflichtbestandteile                                                                              |                                                                                                                                                                   |      |                |
| T-FORUM-113587                                                                                   | <a href="#">Anmeldung zur Zertifikatsausstellung - Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft</a>                                                  | 0 LP | Mielke, Myglas |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrollen sind im Rahmen der jeweiligen Teilleistung erläutert.

Sie können bestehen aus:

- Protokollen
- Reflexionsberichten
- Referaten
- Präsentationen
- Ausarbeitung einer Projektarbeit
- einer individuellen Hausarbeit
- einer mündlichen Prüfung
- einer Klausur

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Begleitstudiums erhalten die Absolvierenden ein benotetes Zeugnis und ein Zertifikat, die vom FORUM ausgestellt werden.

**Voraussetzungen**

Das Angebot ist studienbegleitend und muss nicht innerhalb eines definierten Zeitraums abgeschlossen werden. Für alle Erfolgskontrollen der Module des Begleitstudiums ist eine Immatrikulation erforderlich.

Die Teilnahme am Begleitstudium wird durch § 3 der Satzung geregelt. Die Anmeldung zum Begleitstudium erfolgt für KIT-Studierende durch Wahl dieses Moduls im Studierendenportal und Selbstverbuchung einer Leistung. Die Anmeldung zu Lehrveranstaltungen, Erfolgskontrollen und Prüfungen ist in § 8 der Satzung geregelt und ist in der Regel kurz vor Semesterbeginn möglich.

Vorlesungsverzeichnis, Modulbeschreibung (Modulhandbuch), Satzung (Studienordnung) und Leitfäden zum Erstellen der verschiedenen schriftlichen Leistungsanforderungen sind als Download auf der Homepage des FORUM unter <https://www.zak.kit.edu/begleitstudium-wtg> zu finden.

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen des Begleitstudiums Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft weisen ein fundiertes Grundlagenwissen über das Verhältnis zwischen Wissenschaft, Öffentlichkeit, Wirtschaft und Politik auf und eignen sich praktische Fertigkeiten an, die sie auf den Umgang mit Medien, auf die Politikberatung oder das Forschungsmanagement vorbereiten sollen. Um Innovationen anzustoßen, gesellschaftliche Prozesse mitgestalten und in den Dialog mit Politik und Gesellschaft treten zu können, erhalten die Teilnehmenden Einblicke in disziplinäre sozial- und geisteswissenschaftliche Auseinandersetzungen mit dem Gegenstand Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft und lernen, interdisziplinär zu denken. Ziel der Lehre im Begleitstudium ist es deshalb, dass Teilnehmende neben ihren fachspezifischen Kenntnissen auch erkenntnistheoretische, wirtschafts-, sozial-, kulturwissenschaftliche sowie psychologische Perspektiven auf wissenschaftliche Erkenntnis sowie ihre Verarbeitung in Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Öffentlichkeit erwerben. Sie können die Folgen ihres Handelns an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Gesellschaft als Studierende, Forschende und spätere Entscheidungstragende ebenso wie als Individuum und Teil der Gesellschaft auf Basis ihrer disziplinären Fachausbildung und der fachübergreifenden Lehre im Begleitstudium einschätzen und abwägen.

Teilnehmende können die im Begleitstudium gewählten vertiefenden Inhalte in den Grundlagenkontext einordnen sowie die Inhalte der gewählten Lehrveranstaltungen selbständig und exemplarisch analysieren, bewerten und sich darüber in schriftlicher und mündlicher Form wissenschaftlich äußern. Absolventinnen und Absolventen können gesellschaftliche Themen- und Problemfelder analysieren und in einer gesellschaftlich verantwortungsvollen und nachhaltigen Perspektive kritisch reflektieren.

**Inhalt**

Das Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft kann ab dem 1. Fachsemester begonnen werden und ist zeitlich nicht eingeschränkt. Das breite Angebot an Lehrveranstaltungen des FORUM ermöglicht es, das Studium in der Regel innerhalb von drei Semestern abzuschließen. Das Begleitstudium umfasst 16 oder mehr Leistungspunkte (LP). Es besteht aus zwei Einheiten: Grundlageneinheit (4 LP) und Vertiefungseinheit (12 LP).

Die Vertiefungseinheit gliedert sich in 3 thematische Gegenstandsbereiche:

**Gegenstandsbereich 1: Über Wissen und Wissenschaft**

Hier geht es um die Innenperspektive von Wissenschaft: Studierende beschäftigen sich mit der Entstehung von Wissen, mit der Unterscheidung von wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Aussagen (z. B. Glaubenssätze, Pseudowissenschaftliche Aussagen, ideologische Aussagen), mit den Voraussetzungen, Zielen und Methoden der Wissensgenerierung. Dabei beleuchten Studierende zum Beispiel den Umgang Forschender mit den eigenen Vorurteilen im Erkenntnisprozess, analysieren die Struktur wissenschaftlicher Erklärungs- und Prognosemodelle in einzelnen Fachdisziplinen oder lernen die Mechanismen der wissenschaftlichen Qualitätssicherung kennen.

Nach dem Besuch der Lehrveranstaltungen im Bereich „Wissen und Wissenschaft“ sind Studierende in der Lage, Ideal und Wirklichkeit der gegenwärtigen Wissenschaft sachkundig zu reflektieren, zum Beispiel anhand der Fragen: Wie robust ist wissenschaftliches Wissen? Was können Vorhersagemodelle leisten, was können sie nicht leisten? Wie gut funktioniert die Qualitätssicherung in der Wissenschaft und wie kann sie verbessert werden? Welche Arten von Fragen kann Wissenschaft beantworten, welche Fragen kann sie nicht beantworten?

**Gegenstandsbereich 2: Wissenschaft in der Gesellschaft**

Hier geht es um Wechselwirkungen zwischen Wissenschaft und verschiedenen Gesellschaftsbereichen – zum Beispiel um die Frage, wie wissenschaftliches Wissen in gesellschaftliche Willensbildungsprozesse und wie gesellschaftliche Ansprüche in die wissenschaftliche Forschung einfließen. Studierende lernen die spezifischen Funktionslogiken unterschiedlicher Gesellschaftsbereiche kennen und lernen auf dieser Grundlage abzuschätzen, wo es zu Ziel- und Handlungskonflikten in Transferprozessen kommt – zum Beispiel zwischen der Wissenschaft und der Wirtschaft, der Wissenschaft und der Politik oder der Wissenschaft und dem Journalismus. Typische Fragen in diesem Gegenstandsbereich sind: Wie und unter welchen Bedingungen entsteht aus einer wissenschaftlichen Entdeckung eine Innovation? Wie läuft wissenschaftliche Politikberatung ab? Wie beeinflussen Wirtschaft und Politik die Wissenschaft und wann ist das problematisch? Nach welchen Kriterien greifen Journalisten wissenschaftliche Erkenntnisse in der Medienberichterstattung auf? Woher kommt Wissenschaftsfeindlichkeit und wie kann gesellschaftliches Vertrauen in Wissenschaft gestärkt werden?

Nach dem Besuch von Lehrveranstaltungen im Gegenstandsbereich „Wissenschaft in der Gesellschaft“ können Studierende die Handlungsziele und Handlungsrestriktionen von Akteuren in unterschiedlichen Gesellschaftsbereichen verstehen und einschätzen. Dies soll sie im Berufsleben in die Lage versetzen, die unterschiedlichen Perspektiven von Kommunikations- und Handlungspartnern in Transferprozessen einzunehmen und kompetent an verschiedenen gesellschaftlichen Schnittstellen zur Forschung zu agieren.

**Gegenstandsbereich 3: Wissenschaft in gesellschaftlichen Debatten**

Die Lehrveranstaltungen im Gegenstandsbereich geben Einblicke in aktuelle Debatten zu gesellschaftlichen Großthemen wie Nachhaltigkeit, Digitalisierung/Künstliche Intelligenz oder Geschlechtergerechtigkeit/soziale Gerechtigkeit/Bildungschancen. Öffentliche Debatten mit komplexen Herausforderungen verlaufen häufig polarisiert und begünstigen Vereinfachungen, Diffamierungen oder ideologisches Denken. Dies kann sachgerechte gesellschaftliche Lösungsfindungsprozesse erheblich erschweren und Menschen vom politischen Prozess sowie von der Wissenschaft entfremden. Auseinandersetzungen um eine nachhaltige Entwicklung sind hiervon in besonderer Weise betroffen, weil sie eine besondere Breite wissenschaftlichen und technologischen Wissens berühren – dies sowohl bei den Problemdiagnosen (z. B. Verlust der Biodiversität, Klimawandel, Ressourcenverbrauch) als auch bei der Entwicklung von Lösungsoptionen (z. B. Naturschutz, CCS, Kreislaufwirtschaft).

Durch den Besuch von Lehrveranstaltungen im Gegenstandsbereich „Wissenschaft in gesellschaftlichen Debatten“ sollen Studierende im Umgang mit Sachdebatten anwendungsorientiert geschult werden – im Austausch von Argumenten, im Umgang mit eigenen Vorurteilen, im Umgang mit widersprüchlichen Informationen usw. Sie erfahren, dass Sachdebatte häufig tiefer und differenzierter geführt werden können als das in Teilen der Öffentlichkeit häufig der Fall ist. Dies soll sie befähigen, sich auch im Berufsleben möglichst unabhängig von eigenen Vorurteilen und offen für differenzierte und faktenreiche Argumente sich mit konkreten Sachfragen zu beschäftigen.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Gesamtnote des Begleitstudiums errechnet sich als ein mit Leistungspunkten gewichteter Durchschnitt der Noten der Prüfungsleistungen, die in der Vertiefungseinheit erbracht wurden.

### Anmerkungen

Klimawandel, Biodiversitätskrise und Antibiotikaresistenzen, Künstliche Intelligenz, Carbon Capture and Storage und Genschere – Wissenschaft und Technologie können zur Diagnose und Bewältigung zahlreicher gesellschaftlicher Probleme und globaler Herausforderungen beitragen. Inwieweit wissenschaftliche Ergebnisse in Politik und Gesellschaft Berücksichtigung finden, hängt von zahlreichen Faktoren ab, etwa vom Verständnis und Vertrauen der Menschen, von wahrgenommenen Chancen und Risiken von ethischen, sozialen oder juristischen Aspekten usw.

Damit Studierende sich als Entscheidungstragende von morgen mit ihren Sachkenntnissen konstruktiv an der Lösung gesellschaftlicher und globaler Herausforderungen beteiligen können, möchten wir sie befähigen, an den Schnittstellen zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik kompetent und reflektiert zu navigieren.

Dazu erwerben sie im Begleitstudium Grundwissen über die Wechselwirkungen zwischen Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft.

Sie lernen

- wie verlässliches wissenschaftliches Wissen entstehen kann,
- wie gesellschaftliche Erwartungen und Ansprüche wissenschaftliche Forschung beeinflussen

und

- wie wissenschaftliches Wissen gesellschaftlich aufgegriffen, diskutiert und verwertet wird.

Zu diesen Fragestellungen integriert das Begleitstudium grundlegende Erkenntnisse aus der Psychologie, der Philosophie, Wirtschafts-, Sozial- und Kulturwissenschaft.

Nach dem Abschluss des Begleitstudiums können die Studierenden die Inhalte ihres Fachstudiums in einen weiteren gesellschaftlichen Kontext einordnen. Dies bildet die Grundlage dafür, dass sie als Entscheidungsträger von morgen kompetent und reflektiert an den Schnittstellen zwischen Wissenschaft und verschiedenen Gesellschaftsbereichen – wie der Politik, der Wirtschaft oder dem Journalismus – navigieren und sich versiert etwa in Innovationsprozesse, öffentliche Debatten oder die politische Entscheidungsfindung einbringen.

Es können auch weitere LP (Ergänzungsleistungen) z.B. bereits erworbene Leistungspunkte aus einer überfachlichen Leistung, im Umfang von höchstens 12 LP aus dem Begleitstudienangebot erworben werden. Auf Antrag werden die Ergänzungsleistungen in das Zeugnis des Begleitstudiums aufgenommen, als Ergänzungsleistungen gekennzeichnet und mit den nach § 9 vorgesehenen Noten gelistet. Diese Ergänzungsleistungen gehen jedoch **nicht** in die Festsetzung der Gesamtnote des Begleitstudiums ein.

Es gilt die Satzung zum Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft .

### Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand setzt sich aus der Stundenanzahl von Grundlagen- und Vertiefungseinheit zusammen:

- Grundlageneinheit ca. 120 h
- Vertiefungseinheit ca. 390 h
- > Summe: ca. 510 h

In Form von Ergänzungsleistungen können bis zu ca. 390 h Arbeitsaufwand hinzukommen.

### Empfehlungen

Es wird empfohlen, das Begleitstudium in drei oder mehr Semestern zu absolvieren und mit der Ringvorlesung des Begleitstudiums Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft im Sommersemester zu beginnen. Alternativ kann im Wintersemester mit dem Besuch des Grundlagenseminars begonnen werden und anschließend im Sommersemester die Ringvorlesung besucht werden. Parallel können bereits Veranstaltungen aus der Vertiefungseinheit absolviert werden.

Es wird zudem empfohlen, in der Vertiefungseinheit aus jedem der drei Gegenstandsbereiche Veranstaltungen zu absolvieren.

### Lehr- und Lernformen

- Vorlesungen
- Seminare/Projektseminare
- Workshops

**M****3.17 Modul: Berufspraktikum [M-MATH-102861]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
PD Dr. Markus Neher

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** **Berufspraktikum**

**Leistungspunkte**  
10

**Notenskala**  
best./nicht best.

**Turnus**  
Jedes Semester

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                 |       |                |
|---------------------|-----------------|-------|----------------|
| T-MATH-105888       | Berufspraktikum | 10 LP | Dörfler, Neher |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Studentin, der Student muss sich vor Antritt des Berufspraktikums eine Prüferin, einen Prüfer nach § 18 Abs. 2 SPO suchen und sich das Berufspraktikum genehmigen lassen. Das Berufspraktikum ist abgeschlossen, wenn eine mindestens achtwöchige Tätigkeit nachgewiesen wird, der Bericht abgegeben (ca. 10-20 Seiten) und die Kurzpräsentation (ca. 15 min.) gehalten wurde. Das Berufspraktikum geht nicht in die Gesamtnote ein.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Absolventinnen und Absolventen können sich in ein praxisrelevantes, komplexes Thema selbständig einarbeiten und ihre im Studium erworbenen Kenntnisse in neuen und unvertrauten Situationen anwenden. Sie beherrschen die dafür erforderlichen wissenschaftlichen Methoden und Verfahren, setzen diese korrekt an, passen sie an und entwickeln sie weiter. Sie besitzen die Fähigkeit in einem Team zu arbeiten und erhöhen ihre kommunikative Kompetenz.

**Inhalt**

Nach §14 a SPO soll das Berufspraktikum in einem Gebiet abgeleistet werden, das der Studentin, dem Studenten eine Anschauung von der Verzahnung mathematischer und technischer Sichtweisen bzw. eine Anschauung von berufspraktischer Tätigkeit im Bereich der Wirtschaftsmathematik vermittelt.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Entfällt, da unbenotet.

**M****3.18 Modul: Bildverarbeitung mit Methoden der numerischen linearen Algebra [M-MATH-104058]****Verantwortung:** PD Dr. Volker Grimm**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1**Pflichtbestandteile**

|               |                                                                                |      |       |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| T-MATH-108402 | <a href="#">Bildverarbeitung mit Methoden der numerischen linearen Algebra</a> | 6 LP | Grimm |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|------|-------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können wesentliche Konzepte der Bildverarbeitung mit Methoden der numerischen linearen Algebra nennen und deren effiziente Implementierung umsetzen.

**Inhalt**

- Lineare Modelle optischer Apparate
- Punktantwort, Filter und diskrete Faltung
- Strukturierte Matrizen und schnelle Transformationen
- Große, schlecht konditionierte Gleichungssysteme
- Krylov-Verfahren, Vorkonditionierung
- Diverse Anwendungsbeispiele

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**M****3.19 Modul: Biopharmazeutische Aufbereitungsverfahren [M-CIWVT-103065]****Verantwortung:** Prof. Dr. Jürgen Hubbuch**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                           |      |         |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|------|---------|
| T-CIWVT-106029      | <a href="#">Biopharmazeutische Aufbereitungsverfahren</a> | 6 LP | Hubbuch |

**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von ca. 120 Minuten (Gesamtprüfung im nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO).  
 Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Prozessentwicklung biopharmazeutischer Aufbereitungsprozesse

**Inhalt**

Detaillierte Diskussion biopharmazeutischer Aufbereitungsprozesse

**Zusammensetzung der Modulnote**

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

**Lehr- und Lernformen**

- 22705 - Biopharmazeutische Aufbereitungsverfahren, 3V
- 22706 - Übung zu Biopharmazeutische Aufbereitungsverfahren, 1Ü

**Literatur**

Vorlesungsskript



## 3.20 Modul: Bott-Periodizität [M-MATH-104349]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 5               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                   |      |           |
|---------------------|-----------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-108905       | <a href="#">Bott-Periodizität</a> | 5 LP | Tuschmann |

### Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung mit einer Dauer von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- können wesentliche Konzepte der Bott-Periodizität nennen und erörtern,
- die behandelten Beweise dazu nachvollziehen und die Beweisideen wiedergeben,
- die Aussagen der Bott-Periodizität auf konkrete Fragestellungen anwenden,
- sind auf eigenständige Forschung, Abschlussarbeiten und weiterführende Seminare im Gebiet der Differentialtopologie und Differentialgeometrie vorbereitet.

### Inhalt

Die komplexe und die reelle Bott-Periodizität zählen zu den fundamentalen und wichtigsten Ergebnissen der Mathematik.

Es gibt davon sehr viele "Gesichter" in Geometrie, Topologie, Algebra und Funktionalanalysis, die alle miteinander zusammenhängen.

Deswegen existieren auch viele Beweise, von denen in der Vorlesung die folgenden Zugänge behandelt werden sollen:

Morsetheorie auf Schleifenräumen der klassischen Lie-Gruppen,

Analysis von Klebfunktionen für Vektorbündel,

algebraische Bott-Periodizität für Clifford-Algebren,

Kohomologieringe der klassischen Lie-Gruppen, ihrer klassifizierenden Räume und ihrer Schleifenräume,

sowie Fredholm-Operatoren und Bott-Periodizität für  $C^*$ -Algebren.

Bott-Periodizität verbindet also sehr viele Spezialgebiete der Mathematik und ist dadurch sehr reizvoll und interessant.

In der Vorlesung werden die nötigen Grundlagen und Beweisideen übersichtsartig behandelt,

wobei viele Details und Anwendungen in den Übungen vertieft werden können.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse in algebraischer Topologie, Differentialtopologie und Differentialgeometrie.

**M****3.21 Modul: Brownsche Bewegung [M-MATH-102904]****Verantwortung:** Prof. Dr. Nicole Bäuerle**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
 4

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Level**  
 4

**Version**  
 1

| Pflichtbestandteile |                                    |      |                               |
|---------------------|------------------------------------|------|-------------------------------|
| T-MATH-105868       | <a href="#">Brownsche Bewegung</a> | 4 LP | Bäuerle, Fasen-Hartmann, Last |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 20 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- Eigenschaften der Brownschen Bewegung nennen, erklären und begründen,
- die Brownsche Bewegung zur Modellierung von stochastischen Phänomenen anwenden,
- spezifische probabilistische Techniken gebrauchen,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

**Inhalt**

- Existenz und Konstruktion der Brownschen Bewegung
- Pfadeigenschaften der Brownschen Bewegung
- Starke Markov-Eigenschaft der Brownschen Bewegung mit Anwendungen
- Skorokhod Darstellungssätze mithilfe der Brownschen Bewegung

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen.



## 3.22 Modul: Compressive Sensing [M-MATH-102935]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Rieder

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                     |      |        |
|---------------------|-------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-105894       | <a href="#">Compressive Sensing</a> | 5 LP | Rieder |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können die Ideen des Compressive Sensing erläutern und Anwendungsgebiete nennen. Die grundlegenden Algorithmen können sie anwenden, vergleichen und ihr Konvergenzverhalten analysieren.

### Inhalt

- Was ist Compressive Sensing und wo kommt es zum Einsatz
- Dünnbesetzte Lösungen unterbestimmter Gleichungssysteme
- Grundlegende Algorithmen
- Restricted Isometry Property
- Dünnbesetzte Lösungen unterbestimmter Gleichungssysteme mit Zufallsmatrizen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Das Modul "Einführung in die Stochastik" wird empfohlen.

**M****3.23 Modul: Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab [M-MATH-106634]**

**Verantwortung:** PD Dr. Gudrun Thäter  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

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

| Pflichtbestandteile |                                                                 |      |                |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|------|----------------|
| T-MATH-113373       | <a href="#">Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab</a> | 4 LP | Krause, Thäter |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Studierenden fertigen für ihr Abschlussprojekt eine schriftliche Ausarbeitung im Umfang von in der Regel 10-15 Seiten an, die benotet wird.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden können über die eigene Fachdisziplin hinaus Probleme gemeinsam modellieren und auf Hochleistungsrechnern simulieren. Sie haben eine kritische Distanz zu Ergebnissen und deren Darstellung erworben. Sie können die Ergebnisse der Projekte im Disput verteidigen. Sie haben die Bedeutung von Stabilität, Konvergenz und Parallelität von numerischen Verfahren aus eigener Erfahrung verstanden und sind in der Lage, Fehler aus der Modellbildung, der Approximation, der Berechnung und in der Darstellung zu bewerten.

**Inhalt**

**Vorlesungsanteil:** Einführung in Modellbildung und Simulationen, Wiederholung zugehöriger numerischer Verfahren, Einführung in zugehörige Software und Hochleistungsrechner-Hardware

**Eigene Gruppenarbeit:** Bearbeitung von 1-2 Projekten in denen Modellbildung, Diskretisierung, Simulation und Auswertung (z.B. Visualisierung) für konkrete Themen aus dem Katalog durchgeführt werden. Der Katalog umfasst z.B: Diffusionsprozesse, Turbulente Strömungen, Mehrphasen-Strömungen, Reaktive Strömungen, Partikeldynamik, Optimale Kontrolle und Optimierung unter Nebenbedingungen, Stabilisierungsverfahren für advektionsdominierte Transportprobleme.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Abschlussprojekts.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung der Projekte und Ausarbeitungen anfertigen
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse in der Analysis von Randwertproblemen und in numerischen Methoden für Differentialgleichungen werden empfohlen. Kenntnisse in einer Programmiersprache werden dringend empfohlen.



## 3.24 Modul: Computergrafik [M-INFO-100856]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Carsten Dachsbacher

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** Informatik

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                           |      |             |
|---------------------|---------------------------|------|-------------|
| T-INFO-101393       | Computergrafik            | 6 LP | Dachsbacher |
| T-INFO-104313       | Übungen zu Computergrafik | 0 LP | Dachsbacher |

### Erfolgskontrolle(n)

Siehe Teilleistung.

### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

### Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte und Algorithmen der Computergrafik, können diese analysieren und implementieren und für Anwendungen in der Computergrafik einsetzen. Die erworbenen Kenntnisse ermöglichen einen erfolgreichen Besuch weiterführender Veranstaltungen im Vertiefungsgebiet Computergrafik.

### Inhalt

Diese Vorlesung vermittelt grundlegende Algorithmen der Computergrafik, Farbmodelle, Beleuchtungsmodelle, Bildsynthese-Verfahren (Ray Tracing, Rasterisierung), Transformationen und Abbildungen, Texturen und Texturierungstechniken, Grafik-Hardware und APIs (z.B. OpenGL), geometrisches Modellieren und Dreiecksnetze.

### Arbeitsaufwand

Präsenzzeit = 60h

Vor-/Nachbereitung = 90h

Klausurvorbereitung = 30h

### Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

**M****3.25 Modul: Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme [M-MATH-102883]****Verantwortung:** Prof. Dr. Michael Plum**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Level**  
 4

**Version**  
 1

| Pflichtbestandteile |                                                                                           |      |      |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| T-MATH-105854       | <a href="#">Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme</a> | 8 LP | Plum |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen kennen am Ende des Moduls die Grundlagen computerunterstützter analytischer Methoden zum Nachweis der Existenz und zur Einschließung von Lösungen von Rand- und Eigenwertproblemen, sowie die Bedeutung solcher Methoden als Ergänzung zu anderen (rein analytischen) Methoden.

**Inhalt**

Formulierung von nichtlinearen Randwertproblemen als Nullstellen- und als Fixpunkt-Problem. Nachweis der Voraussetzungen eines geeigneten Fixpunktsatzes mit computerunterstützten Methoden: Explizite Sobolev-Ungleichungen, Eigenwertschranken mittels variationeller Charakterisierungen, Intervall-Arithmetik

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

- Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen
- Rand- und Eigenwertprobleme
- Funktionalanalysis

**M****3.26 Modul: Deep Learning und Neuronale Netze [M-INFO-104460]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Jan Niehues  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** **Informatik**

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                   |      |         |
|---------------------|-----------------------------------|------|---------|
| T-INFO-109124       | Deep Learning und Neuronale Netze | 6 LP | Niehues |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

- Die Studierenden sollen den Aufbau und die Funktion verschiedener Typen von neuronalen Netzen lernen.
- Die Studierenden sollen die Methoden zum Training der verschiedenen Netze lernen, sowie ihre Anwendung auf Probleme.
- Die Studierenden sollen die Anwendungsgebiete der verschiedenen Netztypen erlernen.
- Gegeben ein konkretes Szenario sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, den geeigneten Typ eines neuronalen Netzes auswählen zu können.

**Inhalt**

Dieses Modul führt ein die Verwendung von Neuronalen Netzen zur Lösung verschiedener Fragestellungen im Bereich des Maschinellen Lernens, etwa der Klassifikation, Prediktion, Steuerung oder Inferenz. Verschiedene Typen von Neuronalen Netzen werden dabei behandelt und ihre Anwendungsgebiete an Hand von Beispielen aufgezeigt.

**Arbeitsaufwand**

180h.

**Empfehlungen**

Der vorherige erfolgreiche Abschluss des Stamm-Moduls „Kognitive Systeme“ wird empfohlen.

**M****3.27 Modul: Der Poisson-Prozess [M-MATH-102922]****Verantwortung:** Prof. Dr. Günter Last**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
5**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                     |      |                                             |
|---------------------|-------------------------------------|------|---------------------------------------------|
| T-MATH-105922       | <a href="#">Der Poisson-Prozess</a> | 5 LP | Fasen-Hartmann, Hug, Last, Nestmann, Winter |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtpfprüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden kennen wichtige Eigenschaften des Poisson-Prozesses. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den probabilistischen Methoden und Resultaten, die unabhängig vom zugrunde liegenden Phasenraum sind. Die Studierenden verstehen die zentrale Rolle des Poisson-Prozesses als spezieller Punktprozess und als zufälliges Maß.

Die Studierenden können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

**Inhalt**

- Der Poissonprozess als spezieller Punktprozess
- Die multivariate Mecke-Gleichung
- Überlagerungen, Markierungen und Verdünnungen
- Charakterisierungen des Poissonprozesses
- Stationäre Punkt- und Poissonprozesse
- Balancierende Allokationen und der räumliche Gale-Shapley Algorithmus
- Der zusammengesetzte Poissonprozess
- Wiener-Ito Integrale
- Fockraum-Darstellung

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls Wahrscheinlichkeitstheorie werden empfohlen.



## 3.28 Modul: Differentialgeometrie [M-MATH-101317]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilderich Tuschmann

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                       |      |           |
|---------------------|---------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-102275       | <a href="#">Differentialgeometrie</a> | 8 LP | Tuschmann |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung von 120 Minuten Dauer.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- können grundlegende Aussagen und Techniken der modernen Differentialgeometrie näher erörtern und anwenden,
- sind mit exemplarischen Anwendungen der Differentialgeometrie vertraut,
- können weiterführende Seminare und Vorlesungen im Bereich der Differentialgeometrie und Topologie besuchen.

### Inhalt

- Mannigfaltigkeiten
- Tensoren
- Riemannsche Metriken
- Lineare Zusammenhänge
- Kovariante Ableitung
- Parallelverschiebung
- Geodätische
- Krümmungstensor und Krümmungsbegriffe

Optional:

- Bündel
- Differentialformen
- Satz von Stokes

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

### Anmerkungen

Wird erstmalig im Sommersemester 2018 stattfinden.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Module "Einführung in Geometrie" und "Topologie" bzw. "Elementare Geometrie" sollten bereits belegt worden sein.

**M****3.29 Modul: Diskrete dynamische Systeme [M-MATH-105432]****Verantwortung:** PD Dr. Gerd Herzog**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
 3

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Sprache**  
 Deutsch

**Level**  
 4

**Version**  
 1

| Pflichtbestandteile |                             |      |        |
|---------------------|-----------------------------|------|--------|
| T-MATH-110952       | Diskrete dynamische Systeme | 3 LP | Herzog |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Aussagen der Theorie diskreter dynamischer Systeme nennen, erörtern und anwenden,
- die Bedeutung dynamischer Systeme an Hand von Beispielen erläutern,
- spezifische Techniken der topologischen Dynamik beschreiben und gebrauchen.

**Inhalt**

1. Diskrete dynamische Systeme
2. Chaotische dynamische Systeme
3. Nichtexpansive Abbildungen
4. Der Satz von Fürstenberg und Weiss
5. Zelluläre Automaten
6. (Schwach) mischende dynamische Systeme
7. Dynamik linearer Operatoren

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Grundlagen der Funktionentheorie (z.B. aus Analysis 4) und der Funktionalanalysis sind empfohlen.

**M****3.30 Modul: Dispersive Gleichungen [M-MATH-104425]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 6               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                        |      |         |
|---------------------|----------------------------------------|------|---------|
| T-MATH-109001       | <a href="#">Dispersive Gleichungen</a> | 6 LP | Reichel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 20 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- die wesentlichen Eigenschaften dispersiver partieller Differentialgleichungen erkennen und anhand von Beispielen erläutern.
- die besonderen Schwierigkeiten von dispersiven Gleichungen benennen.
- Techniken verwenden, um am Beispiel der nichtlinearen Schrödingergleichung das Kurz- und Langzeitverhalten von Lösungen zu beschreiben.
- die Stabilität von Solitärwellen analysieren.
- das Konzept von Erhaltungsgrößen nachvollziehen und für konkrete Beispielen erläutern.

**Inhalt**

- Strichartzabschätzungen, Soboleveinbettungen und Erhaltungssätze
- Wohlgestelltheitsresultate
- Langzeitverhalten von Lösungen (Virial- und Morawetzidentitäten)
- orbitale Stabilität von Solitärwellen (variationelle Beschreibung und Konzentrationskompaktheit)
- Energieerhaltung (invariante Transmissionskoeffizienten)

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Kurses 'Funktionalanalysis' werden empfohlen.



### 3.31 Modul: Dynamische Systeme [M-MATH-103080]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                    |      |         |
|---------------------|------------------------------------|------|---------|
| T-MATH-106114       | <a href="#">Dynamische Systeme</a> | 8 LP | Reichel |

#### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 30 min).

#### Voraussetzungen

keine

#### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- die Bedeutung Dynamischer Systeme an Hand von Beispielen erläutern,
- die Konzepte eines zeitdiskreten und zeitkontinuierlichen dynamischen Systems zueinander in Beziehung setzen,
- wichtige Methoden zur Analyse dynamischer Systeme beschreiben und mit ihrer Hilfe das asymptotische Verhalten von Lösungen in der Nähe von Gleichgewichten für verschiedene dynamische Systeme analysieren,
- das Verhalten invarianter Mengen unter Diskretisierung beschreiben.

#### Inhalt

- Beispiele endlich- und unendlich-dimensionaler Dynamischer Systeme
- Fixpunkte, periodische Orbits, Limesmengen
- Invariante Mengen
- Attraktoren
- Ober- und Unterhalbstetigkeit von Attraktoren
- Stabile und instabile Mannigfaltigkeiten
- Zentrumsmannigfaltigkeiten

#### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

#### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

#### Empfehlungen

Das Modul 'Funktionalanalysis' wird empfohlen.

**M****3.32 Modul: Echtzeitsysteme [M-INFO-100803]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Längle**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** Informatik**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                 |      |        |
|---------------------|-----------------|------|--------|
| T-INFO-101340       | Echtzeitsysteme | 6 LP | Längle |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

- Der Student versteht grundlegende Verfahren, Modellierungen und Architekturen von Echtzeitsystemen am Beispiel der Automatisierungstechnik mit Messen, Steuern und Regeln und kann sie anwenden.
- Er kann einfache zeitkontinuierliche und zeitdiskrete PID-Regelungen modellieren und entwerfen sowie deren Übertragungsfunktion und deren Stabilität berechnen.
- Er versteht grundlegende Rechnerarchitekturen und Hardwaresysteme für Echtzeit- und Automatisierungssysteme.
- Er kann Rechnerarchitekturen für Echtzeitsysteme mit Mikrorechnersystemen und mit Analog- und Digitalschnittstellen zum Prozess entwerfen und analysieren.
- Der Student versteht die grundlegenden Problemstellungen wie Rechtzeitigkeit, Gleichzeitigkeit und Verfügbarkeit in der Echtzeitprogrammierung und Echtzeitkommunikation und kann die Verfahren synchrone, asynchrone Programmierung und zyklische zeitgesteuerte und unterbrechungsgesteuerte Steuerungsverfahren anwenden.
- Der Student versteht die grundlegenden Modelle und Methoden von Echtzeitbetriebssystemen wie Schichtenmodelle, Taskmodelle, Taskzustände, Zeitparameter, Echtzeitscheduling, Synchronisation und Verklemmungen, Taskkommunikation, Modelle der Speicher- und Ausgabeverwaltung sowie die Klassifizierung und Beispiele von Echtzeitsystemen.
- Er kann kleine Echtzeitsoftwaresysteme mit mehreren synchronen und asynchronen Tasks verklemmungsfrei entwerfen.
- Er versteht die Grundkonzepte der Echtzeitmiddleware sowie der sicherheitskritischen Systeme
- Der Student versteht die grundlegenden Echtzeit-Problemstellungen in den Anwendungsbereichen Sichtprüfsysteme, Robotersteuerung und Automobil

**Inhalt**

Es werden die grundlegenden Prinzipien, Funktionsweisen und Architekturen von Echtzeitsystemen vermittelt. Einführend werden die grundlegenden Rechnerarchitekturen (Mikrorechner, Mikrokontroller, Signalprozessoren, Parallelbusse) dargestellt. Echtzeitkommunikation wird am Beispiel verschiedener Feldbusse eingeführt. Es werden weiterhin die grundlegenden Methoden der Echtzeitprogrammierung (synchrone und asynchrone Programmierung), der Echtzeitbetriebssysteme (Taskkonzept, Echtzeitscheduling, Synchronisation, Ressourcenverwaltung) sowie der Echtzeit-Middleware dargestellt. Hierauf aufbauend wird die Thematik der Hardwareschnittstellen zwischen Echtzeitsystem und Prozess vertieft. Danach werden grundlegende Methoden für Modellierung und Entwurf von diskreten Steuerungen und zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten Regelungen für die Automation von technischen Prozessen behandelt. Abgeschlossen wird die Vorlesung durch das Thema der sicherheitskritischen Systeme sowie den drei Anwendungsbeispielen Sichtprüfsysteme, Robotersteuerung und Automobil.

**Arbeitsaufwand**

(4 SWS + 1,5 x 4 SWS) x 15 + 15 h Klausurvorbereitung = 165/30 = 5,5 LP ~ 6 LP.

**M****3.33 Modul: Einführung in aperiodische Ordnung [M-MATH-105331]****Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Hartnick**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
Zusatzleistungen**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                    |      |          |
|---------------------|----------------------------------------------------|------|----------|
| T-MATH-110811       | <a href="#">Einführung in aperiodische Ordnung</a> | 3 LP | Hartnick |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- kennen klassische Beispiele für periodische und aperiodische Pflasterungen
- sind in der Lage, mittels der Modellkonstruktion aperiodische Pflasterungen in allgemeinen metrischen Räumen zu konstruieren
- kennen die für das Studium von Pflasterungen wichtigen Hilfsmittel aus der Theorie der dynamischen Systeme und ihre Anwendungen innerhalb der Theorie
- verstehen, wie sich Diffraction mathematisch modellieren lässt, und wie man Quasikristalle anhand ihres Diffraktionsbilds von Kristallen unterscheiden kann
- sind darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit im Grenzbereich zwischen Geometrie, Stochastik und harmonischer Analysis zu schreiben.

**Inhalt**

- Hintergrund über lokalkompakte Gruppen
- Delone-Mengen in metrischen Räumen und assoziierte Pflasterungen
- Beispiele für periodische und aperiodische Delone-Mengen
- Approximative Gitter und approximative Gruppen
- Modulräume und dynamische Systeme von Delone-Mengen
- Periodische und aperiodische invariante Punktprozesse
- Modellmengen und Diffractionstheorie
- Existenz von Modellen und Meyerscher Einbettungssatz

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**M****3.34 Modul: Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen [M-MATH-102889]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
Prof. Dr. Tobias Jahnke

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | 4     | 2       |

| Pflichtbestandteile |                                                             |      |                                             |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|
| T-MATH-105837       | <a href="#">Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen</a> | 8 LP | Dörfler, Hochbruck, Jahnke, Rieder, Wieners |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- die Verzahnung aller Aspekte des Wissenschaftlichen Rechnens an einfachen Beispielen entwickeln: von der Modellbildung über die algorithmische Umsetzung bis zur Stabilitäts- und Fehleranalyse.
- Konzepte der Modellierung mit Differentialgleichungen erklären
- Einfache Anwendungsbeispiele algorithmisch umsetzen, den Code evaluieren und die Ergebnisse darstellen und diskutieren.

**Inhalt**

- Numerische Methoden für Anfangswertaufgaben, Randwertaufgaben und Anfangsrandwertaufgaben (Finite Differenzen, Finite Elemente)
- Modellierung mit Differentialgleichungen
- Algorithmische Umsetzung von Anwendungsbeispielen
- Präsentation der Ergebnisse wissenschaftlicher Rechnungen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**

3 Stunden Vorlesung und 3 Stunden Praktikum

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module "Numerische Mathematik 1 und 2", "Numerische Methoden für Differentialgleichungen" sowie "Programmieren: Einstieg in die Informatik und algorithmische Mathematik" werden dringend empfohlen.

**M****3.35 Modul: Einführung in die dynamischen Systeme [M-MATH-106591]****Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch/Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                       |      |                  |
|---------------------|-------------------------------------------------------|------|------------------|
| T-MATH-113263       | <a href="#">Einführung in die dynamischen Systeme</a> | 6 LP | de Rijk, Reichel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 min.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls

- können Studierende die Bedeutung dynamischer Systeme an Hand von Beispielen erläutern;
- haben Studierende verschiedene Werkzeuge erworben, um die Existenz spezieller Lösungen zu zeigen und die lokale Dynamik in der Nähe von diesen Lösungen zu beschreiben;
- beherrschen Studierende Techniken zur Beschreibung des globalen Verhaltens verschiedener dynamischen Systeme;
- können Studierende diverse Bifurkationen erkennen und erklären, wie diese das Verhalten des Systems ändern;
- kennen Studierende eine Vorgehensweise, um chaotisches Verhalten in bestimmten dynamischen Systemen zu zeigen.

**Inhalt**

- Flüsse
- Abstrakte dynamische Systeme
- Ljapunov-Funktionen
- Invariante Mengen
- Limesmengen und Attraktoren
- Hartman-Grobman-Theorem
- Satz von der lokalen (in)stabilen Mannigfaltigkeit
- Poincaré-Bendixson-Theorem
- Periodische Orbits und Floquet-Theorie
- Exponentielle Dichotomien
- Melnikov-Funktionen
- Lins Methode
- Hamiltonsche Systeme
- Liénard Systeme
- Bifurkationen
- Chaos
- Fenichel-Theorie
- Zentrumsmanigfaltigkeiten
- Semilineare Evolutionsgleichungen als dynamische Systeme

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Folgende Module werden dringend empfohlen: Analysis 1-2 und Lineare Algebra 1-2. Das Modul Analysis 4 wird empfohlen.



### 3.36 Modul: Einführung in die geometrische Maßtheorie [M-MATH-102949]

**Verantwortung:** PD Dr. Steffen Winter

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                           |      |        |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-105918       | <a href="#">Einführung in die geometrische Maßtheorie</a> | 6 LP | Winter |

#### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 20 Minuten.

#### Voraussetzungen

Keine

#### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- kennen grundlegende Aussagen und Beweistechniken der geometrischen Maßtheorie,
- sind mit exemplarischen Anwendungen von Methoden der geometrischen Maßtheorie vertraut und wenden diese an,
- können reflexiv und selbstorganisiert arbeiten.

#### Inhalt

- Maß und Integral
- Überdeckungssätze
- Hausdorff-Maße
- Differentiation von Maßen
- Lipschitzfunktionen und Rektifizierbarkeit
- Flächen- und Koflächenformel
- Ströme
- Anwendungen

#### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

#### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung



### 3.37 Modul: Einführung in die homogene Dynamik [M-MATH-105101]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Hartnick

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 6               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                    |      |          |
|---------------------|----------------------------------------------------|------|----------|
| T-MATH-110323       | <a href="#">Einführung in die homogene Dynamik</a> | 6 LP | Hartnick |

#### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (20 min.).

#### Voraussetzungen

Keine

#### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- kennen zentrale Beispiele für dynamische Systeme aus den Bereichen Analysis, Geometrie und Zahlentheorie
- können wesentliche Konzepte der Ergodentheorie nennen und erörtern und auf diese Beispiele anwenden
- sind grundsätzlich in der Lage, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und eine Abschlussarbeit auf dem Gebiet der Ergodentheorie zu schreiben.

#### Inhalt

- Grundlegende Konzepte dynamischer Systeme
- Rekurrenz, Ergodensätze, stark und schwach mischende Systeme
- Invariante Maße, ergodische Zerlegung und generische Punkte für Wirkungen lokalkompakter Gruppen
- Beispiele: Flüsse, Nilrotationen, geodätischer und Horozykel-Fluss auf hyperbolischen Flächen
- Anwendungen: Gitterpunktzahlen in affinen Varietäten

#### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

#### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

#### Empfehlungen

Die Inhalte des Moduls "Funktionalanalysis" werden dringend empfohlen. Grundkenntnisse in Gruppentheorie, Maßtheorie und Topologie werden empfohlen.



### 3.38 Modul: Einführung in die kinetische Theorie [M-MATH-103919]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Martin Frank

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                      |      |       |
|---------------------|------------------------------------------------------|------|-------|
| T-MATH-108013       | <a href="#">Einführung in die kinetische Theorie</a> | 4 LP | Frank |

#### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtpfprüfung (ca. 30 min.)

#### Voraussetzungen

Keine

#### Qualifikationsziele

After successfully taking part in the module's classes and exams, students have gained knowledge and abilities as described in the "Inhalt" section. Specifically, Students know common means of mesoscopic and macroscopic description of particle systems. Furthermore, students are able to describe the basics of multiscale methods, such as the asymptotic analysis and the method of moments. Students are able to apply numerical methods to solve engineering problems related to particle systems. They can name the assumptions that are needed to be made in the process. Students can judge whether specific models are applicable to the specific problem and discuss their results with specialists and colleagues.

#### Inhalt

- From Newton's equations to Boltzmann's equation
- Rigorous derivation of the linear Boltzmann equation
- Properties of kinetic equations (existence & uniqueness, H theorem)
- The diffusion limit
- From Boltzmann to Euler & Navier-Stokes
- Method of Moments
- Closure techniques
- Selected numerical methods

#### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

#### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

#### Empfehlungen

Partial Differential Equations, Functional Analysis

**M****3.39 Modul: Einführung in die Kosmologie [M-PHYS-102175]****Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [Experimentalphysik \(Experimentalphysik\)](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                              |      |         |
|---------------------|----------------------------------------------|------|---------|
| T-PHYS-102384       | <a href="#">Einführung in die Kosmologie</a> | 6 LP | Drexlin |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden sollen eingeführt werden in die Grundbegriffe der Kosmologie. Die Vorlesung vermittelt hierbei sowohl die theoretischen Konzepte wie auch einen Überblick über moderne experimentelle Methoden und Beobachtungstechniken. Die Studierenden werden anhand von konkreten Fallbeispielen aus der modernen Kosmologie in die Lage versetzt, die Konzepte zu verstehen und werden befähigt, die erlernten Methoden im Rahmen späterer eigenständiger Forschung anzuwenden.

*Methodenkompetenzerwerb:*

- Verständnis der Grundlagen der Kosmologie
- Erkenntnis von methodischen Querverbindungen zur Elementarteilchenphysik und Astroteilchenphysik
- Erwerb der Fähigkeit, sich in aktuelle Forschungsthemen eigenständig einzuarbeiten als Vorbereitung zur Masterarbeit

**Inhalt**

Die Vorlesung bietet eine Einführung in die moderne Kosmologie, die in den letzten Jahren durch den Einsatz modernster Technologien (Planck-Satellit, Galaxiendurchmusterungen wie z.B. 2dF und SDSS) und begleitender rechenintensiver Simulationen (Millennium) einen enormen Aufschwung genommen hat. Die Vielzahl an Beobachtungen hat zur Aufstellung eines sog. Konkordanz-Modells der Kosmologie geführt, in dem die Beiträge der Dunklen Energie und der Dunklen Materie die Entwicklung von großräumigen Strukturen im Universum dominieren.

Ausgehend von einer Beschreibung des frühen Universums mit den Stützpfeilern der Big Bang Theorie (Hubble-Expansion, Nukleosynthese, kosmische Hintergrundstrahlung) und den dabei auftretenden Phasenübergängen und Symmetriebrechungen wird die Entstehung und Evolution von großräumigen Strukturen im Universum bis zum heutigen „dunklen Universum“ diskutiert (Vergleich von „top-down“ mit „bottom-up“ Modellen). Besonderes Augenmerk liegt dabei auf einer eingehenden Darstellung modernster experimenteller Techniken und Analysemethoden, die breiten Eingang in weite Bereiche der Physik gefunden haben.

Die Vorlesung vermittelt damit ein kohärentes Abbild der modernen Kosmologie und diskutiert grundlegende Fragen auch auf Nachbardisziplinen wie Teilchenphysik und Astrophysik und kann daher mit anderen Vorlesungen aus dem Bereich der Experimentellen Astroteilchenphysik und Experimentellen Teilchenphysik ergänzt werden.

**Arbeitsaufwand**

180 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (45 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (135 Stunden)

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse aus Vorlesung „Kerne und Teilchen“

**Literatur**

Wird in der Vorlesung genannt.

**M****3.40 Modul: Einführung in die Strömungslehre [M-MATH-105650]****Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                                                  |      |         |
|---------------------|--------------------------------------------------|------|---------|
| T-MATH-111297       | <a href="#">Einführung in die Strömungslehre</a> | 3 LP | Reichel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

The main aim of this lecture is to introduce students to mathematical fluid dynamics. In particular, by the end of the course students will be able to

- discuss and explain the various formulations of the Euler equations and when these formulations are equivalent,
- state major theorems and their relation,
- discuss weak formulations, existence and uniqueness results.

**Inhalt**

Mathematical description and analysis of fluid dynamics:

- physical motivation of the incompressible Euler and Navier-Stokes equations,
- Vorticity-Stream formulation and Eulerian and Lagrangian coordinates,
- Local existence theory and energy methods,
- Weak solutions and the Beale-Kato-Majda criterion.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Kurse "Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen" oder "Rand- und Eigenwertprobleme" werden empfohlen.

**M****3.41 Modul: Einführung in die Strömungsmechanik [M-MATH-106401]****Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Xian Liao**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Sprache**  
 Englisch

**Level**  
 4

**Version**  
 1

| Pflichtbestandteile |                                                     |      |      |
|---------------------|-----------------------------------------------------|------|------|
| T-MATH-112927       | <a href="#">Einführung in die Strömungsmechanik</a> | 6 LP | Liao |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 25 min.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- die wesentlichen Formulierungen der partiellen Differentialgleichungen in der Strömungsmechanik erkennen und anhand von Beispielen erläutern;
- Techniken verwenden, um am Beispiel der Euler- sowie Navier-Stokes-Gleichungen die schwache- und starke Lösungen zu beschreiben;
- die besonderen Schwierigkeiten im drei-dimensionalen Fall benennen;
- das Konzept von Stratifikation nachvollziehen und für konkrete Beispielen erläutern.

**Inhalt**

- Ableitung von Modellen, Modellierung
- Euler Gleichungen, Navier-Stokes-Gleichungen
- Biot-Savart-Gesetz, Leray-Hopf-Zerlegung
- Wohlgestelltheitsresultate
- Regularitätsresultate

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Folgende Module werden dringend empfohlen: *Funktionalanalysis*

**M****3.42 Modul: Einführung in Partikuläre Strömungen [M-MATH-102943]****Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Einmalig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                      |      |         |
|---------------------|------------------------------------------------------|------|---------|
| T-MATH-105911       | <a href="#">Einführung in Partikuläre Strömungen</a> | 3 LP | Dörfler |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- die grundlegenden Modelle der mathematischen Beschreibung von Strömungen erklären
- Konzepte der Modellierung teilchenbehafter Strömung erklären
- verstehen die numerischen Ansätze zur Berechnung solcher Strömungen

**Inhalt**

- Mathematische Beschreibung von Strömungen
- Modelle zur Beschreibung von Teilchen in einer Strömung
- Bewegung starrer Körper in einer Strömung
- Bewegung starrer Körper in einer viskosen Strömung
- Einbeziehung verschiedener Kräfte zwischen Strömung und Partikel, zum Beispiel bei ionischen Strömungen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse in der numerischen Behandlung von Differentialgleichungen, in numerischer Strömungsmechanik und in einer Programmiersprache.

**M****3.43 Modul: Einführung in Stochastische Differentialgleichungen [M-MATH-106045]****Verantwortung:** Prof. Dr. Mathias Trabs**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1**Pflichtbestandteile**

|               |                                                                     |      |              |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|------|--------------|
| T-MATH-112234 | <a href="#">Einführung in Stochastische Differentialgleichungen</a> | 4 LP | Janák, Trabs |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|------|--------------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- kennen grundlegende Beispiele für lineare und nicht-lineare stochastische Differentialgleichungen,
- können wesentliche Lösungskonzepte für stochastische Differentialgleichungen anwenden,
- können grundlegende Resultate der stochastischen Analysis nennen, erörtern und auf stochastische Differentialgleichungen anwenden.

**Inhalt**

1. Einführung und Wiederholung stochastische Integration, Itô-Formel und Satz von Lévy
2. Burkholder-Davis-Gundy-Ungleichung
3. Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen stochastischer Differentialgleichungen
4. Explizite Lösungen für lineare stochastische Differentialgleichungen
5. Brownsche Bewegung mit Zeitwechsel
6. Darstellungssätze für Martingale in stetiger Zeit
7. Brownsche Martingale
8. Lokale und globale Lösungen stochastischer Differentialgleichungen
9. Satz von Grisanov

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen. Das Modul "Finanzmathematik in stetiger Zeit" wird empfohlen.

**M****3.44 Modul: Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields [M-ETIT-100386]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Elektrotechnik / Informationstechnik \(Elektrotechnik / Informationstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
2**Pflichtbestandteile**

|               |                                                                      |      |       |
|---------------|----------------------------------------------------------------------|------|-------|
| T-ETIT-100640 | <a href="#">Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields</a> | 4 LP | Zwick |
|---------------|----------------------------------------------------------------------|------|-------|

**Erfolgskontrolle(n)**

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

**Voraussetzungen**

none

**Qualifikationsziele**

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

The student will

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

**Inhalt**

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

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

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

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

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

law of induction, displacement current

general wave equation for E and H, Helmholtz equation

skin effect, penetration depth, eddy currents

retarded potentials, Coulomb integral with retarded potentials

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

Hertzian dipole, near field solution, far field solution

transmission lines, fields in coaxial transmission lines

waveguides, TM-waves, TE-waves

finite difference method FDM

finite difference - time domain FDTD, Yee's algorithm

finite difference - frequency domain

finite integration method FIM

finite element method FEM

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

solving large systems of linear equations

basic rules for good numerical field calculation

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

**Zusammensetzung der Modulnote**

The module grade is the grade of the written exam.

**Arbeitsaufwand**

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

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

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

Preparation / post-processing = 20 h

Total effort approx. 125 hours = 4 LP

**Empfehlungen**

Fundamentals of electromagnetic field theory.

**Literatur**

Matthew Sadiku (2001), Numerical Techniques in Electromagnetics.

CRC Press, Boca Raton, 0-8493-1395-3

Allen Taflov 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****3.45 Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen [M-PHYS-102089]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Matthieu Le Tacon  
 Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer  
 Prof. Dr. Wulf Wulfhekel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** [Experimentalphysik \(Experimentalphysik\)](#)

**Leistungspunkte**  
10

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                                            |       |                                        |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------|
| T-PHYS-102577       | <a href="#">Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen</a> | 10 LP | Le Tacon,<br>Wernsdorfer,<br>Wulfhekel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102090 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden kennen die gebräuchlichsten experimentellen Methoden zur Untersuchung der elektronischen Eigenschaften kondensierter Materie sowie einige der zentralen theoretischen Konzepte, die ihnen zugrunde liegen. Sie beherrschen die grundlegenden Werkzeuge zur Untersuchung und zum Verständnis von Wärmetransport, Streuungsmechanismen, Phasenübergängen und Magnetismus. In den Übungen werden die erworbenen Kenntnisse vertieft und auf klassische Probleme der kondensierten Materie angewendet.

**Inhalt**

- Metall und Isolatoren: Bandstruktur, Fermi-Fläche
- Elektronischer und Wärmetransport - Streuungsmechanismen
- Phasenübergänge: Landau-Theorie, Kritische Exponenten
- Atomarer Magnetismus und magnetische Wechselwirkungen
- Magnetische Strukturen, Dynamik

**Anmerkungen**

The course will be given in English. Questions and discussions in German are welcome as well.

**Arbeitsaufwand**

300 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (75 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (225 Stunden)

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, sowie der Thermodynamik und Statistischen Physik werden vorausgesetzt.

**Literatur**

- R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik
- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Festkörperphysik
- H. Ibach, H. Lüth: Festkörperphysik
- C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik
- S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter

**M****3.46 Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen  
[M-PHYS-102090]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Matthieu Le Tacon  
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer  
Prof. Dr. Wulf Wulfhekel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** [Experimentalphysik \(Experimentalphysik\)](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Sprache  | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|----------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                             |      |                                        |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------|
| T-PHYS-102578       | <a href="#">Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen</a> | 8 LP | Le Tacon,<br>Wernsdorfer,<br>Wulfhekel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102089 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen](#) darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden kennen die gebräuchlichsten experimentellen Methoden zur Untersuchung der elektronischen Eigenschaften kondensierter Materie sowie einige der zentralen theoretischen Konzepte, die ihnen zugrunde liegen. Sie beherrschen die grundlegenden Werkzeuge zur Untersuchung und zum Verständnis von Wärmetransport, Streuungsmechanismen, Phasenübergängen und Magnetismus.

**Inhalt**

- Metall und Isolatoren: Bandstruktur, Fermi-Fläche
- Elektronischer und Wärmetransport - Streuungsmechanismen
- Phasenübergänge: Landau-Theorie, Kritische Exponenten
- Atomarer Magnetismus und magnetische Wechselwirkungen
- Magnetische Strukturen, Dynamik

**Anmerkungen**

The course will be given in English. Questions and discussions in German are welcome as well.

**Arbeitsaufwand**

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (180 Stunden)

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, sowie der Thermodynamik und Statistischen Physik werden vorausgesetzt.

**Literatur**

- R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik
- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Festkörperphysik
- H. Ibach, H. Lüth: Festkörperphysik
- C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik
- S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter

**M****3.47 Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen [M-PHYS-102108]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Matthieu Le Tacon  
 Dr. Johannes Rotzinger  
 Prof. Dr. Alexey Ustinov  
 Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** **Experimentalphysik (Experimentalphysik)**

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Sprache  | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|----------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                    |      |                                           |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------|
| T-PHYS-104422       | <b>Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen</b> | 8 LP | Le Tacon, Rotzinger, Ustinov, Wernsdorfer |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102109 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen** darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden kennen die physikalischen Eigenschaften der Supraleitung, ein thermodynamischer Zustand des elektronischen Systems von Festkörpern. Sie verstehen klassische und moderne experimentelle Befunde sowie grundlegende theoretische Modelle, wie z.B. das auch außerhalb der Supraleitung gebräuchliche Konzept der Energielücke oder des Quasiteilchens. Sie wenden die erworbenen Kenntnisse auf spezielle Probleme an. Die Studierenden sind in der Lage, sich in aktuelle Literatur zum Thema Supraleitung einzuarbeiten.

**Inhalt**

Foundations of superconductivity: thermodynamics, electrodynamics, flux quantization, Ginzburg-Landau theory, BCS theory, vortices, tunnel junctions, Josephson junctions, SQUIDS, superconducting electronics, superconducting qubits.

**Anmerkungen**

The course will be given in English. Questions and discussions in German are welcome as well.

**Arbeitsaufwand**

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180 Stunden)

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

**Literatur**

- V.V. Schmidt, "The Physics of Superconductors: Introduction to Fundamentals and Applications", Springer (1997), ISBN 978-3540612438
- M. Tinkham, "Introduction to Superconductivity: Vol I", Dover Publ. (2004), ISBN: 978-0486435039
- W. Buckel und R. Kleiner, "Supraleitung: Grundlagen und Anwendungen", Wiley-VCH (2004), ISBN: 978-3527403486

**M****3.48 Modul: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen  
[M-PHYS-102109]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Matthieu Le Tacon  
Dr. Johannes Rotzinger  
Prof. Dr. Alexey Ustinov  
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** **Experimentalphysik (Experimentalphysik)**

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                                     |      |                                           |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------|
| T-PHYS-104423       | <b>Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen</b> | 4 LP | Le Tacon, Rotzinger, Ustinov, Wernsdorfer |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102108 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen** darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden kennen die physikalischen Eigenschaften der Supraleitung, ein thermodynamischer Zustand des elektronischen Systems von Festkörpern. Sie verstehen klassische und moderne experimentelle Befunde sowie grundlegende theoretische Modelle, wie z.B. das auch außerhalb der Supraleitung gebräuchliche Konzept der Energielücke oder des Quasiteilchens. Die Studierenden sind in der Lage, sich in aktuelle Literatur zum Thema Supraleitung einzuarbeiten.

**Inhalt**

Foundations of superconductivity: thermodynamics, electrodynamics, flux quantization, Ginzburg-Landau theory, BCS theory, vortices, tunnel junctions, Josephson junctions, SQUIDS, superconducting electronics, superconducting qubits.

**Anmerkungen**

The course will be given in English. Questions and discussions in German are welcome as well.

**Arbeitsaufwand**

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung (90 Stunden)

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

**Literatur**

- V.V. Schmidt, "The Physics of Superconductors: Introduction to Fundamentals and Applications", Springer (1997), ISBN 978-3540612438
- M. Tinkham, "Introduction to Superconductivity: Vol I", Dover Publ. (2004), ISBN: 978-0486435039
- W. Buckel und R. Kleiner, "Supraleitung: Grundlagen und Anwendungen", Wiley-VCH (2004), ISBN: 978-3527403486



## 3.49 Modul: Ergodentheorie [M-MATH-106473]

**Verantwortung:** Dr. Gabriele Link

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                |      |      |
|---------------------|--------------------------------|------|------|
| T-MATH-113086       | <a href="#">Ergodentheorie</a> | 8 LP | Link |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20-30 Minuten Dauer.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- kennen zentrale Beispiele für dynamische Systeme aus unterschiedlichen Fachgebieten,
- können wesentliche Konzepte der Ergodentheorie nennen und erörtern,
- können wichtige Resultate über qualitative Eigenschaften dynamischer Systeme nennen und zueinander in Beziehung setzen,
- sind darauf vorbereitet, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und eine Abschlussarbeit auf dem Gebiet der Ergodentheorie zu schreiben.

### Inhalt

- Elementare Beispiele von dynamischen Systemen wie Bernoulli-Systeme und Billiards,
- Poincaré Rekurrenz und Ergodensätze,
- Mischen, schwaches Mischen, Gleichverteilung,
- Entropie,
- Fortgeschrittene Anwendung(en) (wie z.B. hyperbolische Dynamik, symbolische Dynamik und Codierung, Furstenbergs Korrespondenzprinzip oder unitäre Darstellungen von  $SL(2, \mathbb{R})$ )

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Vorlesung und Übung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Grundkenntnisse in Maßtheorie, Topologie, Geometrie, Gruppentheorie und Funktionalanalysis werden empfohlen.

**M****3.50 Modul: Evolutionsgleichungen [M-MATH-102872]****Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Schnaubelt**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus            | Dauer      | Sprache          | Level | Version |
|-----------------|--------------|-------------------|------------|------------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | siehe Anmerkungen | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                       |      |                             |
|---------------------|---------------------------------------|------|-----------------------------|
| T-MATH-105844       | <a href="#">Evolutionsgleichungen</a> | 8 LP | Frey, Kunstmann, Schnaubelt |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden

- können die Grundlagen der Theorie stark stetiger Operatorhalbgruppen und ihrer Erzeuger und ins besondere die Theoreme zur Erzeugung und Wohlgestellttheit erläutern und auf Beispiele anwenden.
- beherrschen die Lösungs- und Regularitätstheorie inhomogener Cauchyprobleme. Sie sind ferner in der Lage analytische Halbgruppen zu konstruieren und ihre Erzeuger zu charakterisieren. Mit Hilfe dieser Resultate und von Störungssätzen können sie partielle Differentialgleichungen lösen.
- sind in der Lage die Grundzüge der Approximationstheorie von Evolutionsgleichungen zu erklären.
- können die wesentlichen Aussagen der Stabilitäts- und Spektraltheorie von Operatorhalbgruppen beschreiben und an Beispielen diskutieren.
- beherrschen die wichtigen Beweistechniken in der Theorie der Evolutionsgleichungen und können komplexere Beweise zumindest skizzieren.

**Inhalt**

- stark stetige Operatorhalbgruppen und ihre Erzeuger,
- Erzeugungssätze und Wohlgestellttheit,
- inhomogene Cauchyprobleme,
- analytische Halbgruppen,
- Störungs- und Approximationstheorie,
- Stabilitäts- und Spektraltheorie von Operatorhalbgruppen,
- Anwendungen auf partielle Differentialgleichungen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Prüfung.

**Anmerkungen**

Turnus: Alle zwei Jahre. Das Modul ist Grundlage für "Nichtlineare Evolutionsgleichungen".

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Das Modul "Funktionalanalysis" wird dringend empfohlen.

**Literatur**

K.-J. Engel und R. Nagel, One-Parameter Semigroups for Linear Evolution Equations.



## 3.51 Modul: Exponentielle Integratoren [M-MATH-103700]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                            |      |                   |
|---------------------|--------------------------------------------|------|-------------------|
| T-MATH-107475       | <a href="#">Exponentielle Integratoren</a> | 6 LP | Hochbruck, Jahnke |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine.

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können wesentliche Konzepte zur Konstruktion und Analyse von exponentiellen Integratoren nennen und deren effiziente Implementierung umsetzen.

### Inhalt

Thema der Vorlesung sind die Konstruktion, Analyse, Implementierung und Anwendung exponentieller Integratoren. Der Fokus liegt dabei auf zwei Klassen von steifen Problemen.

Bei der ersten Klasse handelt es sich um Probleme, bei denen die Ableitung Eigenwerte mit großem, negativen Realpart besitzt. Dies tritt zum Beispiel bei parabolischen Differentialgleichungen (kontinuierlich oder diskretisiert im Ort) auf. In der zweiten Klasse werden hochoszillatorische Probleme mit betragsmäßig großen, rein imaginären Eigenwerten betrachtet.

Neben der Konstruktion von exponentiellen Integratoren für verschiedene Problemklassen liegt das Hauptaugenmerk dieser Vorlesung darauf die Mathematik hinter diesen Integratoren zu präsentieren. Insbesondere werden wir Fehlerschranken herleiten, die unabhängig von der Steifheit bzw. unabhängig von der höchsten Frequenz der zugrunde liegenden Probleme sind.

Da die Implementierung exponentieller Integratoren die Auswertung von Matrixvektormultiplikationen erfordert, werden wir kurz einige Ansätze dafür diskutieren.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Grundkenntnisse über gewöhnliche und/oder partielle Differentialgleichungen sowie die Inhalte des Moduls „Numerische Methoden für Differentialgleichungen“ werden dringend empfohlen. Kenntnisse in Funktionalanalysis werden ebenfalls empfohlen.

**M****3.52 Modul: Extremale Graphentheorie [M-MATH-102957]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Maria Aksenovich  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

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

| Pflichtbestandteile |                                          |      |            |
|---------------------|------------------------------------------|------|------------|
| T-MATH-105931       | <a href="#">Extremale Graphentheorie</a> | 4 LP | Aksenovich |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.)

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden können Begriffe und Techniken der extremalen Graphentheorie nennen, erörtern und anwenden. Sie können extremale graphentheoretische Probleme analysieren, strukturieren und formal beschreiben. Die Studierenden verstehen Szemerédi's Regularitätslemma und Szemerédi's Satz und können diese, sowie probabilistische Techniken, wie abhängige Zufallswahlen und mehrschrittige zufällige Färbungen, anwenden. Sie kennen die besten Schranken für die Extremalzahlen von vollständigen Graphen, Kreisen, vollständig bipartiten Graphen und bipartiten Graphen mit beschränktem Maximalgrad. Die Studierenden verstehen Ramseys Satz für Graphen und Hypergraphen und können diesen, als auch Stepping-Techniken zur Abschätzung von Ramseyzahlen, anwenden. Desweiteren kennen und verstehen sie die Ramseyzahlen für Graphen mit beschränktem Maximalgrad. Zusätzlich können die Studierenden in englischer Fachsprache kommunizieren.

**Inhalt**

Die Vorlesung vermittelt tiefergehende Konzepte der Graphentheorie, vor allem in den Bereichen der extremalen Funktionen, Regularität und der Ramsey-Theorie für Graphen und Hypergraphen. Weitere Themen beinhalten Turán's Satz, Erdős-Stone Satz, Szemerédi's Lemma, Graphenfärbungen und probabilistische Techniken.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Prüfung.

**Anmerkungen**

Unterrichtssprache: Englisch

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse in lineare Algebra, Analysis und Graphentheorie sind empfohlen.



### 3.53 Modul: Extremwerttheorie [M-MATH-102939]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                                   |      |                |
|---------------------|-----------------------------------|------|----------------|
| T-MATH-105908       | <a href="#">Extremwerttheorie</a> | 4 LP | Fasen-Hartmann |

#### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).

#### Voraussetzungen

Keine

#### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- können statistische Methoden zur Schätzung von Risikomaßen nennen, erklären, motivieren und anwenden,
- können extreme Ereignisse modellieren und quantifizieren,
- können spezifische probabilistische Techniken der Extremwerttheorie anwenden,
- beherrschen die Beweistechniken,
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

#### Inhalt

- Satz von Fisher und Tippett
- verallgemeinerte Extremwert- und Paretoverteilung (GED und GPD)
- Anziehungsbereiche von verallgemeinerten Extremwertverteilungen
- Satz von Pickands-Balkema-de Haan
- Schätzen von Risikomaßen
- Hill-Schätzer
- Blockmaximamethode
- POT-Methode

#### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

#### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

#### Empfehlungen

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden empfohlen.



## 3.54 Modul: Finanzmathematik in diskreter Zeit [M-MATH-102919]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Nicole Bäuerle

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                    |      |                                |
|---------------------|----------------------------------------------------|------|--------------------------------|
| T-MATH-105839       | <a href="#">Finanzmathematik in diskreter Zeit</a> | 8 LP | Bäuerle, Fasen-Hartmann, Trabs |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Techniken der modernen diskreten Finanzmathematik nennen, erörtern und anwenden,
- spezifische probabilistische Techniken gebrauchen,
- ökonomische Fragestellungen im Bereich der diskreten Bewertung und Optimierung mathematisch analysieren,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

### Inhalt

- Endliche Finanzmärkte
- Das Cox-Ross-Rubinstein-Modell
  - Grenzübergang zu Black-Scholes
- Charakterisierung von No-Arbitrage
- Charakterisierung der Vollständigkeit
- Unvollständige Märkte
- Amerikanische Optionen
- Exotische Optionen
- Portfolio-Optimierung
- Präferenzen und stochastische Dominanz
- Erwartungswert-Varianz Portfolios
- Risikomaße

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen.

**M****3.55 Modul: Finanzmathematik in stetiger Zeit [M-MATH-102860]****Verantwortung:** Prof. Dr. Nicole Bäuerle**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                   |      |                                |
|---------------------|---------------------------------------------------|------|--------------------------------|
| T-MATH-105930       | <a href="#">Finanzmathematik in stetiger Zeit</a> | 8 LP | Bäuerle, Fasen-Hartmann, Trabs |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**Das Modul kann nicht zusammen mit der Lehrveranstaltung *Stochastic Calculus and Finance* [T-WIWI-103129] geprüft werden.**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Techniken der modernen zeitstetigen Finanzmathematik nennen, erörtern und anwenden,
- spezifische probabilistische Techniken gebrauchen,
- ökonomische Fragestellungen im Bereich der Bewertung und Optimierung mathematisch analysieren,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

**Inhalt**

- Stochastische Prozesse und Filtrationen
  - Martingale in stetiger Zeit
  - Stoppzeiten
  - Quadratische Variation
- Stochastisches Ito-Integral bzgl. stetiger Semimartingale
- Ito-Kalkül
  - Ito-Doeblin Formel
  - Stochastische Exponentiale
  - Satz von Girsanov
  - Martingaldarstellung
- Black-Scholes Finanzmarkt
  - Arbitrage und äquivalente Martingalmaße
  - Optionen und No-Arbitragepreise
  - Vollständigkeit
- Portfolio Optimierung
- Bonds, Forwards und Zinsstrukturmodelle

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen. Das Modul "Finanzmathematik in diskreter Zeit" wird empfohlen.



## 3.56 Modul: Finite Elemente Methoden [M-MATH-102891]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
Prof. Dr. Christian Wieners

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** **Angewandte Mathematik (Pflichtbestandteil)**

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                          |      |                                                    |
|---------------------|--------------------------|------|----------------------------------------------------|
| T-MATH-105857       | Finite Elemente Methoden | 8 LP | Dörfler, Hochbruck, Jahnke, Maier, Rieder, Wieners |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten .

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- die grundlegenden Methoden, Techniken und Algorithmen der Behandlung elliptischer Randwertprobleme mit Finiten Elementen erklären (insbesondere die Stabilität, Konvergenz und Komplexität der Diskretisierungen)
- Konzepte der Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen wiedergeben
- Einfache Randwertaufgaben mit Finiten Elementen numerisch lösen

### Inhalt

- Theorie der Finiten Elemente für elliptische Randwertaufgaben zweiter Ordnung im  $\mathbb{R}^n$
- Grundlegende Konzepte der Implementierung
- Elliptische Eigenwertprobleme
- Gemischte Methoden

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse in numerischen Methoden für Differentialgleichungen und der Analysis von Differentialgleichungen werden dringend empfohlen. Kenntnisse in Funktionalanalysis werden empfohlen.

**M****3.57 Modul: Formale Systeme [M-INFO-100799]****Verantwortung:** Prof. Dr. Bernhard Beckert**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** Informatik**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                 |      |         |
|---------------------|-----------------|------|---------|
| T-INFO-101336       | Formale Systeme | 6 LP | Beckert |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

Nach Abschluss des Moduls verfügen Studierende über folgende Kompetenzen. Sie ...

- kennen und verstehen die vorgestellten logischen Grundkonzepte und Begriffe, insbesondere den Modellbegriff und die Unterscheidung von Syntax und Semantik,
- können natürlichsprachlich gegebene Sachverhalte in verschiedenen Logiken formalisieren sowie logische Formeln verstehen und ihre Bedeutung in natürliche Sprache übersetzen,
- können die vorgestellten Kalküle und Analyseverfahren auf gegebene Fragestellungen bzw. Probleme sowohl manuell als auch mittels interaktiver und automatischer Werkzeugunterstützung anwenden,
- kennen die grundlegenden Konzepte und Methoden der formalen Modellierung und Verifikation,
- können Programmeigenschaften in formalen Spezifikationssprachen formulieren, und kleine Beispiele mit Unterstützung von Softwarewerkzeugen verifizieren.
- können beurteilen, welcher logische Formalismus und welcher Kalkül sich zur Formalisierung und zum Beweis eines Sachverhalts eignet

**Inhalt**

Logikbasierte Methoden spielen in der Informatik in zwei Bereichen eine wesentliche Rolle: (1) zur Entwicklung, Beschreibung und Analyse von IT-Systemen und (2) als Komponente von IT-Systemen, die diesen die Fähigkeit verleiht, die umgebende Welt zu analysieren und Wissen darüber abzuleiten.

Dieses Modul

- führt in die Grundlagen formaler Logik ein und
- behandelt die Anwendung logikbasierter Methoden
  - zur Modellierung und Formalisierung
  - zur Ableitung (Deduktion),
  - zum Beweisen und Analysieren

von Systemen und Strukturen bzw. deren Eigenschaften.

Mehrere verschiedene Logiken werden vorgestellt, ihre Syntax und Semantik besprochen sowie dazugehörige Kalküle und andere Analyseverfahren eingeführt. Zu den behandelten Logiken zählen insbesondere die klassische Aussagen- und Prädikatenlogik sowie Temporallogiken wie LTL oder CTL.

Die Frage der praktischen Anwendbarkeit der vorgestellten Logiken und Kalküle auf Probleme der Informatik spielt in dieser Vorlesung eine wichtige Rolle. Der Praxisbezug wird insbesondere auch durch praktische Übungen (Praxisaufgaben) hergestellt, im Rahmen derer Studierende die Anwendung aktueller Werkzeuge (z.B. des interaktiven Beweisers KeY) auf praxisrelevante Problemstellungen (z.B. den Nachweis von Programmeigenschaften) erproben können.

**Arbeitsaufwand**

Der Gesamtarbeitsaufwand für dieses Modul beträgt 180h.

Der Aufwand setzt sich zusammen aus:

34,5h = 23 \* 1,5h Vorlesung (Präsenz)

10,5h = 7 \* 1,5h Übungen (Präsenz)

60h Vor- und Nachbereitung, insbes. Bearbeitung der Übungsblätter

40h Bearbeitung der Praxisaufgaben

35h Klausurvorbereitung

**Empfehlungen**

Siehe Teilleistungen.

**M****3.58 Modul: Fortgeschrittene Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungen [M-MATH-106822]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

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

| Pflichtbestandteile |                                                                                              |      |                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------|
| T-MATH-113691       | <a href="#">Fortgeschrittene Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungen</a> | 3 LP | de Rijk, Reichel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 min.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls

- wissen Studierende, was Amplituden- oder Modulationsgleichungen sind und können ihre Bedeutung erklären;
- beherrschen Studierende diverse Techniken, um Approximationen durch Amplituden- oder Modulationsgleichungen rigoros zu rechtfertigen;
- haben Studierende verschiedene Methoden erlernt, um die Existenz von speziellen Lösungen für nichtlineare partielle Differentialgleichungen nachzuweisen;
- können Studierende erklären, was der Ginzburg-Landau Formalismus ist und wie dieser verwendet werden kann, um die globale Existenz von Lösungen zu beweisen.

**Inhalt**

Nichtlineare partielle Differentialgleichungen, die physikalische Prozesse beschreiben, sind häufig hochkomplex, was deren qualitative und quantitative Analyse zu einer Herausforderung macht. Amplituden- oder Modulationsgleichungen, wie die Ginzburg-Landau Gleichung, die Korteweg-de Vries Gleichung und die nichtlineare Schrödinger-Gleichung, spielen eine wichtige Rolle, um die kritische Dynamik dissipativer oder konservativer, physikalischer Modelle im Ganzraum zu fassen. Mathematische Theoreme zeigen auf, dass diese asymptotischen Modelle das Verhalten des ursprünglichen Systems auf langen Zeitskalen annähern. Beispiele, die auf diese Weise beschrieben werden können, umfassen musterbildende Systeme nahe ihrer ersten Instabilität, den Langwellengrenzwert von Wasserwellenproblemen und stark oszillierende Regime der nichtlineare Optik.

Im ersten Teil des Kurses entwickeln wir diverse Methoden, um komplexe, physikalische Systeme durch Amplituden- oder Modulationsgleichungen zu approximieren. Relevante Hilfsmittel sind Fourieranalysis, Energieabschätzungen, Halbgruppentheorie, Modenfilter und Normalformentransformation. Häufig lassen Amplituden- oder Modulationsgleichungen spezielle Lösungen zu, wie Turing-Muster, Einzelwellen oder wandernde (modulierte) Fronten. Während Approximationsresultate zu Lösungen des ursprünglichen Systems führen, die in der Nähe dieser speziellen Lösungen liegen, sind diese unzureichend, um daraus zu schließen, dass es solche speziellen Lösungen auch im ursprünglichen System gibt. Im zweiten Teil des Kurses fokussieren wir uns auf Techniken, wie die Lyapunov-Schmidt Reduktion, den "spatial dynamics"-Ansatz und die Zentrumsmannigfaltigkeitsreduktion, um diese speziellen Lösungen zu konstruieren.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Folgende Module werden empfohlen: Analysis 1-3, Funktionalanalysis, Evolutionsgleichungen

**M****3.59 Modul: Fourier-Analyse und ihre Anwendungen auf PDG [M-MATH-104827]**

**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Xian Liao  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 6               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 3       |

| Pflichtbestandteile |                                                              |      |      |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|------|------|
| T-MATH-109850       | <a href="#">Fourier-Analyse und ihre Anwendungen auf PDG</a> | 6 LP | Liao |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 25 min.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- die Fourier-Transformation und die Littlewood-Paley-Zersetzung erläutern.
- die Sobolev-Räume und die Besov-Räume beschreiben.
- die wesentlichen Eigenschaften einiger partieller Differentialgleichungen erkennen und anhand von Beispielen erläutern.

**Inhalt**

- Fourier-Transformation, Littlewood-Paley-Zersetzung
- Sobolev-Räume, Besov Räume
- Transport-Diffusionsgleichungen, Navier-Stokes-Gleichungen, Wellengleichungen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein: Funktionalanalysis

**M****3.60 Modul: Fraktale Geometrie [M-MATH-105649]****Verantwortung:** PD Dr. Steffen Winter**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Sprache**  
 Deutsch/Englisch

**Level**  
 4

**Version**  
 2

| Pflichtbestandteile |                    |      |        |
|---------------------|--------------------|------|--------|
| T-MATH-111296       | Fraktale Geometrie | 6 LP | Winter |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 20-30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- können wesentliche Konzepte der Fraktalen Geometrie benennen und erörtern,
- sind in der Lage, wichtige Resultate der Dimensionstheorie zu erläutern und auf Beispiele anzuwenden,
- erwerben die Fähigkeit, spezifische Methoden zur Analyse fraktaler Strukturen einzusetzen,
- können Fraktale und zufällige Fraktale mit bestimmten vorgegebenen Eigenschaften konstruieren,
- beherrschen wichtige Beweistechniken der fraktalen Geometrie und können schwierige Beweise zumindest skizzieren,
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten,
- sind darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit im Bereich Fraktale Geometrie zu schreiben.

**Inhalt**

- Iterierte Funktionensysteme und selbstähnliche Mengen
- Chaos-Game-Algorithmus
- zufällige Fraktale
- fraktale Dimensionskonzepte
- Hausdorffmaß und -dimension
- Packungsmaß und -dimension
- Minkowski-Inhalte
- Methoden der Dimensionsbestimmung
- selbstähnliche Maße und Multifraktale
- Dimension von Maßen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Kurse Analysis 3 (Maß- und Integrationstheorie) und Wahrscheinlichkeitstheorie werden empfohlen.

**M****3.61 Modul: Funktionalanalysis [M-MATH-101320]****Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Schnaubelt**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | 4     | 2       |

| Pflichtbestandteile |                                    |      |                                                                       |
|---------------------|------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------|
| T-MATH-102255       | <a href="#">Funktionalanalysis</a> | 8 LP | Frey, Herzog, Hundertmark, Lamm, Liao, Reichel, Schnaubelt, Tolksdorf |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden können im Rahmen der metrischen Räume topologische Grundbegriffe wie Kompaktheit erklären und in Beispielen anwenden. Sie sind in der Lage Hilbertraumstrukturen zu beschreiben und in Anwendungen zu verwenden. Sie können das Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit, den Banachschen Homomorphiesatz und den Satz von Hahn-Banach wiedergeben und aus ihnen Folgerungen ableiten. Die Theorie dualer Banachräume, (insbesondere schwache Konvergenz, Reflexivität und Banach-Alaoglu) können sie beschreiben und in Beispielen diskutieren. Sie sind in der Lage einfache funktionalanalytische Beweise zu führen. Sie können den Spektralsatz für kompakte, selbstadjungierte Operatoren erläutern.

**Inhalt**

- Metrische Räume (topologische Grundbegriffe, Kompaktheit),
- Hilberträume, Orthonormalbasen, Sobolevräume,
- Stetige lineare Operatoren auf Banachräumen (Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit, Homomorphiesatz),
- Dualräume mit Darstellungssätzen, Sätze von Hahn-Banach und Banach-Alaoglu, schwache Konvergenz, Reflexivität,
- Spektralsatz für kompakte selbstadjungierte Operatoren.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Literatur**

D. Werner, Funktionalanalysis



## 3.62 Modul: Funktionale Datenanalyse [M-MATH-106485]

**Verantwortung:** Dr. rer. nat. Bruno Ebner

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                                          |      |                    |
|---------------------|------------------------------------------|------|--------------------|
| T-MATH-113102       | <a href="#">Funktionale Datenanalyse</a> | 4 LP | Ebner, Klar, Trabs |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (25 min.)

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Das Ziel des Kurses ist eine Einführung in schwache Konvergenz in metrischen Räumen und deren Anwendungen in der Statistik.

Absolventinnen und Absolventen können

- Zufallselemente in metrischen Räumen modellieren,
- das Konzept der schwachen Konvergenz in metrischen Räumen erklären,
- Grenzwertsätze auf Funktionale der empirischen Verteilungsfunktion anwenden,
- die Normalverteilung für Zufallselemente in Hilberträumen modellieren,
- Grenzverteilungen von Anpassungstests des L2-typs herleiten,
- Anpassungstests auf funktionale Daten anwenden.

### Inhalt

- Theorem of Glivenko-Cantelli,
- schwache Konvergenz in metrischen Räumen,
- Satz von Prokhorov,
- Gaußsche Prozesse,
- Donsker's Theorem,
- funktionale zentrale Grenzwertsätze,
- empirische Prozesse,
- zufällige Elemente in separablen Hilberträumen,
- Anpassungstests.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Inhalte der Module "Wahrscheinlichkeitstheorie" und "Mathematische Statistik" werden dringend empfohlen.

**M****3.63 Modul: Generalisierte Regressionsmodelle [M-MATH-102906]****Verantwortung:** PD Dr. Bernhard Klar**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
 4

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Level**  
 4

**Version**  
 2

| Pflichtbestandteile |                                                   |      |                                    |
|---------------------|---------------------------------------------------|------|------------------------------------|
| T-MATH-105870       | <a href="#">Generalisierte Regressionsmodelle</a> | 4 LP | Ebner, Fasen-Hartmann, Klar, Trabs |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- kennen die wichtigsten Regressionsmodelle und deren Eigenschaften,
- können die Anwendbarkeit dieser Modelle beurteilen und die Ergebnisse interpretieren,
- sind in der Lage, die Modelle zur Analyse komplexerer Datensätze einzusetzen.

**Inhalt**

Die Vorlesung behandelt grundlegende Modelle der Statistik, die es ermöglichen, Zusammenhänge zwischen Größen zu erfassen. Themen sind:

- Lineare Regressionsmodelle:  
 Modelldiagnostik  
 Multikollinearität  
 Variablen-Selektion  
 Verallgemeinerte Kleinste-Quadrate-Methode
- Nichtlineare Regressionsmodelle:  
 Parameterschätzung  
 Asymptotische Normalität der Maximum-Likelihood-Schätzer
- Regressionsmodelle für Zähldaten
- Verallgemeinerte lineare Modelle:  
 Parameterschätzung  
 Modelldiagnose  
 Überdispersion und Quasi-Likelihood

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Statistik" werden dringend empfohlen.



## 3.64 Modul: Geometrie der Schemata [M-MATH-102866]

**Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                        |      |                    |
|---------------------|----------------------------------------|------|--------------------|
| T-MATH-105841       | <a href="#">Geometrie der Schemata</a> | 8 LP | Herrlich, Kühnlein |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.)

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventen und Absolventinnen können

- das Konzept der algebraischen Schemata erläutern und in Zusammenhang mit algebraischen Varietäten bringen,
- grundlegende Eigenschaften von Schemata nennen und erörtern,
- mit Garben auf Schemata umgehen und Eigenschaften von Garben untersuchen,
- und sind grundsätzlich in der Lage, Forschungsarbeiten zur algebraischen Geometrie zu lesen und eine Abschlussarbeit in diesem Bereich anzufertigen.

### Inhalt

- Garben von Moduln
- affine Schemata
- Varietäten und Schemata
- Morphismen zwischen Schemata
- kohärente und quasikohärente Garben
- Kohomologie von Garben

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Module "Algebra" und "Algebraische Geometrie" werden dringend empfohlen.



## 3.65 Modul: Geometrische Analysis [M-MATH-102923]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Lamm

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                       |      |      |
|---------------------|---------------------------------------|------|------|
| T-MATH-105892       | <a href="#">Geometrische Analysis</a> | 8 LP | Lamm |

### Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können

- grundlegende Techniken der geometrischen Analysis anwenden
- Zusammenhaenge zwischen der Differentialgeometrie und den partiellen Differentialgleichungen erkennen.

### Inhalt

Geometrische Evolutionsgleichungen

Geometrische Variationsprobleme

Minimalflaechen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Einfuehrung in die Geometrie und Topologie bzw. Elementare Geometrie, Klassische Methoden partieller Differentialgleichungen



## 3.66 Modul: Geometrische Gruppentheorie [M-MATH-102867]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roman Sauer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                             |      |                                                        |
|---------------------|---------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------|
| T-MATH-105842       | <a href="#">Geometrische Gruppentheorie</a> | 8 LP | Herrlich, Link, Llosa<br>Isenrich, Sauer,<br>Tuschmann |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Gesamtprüfung von 120 min.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- erkennen Wechselwirkungen zwischen Geometrie und Gruppentheorie,
- verstehen grundlegende Strukturen und Techniken der Geometrischen Gruppentheorie und können diese nennen, diskutieren und anwenden,
- kennen und verstehen Konzepte und Resultate aus der Grobgeometrie,
- sind darauf vorbereitet, aktuelle Forschungsarbeiten aus dem Bereich der Geometrischen Gruppentheorie zu lesen.

### Inhalt

- Endlich erzeugte Gruppen und Gruppenpräsentationen
- Cayley-Graphen und Gruppenaktionen
- Quasi-Isometrien von metrischen Räumen, quasi-isometrische Invarianten und der Satz von Schwarz-Milnor
- Beispielklassen für Gruppen, z.B. hyperbolische Gruppen, Fuchssche Gruppen, amenable Gruppen, Zopfgruppen, Thompson-Gruppe

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der Prüfung.

### Anmerkungen

Wird jedes 4. Semester angeboten, jeweils im Sommersemester.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Inhalte der Module "Einführung in die Geometrie und Topologie" bzw. "Elementare Geometrie" sowie „Einführung in Algebra und Zahlentheorie“ werden empfohlen.



## 3.67 Modul: Geometrische Gruppentheorie II [M-MATH-102869]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roman Sauer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                |      |                                    |
|---------------------|------------------------------------------------|------|------------------------------------|
| T-MATH-105875       | <a href="#">Geometrische Gruppentheorie II</a> | 8 LP | Herrlich, Llosa<br>Isenrich, Sauer |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30min).

Die Prüfung wird jedes Semester angeboten und kann zu jedem ordentlichen Prüfungstermin wiederholt werden.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- haben ein tieferes Verständnis für exemplarische Objekte und Konzepte im Bereich der geometrischen Gruppentheorie
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten
- sind darauf vorbereitet, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und Abschlussarbeiten im Umfeld der geometrischen Gruppentheorie zu schreiben

### Inhalt

Ausgewählte Themen der geometrischen Gruppentheorie wie z.B.

- Gromov-hyperbolische Räume
- Lie-Gruppen und diskrete Untergruppen
- Symmetrische Räume und arithmetische Gruppen
- Automorphismen-Gruppen von freien Gruppen
- Teichmüller-Räume und Abbildungsklassengruppen
- Nicht-positiv gekrümmte Gruppen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Das Modul "Geometrische Gruppentheorie I" wird dringend empfohlen.

**M****3.68 Modul: Geometrische numerische Integration [M-MATH-102921]****Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Jahnke**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                     |      |                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------|------|-------------------|
| T-MATH-105919       | <a href="#">Geometrische numerische Integration</a> | 6 LP | Hochbruck, Jahnke |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen verstehen die zentralen Eigenschaften von endlichdimensionalen Hamiltonsystemen (Energieerhaltung, symplektischer Fluss, Erhaltungsgrößen usw.). Sie kennen wichtige Klassen von geometrischen Zeitintegrationsverfahren wie z.B. symplektische (partitionierte) Runge-Kutta-Verfahren, Splitting-Verfahren, SHAKE und RATTLE. Sie können diese Verfahren nicht nur implementieren und auf praxisnahe Probleme anwenden, sondern auch das beobachtete Langzeitverhalten (z.B. fast-Energieerhaltung über lange Zeiten) analysieren und erklären.

**Inhalt**

- Newton'sche Bewegungsgleichung, Lagrange-Gleichungen, Hamiltonsysteme
- Eigenschaften von Hamiltonsystemen: symplektischer Fluss, Energieerhaltung, weitere Erhaltungsgrößen
- Symplektische numerische Verfahren: symplektisches Euler-Verfahren, Störmer-Verlet-Verfahren, symplektische (partitionierte) Runge-Kutta-Verfahren
- Konstruktion von symplektischen Verfahren, z.B. durch Komposition und Splitting
- Backward error analysis und Energieerhaltung über lange Zeitintervalle
- Mechanische Systeme mit Zwangsbedingungen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**

Das Modul wird etwa alle zwei Jahre angeboten

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse über gewöhnliche Differentialgleichungen und Runge-Kutta-Verfahren (Konstruktion, Ordnung, Stabilität usw.) werden dringend empfohlen. Diese Kenntnisse werden z.B. im Modul "Numerische Methoden für Differentialgleichungen" vermittelt. Außerdem werden Programmierkenntnisse in MATLAB dringend empfohlen.

**M****3.69 Modul: Geometrische Variationsprobleme [M-MATH-106667]****Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Lamm**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch/Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                 |      |      |
|---------------------|-------------------------------------------------|------|------|
| T-MATH-113418       | <a href="#">Geometrische Variationsprobleme</a> | 8 LP | Lamm |

**Erfolgskontrolle(n)**

mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden

- können grundlegende Resultate in der Theorie der geometrischen Variationsprobleme nennen und zueinander in Beziehung setzen;
- sind darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit im Bereich Geometrische Analysis zu schreiben.

**Inhalt**

- Harmonische Abbildungen
- Willmore-Flächen
- Regularitätstheorie
- Hardy- und BMO-Räume

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**Die Module *Klassische Methoden partieller Differentialgleichungen* und *Funktionalanalysis* werden empfohlen.

**M****3.70 Modul: Globale Differentialgeometrie [M-MATH-102912]****Verantwortung:** Prof. Dr. Wilderich Tuschmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                               |      |           |
|---------------------|-----------------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-105885       | <a href="#">Globale Differentialgeometrie</a> | 8 LP | Tuschmann |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- haben ein tieferes Verständnis exemplarischer Konzepte und Methoden der Globalen Differentialgeometrie und Riemannschen Geometrie erworben,
- sind auf eigenständige Forschung und weiterführende Seminare im Gebiet der Differentialgeometrie vorbereitet.

**Inhalt**

- Existenz- und Hindernissätze für Metriken mit besonderen Eigenschaften
- Geometrische Endlichkeits- und Klassifikationsresultate
- Geometrische Limiten
- Gromov-Hausdorff- und Lipschitz-Konvergenz Riemanscher Mannigfaltigkeiten

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Empfehlenswert sind Vorkenntnisse im Rahmen der Vorlesungen „Einführung in Geometrie und Topologie“ bzw. „Elementare Geometrie“ und „Differentialgeometrie“.



## 3.71 Modul: Graphentheorie [M-MATH-101336]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Maria Aksenovich

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                                |      |            |
|---------------------|--------------------------------|------|------------|
| T-MATH-102273       | <a href="#">Graphentheorie</a> | 8 LP | Aksenovich |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (3h).

Durch die erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb kann ein Bonus erworben werden. Um einen Bonus zu bekommen, muss man jeweils 50% der Punkte für die Lösungen der Übungsblätter 1-6 sowie der Übungsblätter 7-12 erwerben. Liegt die Note der schriftlichen Prüfung zwischen 4,0 und 1,3, so verbessert der Bonus die Note um eine Notenstufe (0,3 oder 0,4).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können grundlegende Begriffe und Techniken der Graphentheorie nennen, erörtern und anwenden. Sie können geeignete diskrete Probleme als Graphen modellieren und Resultate wie Menger's Satz, Kuratowski's Satz oder Turán's Satz, sowie die in den Beweisen entwickelten Ideen, auf Graphenprobleme anwenden. Insbesondere können die Studierenden Graphen hinsichtlich ihrer Kennzahlen wie Zusammenhang, Planarität, Färbbarkeit und Kantenzahl untersuchen. Sie sind in der Lage, Methoden aus dem Bereich der Graphentheorie zu verstehen und kritisch zu beurteilen. Desweiteren können die Studierenden in englischer Fachsprache kommunizieren.

### Inhalt

Der Kurs über Graphentheorie spannt den Bogen von den grundlegenden Grapheneigenschaften, die auf Euler zurückgehen, bis hin zu modernen Resultaten und Techniken in der extremalen Graphentheorie. Insbesondere werden die folgenden Themen behandelt: Struktur von Bäumen, Pfaden, Zykeln, Wegen in Graphen, unvermeidliche Teilgraphen in dichten Graphen, planare Graphen, Graphenfärbung, Ramsey-Theorie, Regularität in Graphen.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist Note der Prüfung.

### Anmerkungen

- Turnus: jedes zweite Jahr im Wintersemester
- Unterrichtssprache: Englisch

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**M****3.72 Modul: Grenzflächenthermodynamik [M-CIWVT-103063]****Verantwortung:** Prof. Dr. Sabine Enders**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                           |      |        |
|---------------------|-------------------------------------------|------|--------|
| T-CIWVT-106100      | <a href="#">Grenzflächenthermodynamik</a> | 4 LP | Enders |

**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden sind vertraut mit Besonderheiten von fluid-fluid und von fluid-solid Grenzflächeneigenschaften. Sie sind in der Lage, die Grenzflächeneigenschaften (Grenzflächenspannung, Dichte- und Konzentrationsprofile, Adsorptionsisotherme) mit makroskopischen und orts aufgelösten Methoden zu berechnen.

**Inhalt**

Gibbs-Methode, Dichtefunktionaltheorie, experimentelle Methoden zur Charakterisierung von Grenzflächen, Adsorption

**Zusammensetzung der Modulnote**

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Präsenzzeit: 30 h

Selbststudium: 60 h

Prüfungsvorbereitung: 30 h

**Empfehlungen**

Thermodynamik III, Programmierkenntnisse.

**Lehr- und Lernformen**

Integrierte Lehrveranstaltung

**Literatur**

H. T. Davis, Statistical Mechanics of Phases, Interfaces and

Thin Films, Wiley-VCH Verlag, 1995.

J.P. Hansen, I.R. McDonald, Theory of simple liquids, Elsevier, 2014



## 3.73 Modul: Grundlagen der Kontinuumsmechanik [M-MATH-103527]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Christian Wieners

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Einmalig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                   |      |         |
|---------------------|-----------------------------------|------|---------|
| T-MATH-107044       | Grundlagen der Kontinuumsmechanik | 3 LP | Wieners |

### Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

### Voraussetzungen

keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- die grundlegenden Begriffe der Kontinuumsmechanik erklären
- Modelle der Kontinuumsmechanik unterscheiden und ihre Eigenschaften analysieren
- Methoden und Prinzipien der mathematischen Modellbildung für Festkörper und Strömungen anwenden

### Inhalt

- Kinematische Grundlagen
- Bilanzgleichungen für statische Probleme, Cauchy-Theorem
- Elastische Materialien
- Hyperelastische Materialien
- Bilanzgleichungen für dynamische Probleme, Reynolds-Theorem
- Newtonsche Fluide
- Nicht-Newtonsche Fluide

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Optimierungstheorie

**M****3.74 Modul: Grundlagen der Künstlichen Intelligenz [M-INFO-106014]**

**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Pascal Friederich  
Prof. Dr. Gerhard Neumann

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** Informatik

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                        |      |                     |
|---------------------|----------------------------------------|------|---------------------|
| T-INFO-112194       | Grundlagen der Künstlichen Intelligenz | 5 LP | Friederich, Neumann |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-INFO-100819 - Kognitive Systeme** darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**

- Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der klassischen künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens.
- Die Studierenden verstehen die Algorithmen und Methoden der klassischen KI, und können diese sowohl abstrakt beschreiben als auch praktisch implementieren und anwenden.
- Die Studierenden verstehen die Methoden des maschinellen Lernens und dessen mathematische Grundlagen. Sie kennen Verfahren aus den Bereichen des überwachten und unüberwachten Lernens sowie des bestärkenden Lernens, und können diese praktisch einsetzen.
- Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende Anwendungen von Methoden des maschinellen Lernens in den Bereichen Computer Vision, Natural Language Processing und Robotik.
- Die Studierenden können dieses Wissen auf neue Anwendungen übertragen, sowie verschiedene Methoden analysieren und vergleichen.

**Inhalt**

Dieses Modul behandelt die theoretischen und praktischen Aspekte der künstlichen Intelligenz, incl. Methoden der klassischen KI (Problem Solving & Reasoning), Methoden des maschinellen Lernens (überwacht und unüberwacht), sowie deren Anwendung in den Bereichen computer vision, natural language processing, sowie der Robotik.

**Überblick****Einführung**

- Historischer Überblick und Entwicklungen der KI und des maschinellen Lernens, Erfolge, Komplexität, Einteilung von KI-Methoden und Systemen
- Lineare Algebra, Grundlagen, Lineare Regression

**Teil 1: Problem Solving & Reasoning**

- Problem Solving, Search, Knowledge, Reasoning & Planning
- Symbolische und logikbasierte KI
- Graphische Modelle, Kalman/Bayes Filter, Hidden Markov Models (HMMs), Viterbi
- Markov Decision Processes (MDPs)

**Teil 2: Machine Learning - Grundlagen**

- Klassifikation, Maximum Likelihood, Logistische Regression
- Deep Learning, MLPs, Back-Propagation
- Over/Underfitting, Model Selection, Ensembles
- Unsupervised Learning, Dimensionalitätsreduktion, PCA, (V)AE, k-means clustering
- Density Estimation, Gaussian Mixture models (GMMs), Expectation Maximization (EM)

**Teil 3: Machine Learning - Vertiefung und Anwendung**

- Computer Vision, Convolutions, CNNs
- Natural Language Processing, RNNs, Encoder/Decoder
- Robotik, Reinforcement Learning

**Arbeitsaufwand**

2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung

8 Stunden Arbeitsaufwand pro Woche, plus 30 Stunden Klausurvorbereitung: 150 Stunden

**Empfehlungen**

LA II

**M****3.75 Modul: Grundlagen der Nanotechnologie I [M-PHYS-102097]**

**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Gernot Goll  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik  
**Bestandteil von:** [Experimentalphysik \(Experimentalphysik\)](#)

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

**Pflichtbestandteile**

|               |                                                  |      |      |
|---------------|--------------------------------------------------|------|------|
| T-PHYS-102529 | <a href="#">Grundlagen der Nanotechnologie I</a> | 4 LP | Goll |
|---------------|--------------------------------------------------|------|------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden vertiefen ihr Wissen auf einem Gebiet der Nano-Physik, beherrschen die relevanten theoretischen Konzepte und sind mit grundlegenden Techniken und Messmethoden der Nano-Analytik und der Lithographie vertraut.

**Inhalt**

Einführung in zentrale Gebiete der Nanotechnologie;

Vermittlung der konzeptionellen, theoretischen und insbesondere methodischen Grundlagen:

- Methoden der Abbildung und Charakterisierung (Nanoanalytik)  
Grundlegende Konzepte der Elektronenmikroskopie und der damit verbundenen analytischen Möglichkeiten werden einführend behandelt. Rastersondenverfahren wie die Tunnel- und die Kraftmikroskopie zur Untersuchung und Abbildung leitfähiger bzw. isolierender Probenoberflächen werden diskutiert. Ergänzend werden spektroskopische Möglichkeiten der Rastersondenverfahren erläutert.
- Methoden der Herstellung von Nanostrukturen (Lithographie und Selbstorganisation)  
Entlang der einzelnen Prozessschritte von der Belackung über die Belichtung bis hin zur Strukturübertragung durch Ätzen und Bedampfen werden die eingesetzten Methoden erläutert, deren Einsatzgrenzen diskutiert und aktuelle Entwicklungen aufgezeigt.

Die Vorlesung „Nanotechnologie II“ behandelt im Sommersemester Anwendungsgebiete und aktuelle Forschungsthemen.

**Arbeitsaufwand**

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung. (90 Stunden)

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik und der Quantenmechanik werden erwartet.

**Lehr- und Lernformen**

Vorlesung 2 SWS

**Literatur**

Zur Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes wird auf verschiedene Lehrbücher sowie Original- und Übersichtsartikel verwiesen. Eine ausführliche Liste wird in der Vorlesung genannt.

**M****3.76 Modul: Grundlagen der Nanotechnologie II [M-PHYS-102100]**

**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Gernot Goll  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik  
**Bestandteil von:** [Experimentalphysik \(Experimentalphysik\)](#)

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                   |      |      |
|---------------------|---------------------------------------------------|------|------|
| T-PHYS-102531       | <a href="#">Grundlagen der Nanotechnologie II</a> | 4 LP | Goll |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

Der Studierende vertieft sein Wissen auf dem Gebiet der Nanophysik, beherrscht die relevanten theoretischen Konzepte und ist mit den grundlegenden Anwendungsbereichen der Nanophysik vertraut. Der Studierende ist befähigt, aktuelle Daten und Abbildungen aus der wissenschaftlichen Literatur zu interpretieren und den aktuellen Stand der Forschung sowie wichtige „offene Fragen“ darzustellen.

**Inhalt**

Einführung in zentrale Gebiete der Nanotechnologie

Vermittlung der konzeptionellen, theoretischen und insbesondere methodischen Grundlagen;

Anwendungen und aktuelle Entwicklungen u.a. aus den Bereichen Nanoelektronik, Nanooptik, Nanomechanik, Nanotribologie, Biologische Nanostrukturen, Selbstorganisierte Nanostrukturen.

Ergänzend hierzu behandelt die Vorlesung „Grundlagen der Nanotechnologie I“ im Wintersemester Methoden der Abbildung, Charakterisierung und der Herstellung von Nanostrukturen.

**Arbeitsaufwand**

120 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (30 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (90 Stunden)

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik und der Quantenmechanik werden erwartet.

**Lehr- und Lernformen**

Vorlesung 2 SWS

**Literatur**

Zur Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes wird auf verschiedene Lehrbücher sowie Original- und Übersichtsartikel verwiesen. Eine ausführliche Liste wird in der Vorlesung genannt.

**M****3.77 Modul: Grundlagen der Verbrennungstechnik [M-CIWVT-103069]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                    |      |        |
|---------------------|----------------------------------------------------|------|--------|
| T-CIWVT-106104      | <a href="#">Grundlagen der Verbrennungstechnik</a> | 6 LP | Trimis |

**Erfolgskontrolle(n)**

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.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

- Die Studierenden sind in der Lage, die Eigenschaften der verschiedenen Flammentypen zu beschreiben und zu erklären.
- Die Studenten können die wichtigsten Verbrennungseigenschaften wie Flammentemperatur und Flammengeschwindigkeit quantitativ schätzen/berechnen. Sie verstehen die physikalisch-chemischen Mechanismen, die die Entflammbarkeitsgrenzen und Löschstrecken beeinflussen.
- Die Studierenden verstehen und können den Einfluss bzw. die Wechselwirkung von Turbulenzen, Wärme und Stoffaustausch auf reaktive Strömungen beurteilen.
- Die Studierenden verstehen die Flammenstruktur und die hierarchische Struktur der reaktionskinetischen Mechanismen.
- Die Studierenden verstehen und können den Einfluss der Interaktion zwischen verschiedenen Zeitskalen der chemischen Kinetik und dem Fluidstrom bei der Reaktion von Strömungen beurteilen.
- Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionsfähigkeit der Brenner im Hinblick auf die Anwendung zu beurteilen und zu bewerten.

**Inhalt**

- Einführung und Stellenwert der Verbrennungstechnik
- Thermodynamik technischer Verbrennung: Stoffumsatz und Enthalpieumsatz
- Gleichgewichtszusammensetzung
- Verbrennungstemperatur
- Reaktionsmechanismen in Verbrennungsprozessen
- Laminare Brenngeschwindigkeit und thermische Flammentheorie
- Kinetik von Verbrennungsvorgängen; Verbrennungstechnische Kenngrößen: Zündgrenzen, Zündtemperatur, Zündenergie, Zündverzug, Löschabstand, Flammpunkt, Oktan und Cetanzahl
- Turbulente Flammenausbreitung
- Industrielle Brennertypen

**Arbeitsaufwand**

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 25 h
- Prüfungsvorbereitung: 110 h

**Literatur**

- K.K. Kuo: Principles of Combustion, John Wiley & Sons, Hoboken, New York 2005
- J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble: Combustion, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2006
- S.R. Turns: An Introduction to Combustion - Concepts and Applications, McGraw-Hill, Boston 2000
- I. Glassman: Combustion, Academic Press, New York, London 1996

**M****3.78 Modul: Gruppenwirkungen in der Riemannschen Geometrie [M-MATH-102954]****Verantwortung:** Prof. Dr. Wilderich Tuschmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
5**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                                |      |           |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-105925       | <a href="#">Gruppenwirkungen in der Riemannschen Geometrie</a> | 5 LP | Tuschmann |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- verstehen grundlegende Fragestellungen aus der Theorie der Gruppenwirkungen auf Riemannschen Mannigfaltigkeiten,
- erkennen die Relevanz der Gruppenwirkungen für Probleme in der Riemannschen Geometrie,
- sind grundsätzlich in der Lage, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und eine Abschlussarbeit auf dem Gebiet der Gruppenwirkungen auf Riemannschen Mannigfaltigkeiten zu schreiben.

**Inhalt**

Gruppenwirkungen

- Isotropiegruppen, Bahnen, Bahnenraum.
- Scheibensatz.
- Homogene Räume, Kohomogenität-Eins-Mannigfaltigkeiten.

Geometrie der Bahnenräume

- Elementare Alexandrov-Geometrie.
- Positive Krümmung und Abstandsfunktion.

Krümmung und Gruppenwirkungen

- Der Satz von Hsiang-Kleiner und seine Verallgemeinerungen.
- Symmetrierang von Mannigfaltigkeiten mit positiver Krümmung.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Differentialgeometrie" werden empfohlen.

**M****3.79 Modul: Halbgruppentheorie für die Navier-Stokes-Gleichungen [M-MATH-106663]**

**Verantwortung:** Dr. rer. nat. Patrick Tolksdorf  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                                      |      |           |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-113415       | <a href="#">Halbgruppentheorie für die Navier-Stokes-Gleichungen</a> | 6 LP | Tolksdorf |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.)

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen sind mit wesentlichen Konzepten der Halbgruppentheorie, wie analytische Halbgruppen und gebrochene Potenzen von sektoriellen Operatoren, vertraut. Sie sind in der Lage, diese auf den Stokes-Operator anzuwenden und daraus grundlegende Regularitätseigenschaften von Lösungen der Stokes-Gleichungen abzuleiten. Ferner können sie diese verwenden, um mittels einer Iterationsmethode Lösungen der Navier-Stokes-Gleichungen in kritischen Räumen zu konstruieren.

**Inhalt**

Inhalte aus der abstrakten Halbgruppentheorie:

- Sektorielle Operatoren
- Analytische Halbgruppen
- Gebrochene Potenzen

Inhalte aus der Strömungsmechanik:

- Helmholtz-Zerlegung
- Bogovskii-Operator
- Stokes-Operator
- Abbildungseigenschaften der Stokes-Halbgruppe
- Lösbarkeit der Navier-Stokes-Gleichungen in kritischen Räumen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Folgende Module werden dringend empfohlen: *Funktionalanalysis* und *Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen*.

**M****3.80 Modul: Harmonische Analysis [M-MATH-105324]****Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Level**  
 4

**Version**  
 2

| Pflichtbestandteile |                                      |      |                                        |
|---------------------|--------------------------------------|------|----------------------------------------|
| T-MATH-111289       | <a href="#">Harmonische Analysis</a> | 8 LP | Frey, Kunstmann, Schnaubelt, Tolksdorf |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von etwa 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studenten kennen die Darstellung von (quadrat-)integrierbaren Funktionen durch Fourierreihen, die Konvergenztheorie dieser Reihen sowie den Zusammenhang zwischen Glattheit der Funktion und dem Abfall der Fourierkoeffizienten und können dies an einfachen Beispielen demonstrieren. Eigenschaften der Fouriertransformation beherrschen sie im Rahmen der Lebesgueräume und der Distributionen. Anhand expliziter Lösungen für die Wärmeleitungs-, die Wellen- und die Schrödingergleichung erkennen sie die Bedeutung der Fourieranalysis für die angewandte Mathematik. Sie beherrschen die grundlegenden Beschränktheitsaussagen für singuläre Integrale, z.B. für die Hilberttransformation. Dabei erkennen sie die Bedeutung und Anwendbarkeit von Interpolationsmethoden und Fouriermultiplikatorensätzen.

**Inhalt**

- Fourier Reihen
- Die Fourier Transformation auf  $L^1$  und  $L^2$
- Temperierte Distributionen und ihre Fourier Transformation
- Explizite Lösungen der Wärmeleitungs-, Schrödinger- und Wellengleichung im  $\mathbb{R}^n$
- Hilbert Transformation
- Der Interpolationssatz von Marcinkiewicz
- Singuläre Integraloperatoren
- Der Fourier Multiplikatorensatz von Mihlin

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Prüfung.

**Anmerkungen**

Turnus: Alle zwei Jahre.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### **Empfehlungen**

Das Modul "Funktionalanalysis" sollte bereits belegt worden sein.

**M****3.81 Modul: Harmonische Analysis 2 [M-MATH-106486]****Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                        |      |                            |
|---------------------|----------------------------------------|------|----------------------------|
| T-MATH-113103       | <a href="#">Harmonische Analysis 2</a> | 8 LP | Frey, Kunstmann, Tolksdorf |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- können wesentliche Resultate zu Riesztransformationen und zur Littlewood-Paley-Theorie nennen und erörtern;
- können grundlegende Resultate zu Hardy-Räumen und BMO nennen, erörtern und zueinander in Beziehung setzen;
- können wichtige Resultate zu oszillierenden Integralen nennen und auf Beispiele anwenden;
- können grundlegende Resultate in der Behandlung dispersiver Gleichungen nennen und zueinander in Beziehung setzen;
- beherrschen wichtige Beweistechniken für singuläre Integraloperatoren und oszillierende Integrale und können zentrale Beweise skizzieren;
- sind darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit im Bereich Harmonische Analysis oder disperse Gleichungen zu schreiben.

**Inhalt**

- Riesztransformationen und verwandte singuläre Integraloperatoren,
- Littlewood-Paley-Theorie,
- Hardy-Raum  $H^1$  und der Raum BMO,
- scharfe Maximalfunktion und good-lambda-Ungleichungen,
- oszillierende Integrale, disperse Abschätzungen, Strichartz-Abschätzungen,
- Anwendungen auf verschiedene Differentialgleichungen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### **Empfehlungen**

Folgende Module werden dringend empfohlen: "Harmonische Analysis", "Funktionalanalysis".

**M****3.82 Modul: Hochtemperatur-Verfahrenstechnik [M-CIWVT-103075]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Dieter Stapf**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                  |      |       |
|---------------------|--------------------------------------------------|------|-------|
| T-CIWVT-106109      | <a href="#">Hochtemperatur-Verfahrenstechnik</a> | 6 LP | Stapf |

**Erfolgskontrolle(n)**

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

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden identifizieren Anforderungen an Hochtemperaturprozesse aus der Problemstellung. Durch geeignete Bilanzierung unter Berücksichtigung relevanter kinetischer Vorgänge ermitteln sie daraus die erforderlichen Prozessparameter. Sie sind fähig, hierfür geeignete Reaktoren und Prozesskomponenten auszuwählen. Somit können die Studierenden unterschiedliche Verfahren der Prozessindustrie kritisch beurteilen und Lösungen für neue Problemstellungen der HTVT systematisch entwickeln.

**Inhalt**

Hochtemperaturprozesse im Beispiel; Verbrennungstechnische Grundlagen; Wärmeübertragung durch Strahlung; Wärmeaustauschrechnung für Hochtemperaturanlagen; Metallische und keramische Hochtemperaturwerkstoffe; Beispiele zur Konstruktion von Hochtemperaturanlagen.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**

Dieses Modul behandelt die Hochtemperaturverfahrenstechnik als Querschnittsthema verschiedener verfahrenstechnischer Fachgebiete. Im Rahmen der Übungen findet die Anwendung der erlernten Grundlagen in der Prozessbeurteilung anhand konkreter Beispiele der HTVT statt.

**Arbeitsaufwand**

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



### 3.83 Modul: Homotopietheorie [M-MATH-102959]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roman Sauer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Sprache | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|---------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | Deutsch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                  |      |       |
|---------------------|----------------------------------|------|-------|
| T-MATH-105933       | <a href="#">Homotopietheorie</a> | 8 LP | Sauer |

#### Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 25 min.

#### Voraussetzungen

Keine

#### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- können Homotopiegruppen und Kohomologiealgebren grundlegender Beispielsräume berechnen
- beherrschen fortgeschrittene Techniken der homologischen Algebra
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten

#### Inhalt

- Bordismustheorie
- höhere Homotopiegruppen
- Spektralsequenzen

#### Zusammensetzung der Modulnote

Notenbildung: Note der Prüfung

#### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

#### Empfehlungen

Die Inhalte der Module „Einführung in die Geometrie und Topologie“ bzw. „Elementare Geometrie“ und "Algebraische Topologie I,II" werden dringend empfohlen.

**M****3.84 Modul: Informationssicherheit [M-INFO-106015]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Hannes Hartenstein  
Prof. Dr. Thorsten Strufe

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** Informatik

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                        |      |                     |
|---------------------|------------------------|------|---------------------|
| T-INFO-112195       | Informationssicherheit | 5 LP | Hartenstein, Strufe |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

Der /die Studierende

- Kenntnis der Grundlagen und Grundbegriffe von Kryptographie und IT-Sicherheit
- Kenntnis von Bedrohungen, Angreifermodellen, Schutzziele und Sicherheitsdiensten
- Verständnis von Techniken und Sicherheitsprimitiven zur Erlangung der Schutzziele (One-Time-Pad und Strom-Chiffren, Pseudozufall, Pseudozufallspemutationen, Block-Chiffren und ihre Operationsmodi, Public-Key-Verschlüsselung, Hash-Funktionen, Message-Authentication-Codes)
- Einblick in wissenschaftliche Bewertungs- und Analysemethodik von IT-Sicherheit (Spielbasierte Formalisierung von Vertraulichkeit und Integrität, Security Notions, informationstheoretische Sicherheit vs. semantische Sicherheit)
- Grundlagen der Sicherheitsprotokolle (Schlüsselaustausch, Authentisierung, Sicherheit im Netz: IPsec und TLS)
- Einblick in weitere Ansätze der IT-Sicherheit (Zugangskontrolle, reaktive Sicherheit und Angriffserkennung)
- Verständnis von Daten-Arten, Personenbezug, rechtliche und technische Grundlagen des Datenschutzes
- Grundlagen der Systemsicherheit (Spam und Phishing, Schwachstellen in Software und Malware, Sicherheit von Web-Anwendungen, Benutzbarkeit zur Erhöhung der Sicherheit)
- Verständnis des IT-Sicherheitsmanagements und seiner Zertifizierungen (IT-Security Lifecycle, BSI Grundschutz/Common Criteria)

**Inhalt**

- Grundbegriffe, Grundlagen und historischer Überblick
- Mathematische Grundlagen (Diskrete Wahrscheinlichkeiten, Zahlentheorie) und Methoden der IT-Sicherheit
- Symmetrische Verschlüsselung, Pseudozufall
- Block-Chiffren und Operationsmodi
- Techniken der Integritätssicherung (Hash-Funktionen, MACs, Schlüsselaustausch)
- Asymmetrische Verschlüsselung
- Authentisierung mit Authentisierungsfaktoren und Zugangskontrolle
- Systemsicherheit (Schwachstellen)
- Systemsicherheit (Malware)
- Grundlagen Netzsicherheit (IPsec, HTTPS, TLS)
- Reaktive Sicherheit (Angriffserkennung)
- Sicherheit von Web-Anwendungen
- Recht auf Datenschutz, Technischer Datenschutz, Anonymität im Netz, Daten-Anonymisierung/Veröffentlichungskontrolle
- IT-Sicherheitsmanagement und Zusammenfassung

**Arbeitsaufwand**

Präsenzzeit in der Vorlesung und Übung: 42 h

Vor-/Nachbereitung derselbigen: 42 h

Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 66 h

**Empfehlungen**

Vorkenntnisse aus **Theoretische Grundlagen der Informatik** und Betriebssysteme werden dringend empfohlen.

### **Literatur**

- Katz/Lindell: Introduction to Modern Cryptography (Chapman & Hall)
- Schäfer/Roßberg: Netzsicherheit (dpunkt)
- Anderson: Security Engineering (Wiley, auch online)
- Stallings/Brown: Computer Security (Pearson)
- Pfleeger, Pfleeger, Margulies: Security in Computing (Prentice Hall)



## 3.85 Modul: Integralgleichungen [M-MATH-102874]

**Verantwortung:** PD Dr. Frank Hettlich

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                     |      |                             |
|---------------------|-------------------------------------|------|-----------------------------|
| T-MATH-105834       | <a href="#">Integralgleichungen</a> | 8 LP | Arens, Griesmaier, Hettlich |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30min.).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können Integralgleichungen klassifizieren und hinsichtlich Existenz und Eindeutigkeit mittels Methoden der Störungstheorie und der Fredholmtheorie untersuchen. Beweisideen der Herleitung der Fredholmtheorie sowie der Störungstheorie insbesondere bei Faltungsgleichungen können sie beschreiben und erläutern. Darüberhinaus können die Studierenden klassische Randwertprobleme zu gewöhnlichen linearen Differentialgleichungen und zur Potentialtheorie durch Integralgleichungen formulieren und analysieren.

### Inhalt

- Riesz- und Fredholmtheorie
- Fredholmsche und Volterrasche Integralgleichungen
- Anwendungen in der Potentialtheorie
- Faltungsgleichungen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung



## 3.86 Modul: Internetseminar für Evolutionsgleichungen [M-MATH-102918]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Schnaubelt  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Sprache          | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|------------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                           |      |                                        |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|------|----------------------------------------|
| T-MATH-105890       | <a href="#">Internetseminar für Evolutionsgleichungen</a> | 8 LP | Frey, Kunstmann, Schnaubelt, Tolksdorf |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können die Grundideen, Begriffe und Aussagen eines Teilbereichs der Theorie der Evolutionsgleichungen erläutern und an Beispielen anwenden. Sie können sich diese Thematik ausgehend von einem Skriptum erarbeiten und in einem Lektürekurs diskutieren.

### Inhalt

Ein Teilbereich der Theorie der Evolutionsgleichungen wird vorgestellt. Die nötigen Grundlagen (jenseits der Inhalte einer einführenden Vorlesung in Funktionalanalysis) werden erarbeitet. Die Grundbegriffe, Aussagen und Methoden des jeweiligen Teilbereichs werden systematisch behandelt. Anwendungen der Theorie werden diskutiert.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Anmerkungen

Das Internetseminar hat jährlich wechselnde Hauptorganisatoren, die ein Manuskript mit Übungen verschicken und ein Webseite mit Diskussionsforen bereitstellen. In Karlsruhe wird im Wintersemester in einem zweistündigen Lektürekurs das Material besprochen, das etwa den Umfang einer vierstündigen Vorlesung mit Übung hat. Es besteht die Möglichkeit (außerhalb unserer Module) während des Sommersemesters an einem Projekt zu arbeiten und dies auf einem Abschlussworkshop im Juni vorzustellen. Weitere Informationen und Details zu den aktuellen Inhalten findet man auf der Webseite von Roland Schnaubelt, <http://www.math.kit.edu/iana3/~schnaubelt/de>

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 210 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Inhalte des Moduls "Funktionalanalysis" werden dringend empfohlen.

**M****3.87 Modul: Introduction to Convex Integration [M-MATH-105964]****Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                    |      |           |
|---------------------|----------------------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-112119       | <a href="#">Introduction to Convex Integration</a> | 3 LP | Zillinger |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

The main aim of this lecture is to introduce students to convex integration as a tool to construct solutions to partial differential equations.

In particular, they will be able to

- discuss the structure of convex integration algorithms,
- state major theorems and their relation,
- discuss regularity of convex integration solutions and uniqueness,
- discuss building blocks of constructions and their properties.

**Inhalt**

This lecture provides an introduction to the methods of convex integration and its applications:

- for isometric immersions,
- for the m-well problem in elasticity,
- for equations of fluid dynamics and
- higher regularity of convex integration solutions.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Vorlesung einschließlich mündlicher Prüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module "Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen" und "Funktionalanalysis" werden empfohlen.

**M****3.88 Modul: Introduction to Kinetic Equations [M-MATH-105837]****Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
Zusatzleistungen**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                                                   |      |           |
|---------------------|---------------------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-111721       | <a href="#">Introduction to Kinetic Equations</a> | 3 LP | Zillinger |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

The main aim of this lecture is to introduce students to the theory of kinetic transport equations. In particular, by the end of the course students will be able to

- discuss properties of the free transport, Boltzmann and Vlasov-Poisson equations,
- state major theorems and their relation,
- discuss notions of solutions and their properties,
- discuss the effects of phase mixing and challenges of nonlinear equations.

**Inhalt**

Mathematical description and analysis of kinetic transport equations:

- the free transport, Boltzmann and Vlasov-Poisson equations,
- linear theory, phase mixing and Landau damping,
- equilibrium solutions and stability,
- nonlinear results and methods,
- renormalized solutions.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich mündlicher Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Kurses 'Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen' werden empfohlen.



## 3.89 Modul: Introduction to Microlocal Analysis [M-MATH-105838]

**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Xian Liao

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                     |      |      |
|---------------------|-----------------------------------------------------|------|------|
| T-MATH-111722       | <a href="#">Introduction to Microlocal Analysis</a> | 3 LP | Liao |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

keine

### Qualifikationsziele

- Students will become familiar with the notions of Fourier multipliers and pseudo-differential operators
- Students can state major theorems and their relation
- Students will understand the structure of the propagation of singularities by introducing the wave front set and apply them to the domain of partial differential equations, control theory, etc.

### Inhalt

1. Pseudo-differential operators
2. Symbolic calculus
3. Wavefront set
4. Propagation of singularities
5. Microlocal defective measure

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich mündlicher Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die Modulprüfung

### Empfehlungen

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein: "Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen" und "Funktionalanalysis".



## 3.90 Modul: Inverse Probleme [M-MATH-102890]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Griesmaier

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                  |      |                                     |
|---------------------|----------------------------------|------|-------------------------------------|
| T-MATH-105835       | <a href="#">Inverse Probleme</a> | 8 LP | Arens, Griesmaier, Hettlich, Rieder |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können gegebene Probleme hinsichtlich Gut- oder Schlechtgestellttheit unterscheiden. Sie können die allgemeine Theorie zu schlecht gestellten linearen Problemen und deren Regularisierung in Hilberträumen zusammen mit den Beweisideen beschreiben. Darüberhinaus können die Studierenden Regularisierungsverfahren wie etwa die Tikhonovregularisierung analysieren und hinsichtlich ihrer Konvergenz beurteilen.

### Inhalt

- Kompakte Operatorgleichungen
- Schlecht gestellte Probleme
- Regularisierungstheorie
- Tikhonov Regularisierung bei linearen Gleichungen
- Iterative Regularisierungsverfahren
- Beispiele schlecht gestellter Probleme

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Das Modul "Funktionalanalysis" oder "Integralgleichungen" sollte bereits belegt worden sein.

**M****3.91 Modul: IT-Sicherheit [M-INFO-106315]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Jörn Müller-Quade  
TT-Prof. Dr. Christian Wressnegger

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** **Informatik**

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

| Pflichtbestandteile |               |      |                              |
|---------------------|---------------|------|------------------------------|
| T-INFO-112818       | IT-Sicherheit | 6 LP | Müller-Quade,<br>Wressnegger |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

Der /die Studierende

- hat vertiefte Kenntnisse von Kryptographie und IT-Sicherheit
- kennt und versteht anspruchsvollen Techniken und Sicherheitsprimitive zur Erlangung der Schutzziele
- kennt und versteht wissenschaftliche Bewertungs- und Analysemethodik von IT-Sicherheit (spielbasierte Formalisierung von Vertraulichkeit und Integrität, Security und Anonymity Notions)
- hat ein gutes Verständnis von Daten-Arten, Personenbezug, rechtlichen und technischen Grundlagen des Datenschutzes
- kennt und versteht die Grundlagen der Systemsicherheit (Buffer Overflow, Return-oriented Programming, ...)
- kennt verschiedene Mechanismen für anonyme Kommunikation (TOR, Nym, ANON) und kann ihre Wirksamkeit beurteilen
- kennt und versteht Blockchains und deren Konsens-Mechanismen und kann ihre Stärken und Schwächen beurteilen

**Inhalt**

Dieses Stammmodul vertieft unterschiedliche Themenfelder der IT-Sicherheit. Hierzu gehören insbesondere:

- Kryptographie mit elliptischen Kurven
- Threshold-Kryptographie
- Zero-Knowledge Beweise
- Secret-Sharing
- Sichere Mehrparteienberechnung und homomorphe Verschlüsselung
- Methoden der IT-Sicherheit (Spielbasierte Analysen und das UC Modell)
- Krypto-Währungen und Konsens durch Proof-of-Work/Stake
- Anonymität im Internet, Anonymität bei Online-Payments
- Privatsphären-konformes maschinelles Lernen
- Sicherheit des maschinellen Lernens
- Systemsicherheit und Exploits
- Bedrohungsmodellierung und Quantifizierung von IT-Sicherheit

**Arbeitsaufwand**

Präsenzzeit in der Vorlesung und Übung: 56 h

Vor-/Nachbereitung derselbigen: 56 h

Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 68 h

**Empfehlungen**

Der Besuch der Vorlesung Informationssicherheit wird empfohlen.

**Literatur**

- Katz/Lindell: Introduction to Modern Cryptography (Chapman & Hall)
- Schäfer/Roßberg: Netzsicherheit (dpunkt)
- Anderson: Security Engineering (Wiley, auch online)
- Stallings/Brown: Computer Security (Pearson)
- Pfleeger, Pfleeger, Margulies: Security in Computing (Prentice Hall)

**M****3.92 Modul: Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen [M-MATH-102870]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                           |      |                                                    |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------|
| T-MATH-105832       | <a href="#">Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen</a> | 8 LP | Frey, Hundertmark, Lamm, Plum, Reichel, Schnaubelt |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen sind am Ende des Moduls mit grundlegenden Konzepten und Denkweisen auf dem Gebiet der partiellen Differentialgleichungen vertraut. Sie sind in der Lage, explizite Lösungen für gewisse Klassen partieller Differentialgleichungen zu berechnen und kennen Methoden zum Nachweis von qualitativen Eigenschaften von Lösungen.

**Inhalt**

- Beispiele partieller Differentialgleichungen
- Wellengleichung
- Laplace- und Poisson-Gleichung
- Wärmeleitungsgleichung
- Klassische Lösungsmethoden

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**M****3.93 Modul: Kognitive Systeme [M-INFO-100819]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerhard Neumann  
Prof. Dr. Alexander Waibel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** Informatik

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                   |      |                 |
|---------------------|-------------------|------|-----------------|
| T-INFO-101356       | Kognitive Systeme | 6 LP | Neumann, Waibel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

Studierende beherrschen

- Die relevanten Elemente eines technischen kognitiven Systems und deren Aufgaben.
- Die Problemstellungen dieser verschiedenen Bereiche können erkannt und bearbeitet werden.
- Weiterführende Verfahren können selbständig erschlossen und erfolgreich bearbeitet werden.
- Variationen der Problemstellung können erfolgreich gelöst werden.
- Die Lernziele sollen mit dem Besuch der zugehörigen Übung erreicht sein.

Die Studierenden beherrschen insbesondere die grundlegenden Methoden der Künstlichen Intelligenz, die nötig sind, um verschiedene Aspekte eines Kognitiven Systems verstehen zu können. Dies beinhaltet Suchverfahren, und Markov Decision Prozesse, welche den Entscheidungsfindungsprozess eines kognitiven Systems modellieren können. Des Weiteren werden verschiedene grundlegende Methoden für das Erlernen von Verhalten mit künstlichen Agenten verstanden und auch in den Übungen umgesetzt, wie zum Beispiel das Lernen von Demonstrationen und das Reinforcement Learning. Den Studierenden wird auch Basiswissen der Bildverarbeitung vermittelt, inklusive Kameramodelle, Bildrepräsentationen und Faltungen. Danach werden auch neue Methoden des Maschinellen Lernens in der Bildverarbeitung basierend auf Convolutional Neural Networks vermittelt und von den Studierenden in den Übungen umgesetzt. Die Studierenden werden ebenso mit Grundbegriffen der Robotik vertraut gemacht und können diese auf einfache Beispiele anwenden.

Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Methoden zur automatischen Signalvorverarbeitung und können deren Vor- und Nachteile benennen. Für ein gegebenes Problem sollen sie die geeigneten Vorverarbeitungsschritte auswählen können. Die Studierenden sollen mit der Taxonomie der Klassifikationssysteme arbeiten können und Verfahren in das Schema einordnen können. Studierende sollen zu jeder Klasse Beispielf Verfahren benennen können. Studierende sollen in der Lage sein, einfache Bayesklassifikatoren bauen und hinsichtlich der Fehlerwahrscheinlichkeit analysieren können. Studierende sollen die Grundbegriffe des maschinellen Lernens anwenden können, sowie vertraut sein mit Grundlegenden Verfahren des maschinellen Lernens. Die Studierenden sind vertraut mit den Grundzügen eines Multilayer-Perzeptrons und sie beherrschen die Grundzüge des Backpropagation Trainings. Ferner sollen sie weitere Typen von neuronalen Netzen benennen und beschreiben können. Die Studierenden können den grundlegenden Aufbau eines statistischen Spracherkennungssystems für Sprache mit großem Vokabular beschreiben. Sie sollen einfache Modelle für die Spracherkennung entwerfen und berechnen können, sowie eine einfache Vorverarbeitung durchführen können. Ferner sollen die Studierenden grundlegende Fehlermaße für Spracherkennungssysteme beherrschen und berechnen können.

**Inhalt**

Kognitive Systeme handeln aus der Erkenntnis heraus. Nach der Reizaufnahme durch Perzeptoren werden die Signale verarbeitet und aufgrund on erlernten Wissens gehandelt. In der Vorlesung werden die einzelnen Module eines kognitiven Systems vorgestellt. Hierzu gehören neben der Aufnahme und Verarbeitung von Umweltinformationen (z. B. Bilder, Sprache), die Zuordnung einzelner Merkmale mit Hilfe von Klassifikatoren, sowie die Entscheidungsfindung eines Kognitiven Systems mittels Lern- und Planungsmethoden und deren Umsetzung auf ein physikalisches kognitives System (einen Roboter). In den Übungen werden die vorgestellten Methoden durch Aufgaben (Programmierung sowie theoretische Rechenaufgaben) vertieft.

**Anmerkungen**

**Diese Lehrveranstaltung wird nicht mehr angeboten.**

**Bis Ende des WS23/24 werden die Prüfungen (inkl. Wiederholungsversuche) wie folgt angeboten:**

- **Kognitive Systeme mit den alten Inhalten Prüfung > Letztmalig 18.09.23**
- **GKI + Zusatzleistungen Prüfung > Letztmalig im WS23/24**

**Arbeitsaufwand**

180h, aufgeteilt in:

- ca 30h Vorlesungsbesuch
- ca 9h Übungsbesuch
- ca 90h Nachbearbeitung und Bearbeitung der Übungsblätter
- ca 50 + 1h Prüfungsvorbereitung

**Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.



## 3.94 Modul: Kombinatorik [M-MATH-102950]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Maria Aksenovich  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
siehe Anmerkungen

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
3

| Pflichtbestandteile |                              |      |            |
|---------------------|------------------------------|------|------------|
| T-MATH-105916       | <a href="#">Kombinatorik</a> | 8 LP | Aksenovich |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (2h).

Durch die erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb kann ein Bonus erworben werden. Um einen Bonus zu bekommen, muss man jeweils 50% der Punkte für die Lösungen der Übungsblätter 1-6 sowie der Übungsblätter 7-12 erwerben. Liegt die Note der schriftlichen Prüfung zwischen 4,0 und 1,3, so verbessert der Bonus die Note um eine Notenstufe (0,3 oder 0,4).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können grundlegende Begriffe und Techniken der Kombinatorik nennen, erörtern und anwenden. Sie können kombinatorische Probleme analysieren, strukturieren und formal beschreiben. Die Studierenden können Resultate und Methoden, wie das Inklusions-Exklusions-Prinzip, Erzeugendenfunktionen oder Young Tableaux, sowie die in den Beweisen entwickelten Ideen, auf kombinatorische Probleme anwenden. Insbesondere sind sie in der Lage, die Anzahl der geordneten und ungeordneten Arrangements gegebener Größe zu bestimmen oder die Existenz solcher Arrangements zu beweisen oder zu widerlegen. Die Studierenden sind fähig, Methoden aus dem Bereich der Kombinatorik zu verstehen und kritisch zu beurteilen. Desweiteren können die Studierenden in englischer Fachsprache kommunizieren.

### Inhalt

Die Vorlesung bietet eine Einführung in die Kombinatorik. Angefangen mit Problemen des Abzählens und Bijektionen, werden die klassischen Methoden des Inklusion-Exklusions-Prinzip und der erzeugenden Funktionen behandelt. Weitere Themengebiete beinhalten Catalan-Familien, Permutationen, Partitionen, Young Tableaux, partielle Ordnungen und kombinatorische Designs.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist Note der schriftlichen Prüfung.

### Anmerkungen

- Turnus: jedes zweite Jahr im Sommersemester
- Unterrichtssprache: Englisch

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Kenntnisse aus den Vorlesungen Lineare Algebra 1 und 2 sowie Analysis 1 und 2 sind empfohlen.

**M****3.95 Modul: Komplexe Analysis [M-MATH-102878]****Verantwortung:** PD Dr. Gerd Herzog**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Level**  
 4

**Version**  
 1

| Pflichtbestandteile |                                   |      |                                              |
|---------------------|-----------------------------------|------|----------------------------------------------|
| T-MATH-105849       | <a href="#">Komplexe Analysis</a> | 8 LP | Herzog, Plum, Reichel, Schnaubelt, Tolksdorf |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung Komplexe Analysis erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min)

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- die Grundbegriffe und Resultate der Theorie unendlicher Produkte erläutern und im Rahmen der Weierstraßschen Sätze in Beispielen anwenden
- den Satz von Mittag-Leffler wiedergeben und aus ihm Folgerungen ableiten
- den Riemannschen Abbildungssatz erläutern und beschreiben, wie der Satz von Montel lautet und wie dieser Satz in den Beweis der Riemannschen Satzes eingeht
- die wichtigsten Eigenschaften der Klasse  $S$  der schlichten Funktionen nennen und die (bewiesene) Bieberbachsche Vermutung formulieren
- die Grundbegriffe der Theorie harmonischer Funktionen erläutern und in Beispielen anwenden.
- das Schwarzsche Spiegelungsprinzip erläutern
- Eigenschaften regulärer und singulärer Punkte bei Potenzreihen beschreiben und in Beispielen diskutieren.

**Inhalt**

- unendliche Produkte
- Satz von Mittag-Leffler
- Satz von Montel
- Riemannscher Abbildungssatz
- Konforme Abbildungen
- schlichte Funktionen
- Automorphismen spezieller Gebiete
- harmonische Funktionen
- Schwarzsches Spiegelungsprinzip
- reguläre und singuläre Punkte von Potenzreihen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Grundlagen der Funktionentheorie, etwa aus dem Modul „Analysis 4“ sind empfohlen.

**M****3.96 Modul: Komplexe Geometrie [M-MATH-106776]****Verantwortung:** Jun.-Prof. Dr. Claudio Llosa Isenrich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
Zusatzleistungen**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                    |      |                |
|---------------------|------------------------------------|------|----------------|
| T-MATH-113614       | <a href="#">Komplexe Geometrie</a> | 6 LP | Llosa Isenrich |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- können den Aufbau der komplexen Geometrie nachvollziehen und ihre Aussagen auf konkrete Fragestellungen anwenden;
- können wichtige Resultate zu kompakten Kählermannigfaltigkeiten und deren Topologie erläutern, zueinander in Beziehung setzen, und auf Beispiele anwenden;
- können Beweise wichtiger Resultate aus der Vorlesung skizzieren;
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

**Inhalt**

- Einführung in die komplexe Analysis in mehreren Variablen
- Komplexe Mannigfaltigkeiten, komplexe Vektorbündel und komplexe Formen
- Einführung in die Theorie der Kählermannigfaltigkeiten und wichtige Beispiele
- Die Kähleridentitäten und ihre Konsequenzen
- Dolbeaultkohomologie und der Hodgezerlegungssatz

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Kenntnisse der Funktionentheorie (z.B. "Analysis 4") und der Differentialgeometrie werden dringend empfohlen. Das gleiche gilt für die Inhalte der Module "Elementare Geometrie" und "Einführung in Algebra und Zahlentheorie".



## 3.97 Modul: Konvexe Geometrie [M-MATH-102864]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Daniel Hug

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                   |      |     |
|---------------------|-----------------------------------|------|-----|
| T-MATH-105831       | <a href="#">Konvexe Geometrie</a> | 8 LP | Hug |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden

- kennen grundlegende kombinatorische, geometrische und analytische Eigenschaften von konvexen Mengen und konvexen Funktionen und wenden diese auf verwandte Problemstellungen an,
- sind mit grundlegenden geometrischen und analytischen Ungleichungen für Funktionale konvexer Mengen und ihren Anwendungen auf geometrische Extremalprobleme vertraut und können zentrale Beweiseideen und Beweistechniken angeben,
- kennen ausgewählte Integralformeln für konvexe Mengen und die hierfür erforderlichen Grundlagen über invariante Maße.
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

### Inhalt

1. Konvexe Mengen
  - 1.1. Kombinatorische Eigenschaften
  - 1.2. Trennungs- und Stützeigenschaften
  - 1.3. Extremale Darstellungen
2. Konvexe Funktionen
  - 2.1. Grundlegende Eigenschaften
  - 2.2. Regularität
  - 2.3. Stützfunktion
3. Brunn-Minkowski-Theorie
  - 3.1. Hausdorff-Metrik
  - 3.2. Volumen und Oberfläche
  - 3.3. Gemischte Volumina
  - 3.4. Geometrische Ungleichungen
  - 3.5. Oberflächenmaße
  - 3.6. Projektionsfunktionen
4. Integralgeometrische Formeln
  - 4.1. Invariante Maße
  - 4.2. Projektions- und Schnittformel
  - 4.3. Kinematische Formel

### Zusammensetzung der Modulnote

Notenbildung: Note der Prüfung

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Literatur**

D. Hug, W. Weil: Lectures on Convex Geometry. Graduate Texts in Mathematics, Vol. 286, Springer, Cham, 2020.



## 3.98 Modul: Kurven auf Flächen [M-MATH-106632]

**Verantwortung:** Dr. Elia Fioravanti

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                    |      |            |
|---------------------|------------------------------------|------|------------|
| T-MATH-113364       | <a href="#">Kurven auf Flächen</a> | 3 LP | Fioravanti |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20-30 Minuten).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- haben ein tieferes Verständnis der Topologie und Geometrie von Flächen sowie der Struktur ihrer Homöomorphismen;
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten;
- sind darauf vorbereitet, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und Abschlussarbeiten im Umfeld der Abbildungsklassengruppen zu schreiben.

### Inhalt

- Homotopien und Isotopien von Kurven auf Flächen,
- Abbildungsklassengruppen von Flächen,
- Nielsen-Thurston-Klassifikation der Homöomorphismen von Flächen,
- Teichmüller-Raum.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Inhalte der Vorlesungen 'Einführung in Geometrie und Topologie' bzw. 'Elementare Geometrie' werden empfohlen. Die Vorlesungen 'Hyperbolische Geometrie' und 'Algebraische Topologie' können ein tieferes Verständnis des Lehrstoffs erleichtern.



## 3.99 Modul: L2-Invarianten [M-MATH-102952]

**Verantwortung:** Dr. Holger Kammeyer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                |      |                 |
|---------------------|--------------------------------|------|-----------------|
| T-MATH-105924       | <a href="#">L2-Invarianten</a> | 5 LP | Kammeyer, Sauer |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 25 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- verstehen Motivation und Umsetzung der Definitionen von L2-Invarianten,
- kennen Methodik und Werkzeuge, sie in einfachen Beispielen zu berechnen,
- wissen um die Relevanz der L2-Invarianten in verschiedenen mathematischen Gebieten und können sie in diesen Zusammenhängen einsetzen.

### Inhalt

- Hilbertmoduln und von-Neumann-Dimension
- L2-Betti-Zahlen von CW-Komplexen und Gruppen
- Novikov-Shubin-Invarianten
- Fuglede-Kadison-Determinante und L2-Torsion

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Anmerkungen

Wird nicht mehr angeboten.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Inhalte der Module "Einführung in Geometrie und Topologie" bzw. "Elementare Geometrie" (Fundamentalgruppe und Überlagerungen) sowie "Algebraische Topologie" (CW-Komplexe, Kettenkomplexe, Homologie) werden benötigt.



## 3.100 Modul: Lie Gruppen und Lie Algebren [M-MATH-104261]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Hartnick

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                              |      |          |
|---------------------|----------------------------------------------|------|----------|
| T-MATH-108799       | <a href="#">Lie Gruppen und Lie Algebren</a> | 8 LP | Hartnick |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.)

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen haben ein tieferes Verständnis exemplarischer Konzepte und Methoden der Lie Theorie erworben. Sie sind auf eigenständige Forschung und Anwendungen der Lie Theorie vorbereitet.

### Inhalt

Lie Gruppen  
 Lie Algebren  
 Strukturtheorie  
 Ausgewählte Beispiele

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein: Elementare Geometrie, Differentialgeometrie



## 3.101 Modul: Lie-Algebren (Lineare Algebra 3) [M-MATH-105839]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Hartnick  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                  |      |  |
|---------------------|--------------------------------------------------|------|--|
| T-MATH-111723       | <a href="#">Lie-Algebren (Lineare Algebra 3)</a> | 8 LP |  |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von 30 Minuten Dauer.

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- verstehen, wie sich Methoden der Linearen Algebra auf Familien linearer Abbildungen anwenden lassen, die nicht notwendig miteinander kommutieren;
- kennen die grundlegenden strukturellen Eigenschaften komplexer und reeller Lie-Algebren;
- kennen wesentliche Konzepte der halbeinfachen Theorie wie Wurzelsystem und endliche Spiegelungsgruppen und können diese zur Beschreibung von Lie-Algebren einsetzen;
- kennen die abstrakte Klassifikation von Darstellungen halbeinfacher Lie-Algebren und können konkrete Darstellungen in dieser Klassifikation wiederfinden;
- haben eine Vorstellung von der Bedeutung von Lie-Algebren in verschiedenen Gebieten der Mathematik und der theoretischen Physik;
- sind darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit in der algebraischen Lie-Theorie zu schreiben.

### Inhalt

- Lie-Algebren linearer Lie-Gruppen
- Auflösbare und nilpotente Lie-Algebren
- Reduktive und halbeinfache Lie-Algebren
- Wurzelsysteme und Weylgruppen
- Klassifikation der komplexen einfachen Lie-Algebren
- Allgemeine Strukturtheorie
- Darstellungen halbeinfacher Lie-Algebren und Charakterformeln
- Ausgewählte Anwendungen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Note ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Vorlesung einschließlich mündlicher Prüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Sichere Kenntnisse der Linearen Algebra werden dringend empfohlen. Querbezüge zu den Vorlesungen Elementare Geometrie und Einführung in Algebra und Zahlentheorie sowie zur Theoretischen Physik werden in der Vorlesung erwähnt, sind aber zum Verständnis des Moduls nicht erforderlich und auch nicht prüfungsrelevant.

**M****3.102 Modul: Logical Foundations of Cyber-Physical Systems [M-INFO-106102]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. André Platzer  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** [Informatik](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
3

| Pflichtbestandteile |                                                               |      |         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------|------|---------|
| T-INFO-112360       | <a href="#">Logical Foundations of Cyber-Physical Systems</a> | 6 LP | Platzer |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

**In modeling and control**, successful students will

- understand core principles behind CPS. A solid understanding of these principles is important for anyone who wants to integrate cyber and physical components to solve problems that no part could solve alone.
- develop models and controls. In order to understand, design, and analyze CPS, it is important to be able to develop models for the relevant aspects of a CPS design and to design controllers for the intended functionalities based on appropriate specifications, including modeling with differential equations.
- identify relevant dynamical aspects. It is important to be able to identify which types of phenomena influence a property of a system. These allow us to judge, for example, where it is important to manage adversarial effects, or where a nondeterministic model is sufficient.

**In computational thinking**, successful students should be able to

- identify safety specifications and critical properties. In order to develop correct CPS designs, it is important to identify what “correctness” means, how a design may fail to be correct, and how to make it correct.
- understand abstraction in system designs. The power of abstraction is essential for the modular organization of CPS, and the ability to reason about separate parts of a system independently.
- express pre- and post-conditions and invariants for CPS models. Pre- and post-conditions allow us to capture under which circumstance it is safe to run a CPS or a part of a CPS design, and what safety entails. They allow us to achieve what abstraction and hierarchies achieve at the system level: decompose correctness of a full CPS into correctness of smaller pieces. Invariants achieve a similar decomposition by establishing which relations of variables remain true no matter how long and how often the CPS runs.
- reason rigorously about CPS models. Reasoning is required to ensure correctness and find flaws in CPS designs. Both informal and formal reasoning in a logic are important objectives for being able to establish correctness, which includes rigorous reasoning about differential equations.

**In CPS skills**, successful students will be able to

- understand the semantics of a CPS model. What may be easy in a classical isolated program becomes very demanding when that program interfaces with effects in the physical world.
- develop an intuition for operational effects. Intuition for the joint operational effect of a CPS is crucial, e.g., about what the effect of a particular discrete computer control algorithm on a continuous plant will be.
- understand opportunities and challenges in CPS and verification. While the beneficial prospects of CPS for society are substantial, it is crucial to also develop an understanding of their inherent challenges and of approaches for minimizing the impact of potential safety hazards. Likewise, it is important to understand the ways in which formal verification can best help improve the safety of system designs.

**Inhalt**

Cyber-physical systems (CPSs) combine cyber capabilities (computation and/or communication) with physical capabilities (motion or other physical processes). Cars, aircraft, and robots are prime examples, because they move physically in space in a way that is determined by discrete computerized control algorithms. Designing these algorithms to control CPSs is challenging due to their tight coupling with physical behavior. At the same time, it is vital that these algorithms be correct, since we rely on CPSs for safety-critical tasks like keeping aircraft from colliding. In this course we will strive to answer the fundamental question posed by Jeannette Wing:

“How can we provide people with cyber-physical systems they can bet their lives on?”

The cornerstone of this course design are hybrid programs (HPs), which capture relevant dynamical aspects of CPSs in a simple programming language with a simple semantics. One important aspect of HPs is that they directly allow the programmer to refer to real-valued variables representing real quantities and specify their dynamics as part of the HP.

This course will give you the required skills to formally analyze the CPSs that are all around us—from power plants to pacemakers and everything in between—so that when you contribute to the design of a CPS, you are able to understand important safety-critical aspects and feel confident designing and analyzing system models. It will provide an excellent foundation for students who seek industry positions and for students interested in pursuing research.

**Anmerkungen**

Course web page: <https://lfcps.org/course/lfcps.html>

**Arbeitsaufwand**

6 ECTS from 180h of coursework consisting of

- 22.5h = 15 \* 1.5h from 3 SWS lectures
- 12h = 8 \* 1.5h from 1 SWS exercises
- 90h preparation, reading textbook, studying - 40h solving exercises
- 15h exam preparation

**Empfehlungen**

The course assumes prior exposure to basic computer programming and mathematical reasoning. This course covers the basic required mathematical and logical background of cyber-physical systems. You will be expected to follow the textbook as needed: André Platzer. Logical Foundations of Cyber-Physical Systems. Springer 2018. DOI:10.1007/978-3-319-63588-0

**M****3.103 Modul: Lokalisierung mobiler Agenten [M-INFO-100840]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** Informatik**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1**Pflichtbestandteile**

|               |                               |      |          |
|---------------|-------------------------------|------|----------|
| T-INFO-101377 | Lokalisierung mobiler Agenten | 6 LP | Hanebeck |
|---------------|-------------------------------|------|----------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

- 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.

**Inhalt**

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.

**Arbeitsaufwand**

Der Arbeitsaufwand beträgt ca. 180 Stunden.

**Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.



## 3.104 Modul: Markovsche Entscheidungsprozesse [M-MATH-102907]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Nicole Bäuerle

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                  |      |         |
|---------------------|--------------------------------------------------|------|---------|
| T-MATH-105921       | <a href="#">Markovsche Entscheidungsprozesse</a> | 5 LP | Bäuerle |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 20 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- die mathematischen Grundlagen der Markovschen Entscheidungsprozesse nennen und Lösungsverfahren anwenden,
- stochastische, dynamische Optimierungsprobleme als Markovschen Entscheidungsprozess formulieren,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

### Inhalt

- MDPs mit endlichem Horizont
  - Die Bellman Gleichung
  - Strukturierte Probleme
  - Anwendungsbeispiele
- MDPs mit unendlichem Horizont
  - kontrahierende MDPs
  - positive MDPs
  - Howards Politikverbesserung
  - Lösung durch lineare Programme
- Stopp-Probleme
  - endlicher und unendlicher Horizont
  - One-step-look-ahead-Regel

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Das Modul "Wahrscheinlichkeitstheorie" wird dringend empfohlen. Das Modul "Markovsche Ketten" wird empfohlen.



## 3.105 Modul: Mathematische Methoden der Bildgebung [M-MATH-103260]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Rieder

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                       |      |        |
|---------------------|-------------------------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-106488       | <a href="#">Mathematische Methoden der Bildgebung</a> | 5 LP | Rieder |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen lernen einige Methoden der Bildgebung kennen und können die zugrunde liegenden mathematischen Aspekte erörtern und analysieren. Insbesondere die funktionalanalytischen Eigenschaften der Bildgebungsoperatoren können sie erläutern. Die darauf aufbauenden Rekonstruktionsalgorithmen können sie implementieren, die auftretenden Artefakte erklären und bewerten. Sie sind in der Lage, die gelernten Techniken auf verwandte Fragestellungen anzuwenden.

### Inhalt

- Varianten der Tomographie (Röntgen-, Impedanz-, seismische, etc.)
- Eigenschaften der (verallgemeinerten) Radon-Transformation
- Mikrolokale Analysis/Pseudodifferentialoperatoren
- Schlechtgestelltheit und Regularisierung
- Rekonstruktionsalgorithmen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Anmerkungen

neu ab SS 2017

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Das Modul „Funktionalanalysis“ wird empfohlen.

**M****3.106 Modul: Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung [M-MATH-102897]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Rieder  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                        |      |        |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-105862       | <a href="#">Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung</a> | 8 LP | Rieder |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen kennen die wesentlichen mathematischen Werkzeuge der Signal- und Bildverarbeitung sowie deren Eigenschaften. Sie sind in der Lage, diese Werkzeuge adäquat anzuwenden, die erhaltenen Resultate zu hinterfragen und zu beurteilen.

**Inhalt**

- Digitale und analoge Systeme
- Integrale Fourier-Transformation
- Abtastung und Auflösung
- Diskrete und schnelle Fourier-Transformation
- Nichtuniforme Abtastung
- Anisotrope Diffusionsfilter
- Variationsmethoden

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Das Modul "Funktionalanalysis" wird empfohlen.

**M****3.107 Modul: Mathematische Modellierung und Simulation in der Praxis [M-MATH-102929]****Verantwortung:** PD Dr. Gudrun Thäter**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                                                                         |      |        |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-105889       | <a href="#">Mathematische Modellierung und Simulation in der Praxis</a> | 4 LP | Thäter |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Das allgemeine Ziel dieser Vorlesung ist ein dreifaches:

- 1) verschiedene mathematische Bereiche miteinander zu verbinden,
- 2) eine Verbindung zwischen Mathematik und Problemen des wirklichen Lebens herzustellen,
- 3) zu lernen, kritisch zu sein und relevante Fragen zu stellen.

Absolventinnen und Absolventen können

- Projektorientiert arbeiten,
- Überblickswissen verknüpfen,
- Typische Modellansätze weiterentwickeln.

**Inhalt**

Mathematisches Denken (als Modellieren) und mathematische Techniken (als Handwerkszeug) treffen auf Anwendungsprobleme wie:

- Differentialgleichungen
- Bevölkerungsmodelle
- Verkehrsflussmodelle
- Spieltheorie
- Chaos
- Probleme aus der Mechanik und Strömungsrechnung

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**

Die Veranstaltung findet immer auf Englisch statt.

Um die Credits zu erwerben, müssen Sie die Vorlesung besuchen, die Arbeit an einem Projekt während des Semesters in einer Gruppe von 2-3 Personen beenden und die Prüfung bestehen. Das Thema des Projekts kann von jeder Gruppe selbst gewählt werden.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung
- Vorträge zu den Resultaten der Projekte

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung
- Arbeit am Projekt

**Empfehlungen**

Numerische Mathematik 12 sowie Numerische Methoden für Differentialgleichungen bzw. vergleichbare HM-Vorlesungen werden empfohlen.

**Literatur**

Hans-Joachim Bungartz e.a.: Modeling and Simulation: An Application-Oriented Introduction, Springer, 2013

**M****3.108 Modul: Mathematische Statistik [M-MATH-102909]**

**Verantwortung:** PD Dr. Bernhard Klar  
Prof. Dr. Mathias Trabs

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | 4     | 2       |

| Pflichtbestandteile |                                         |      |                                    |
|---------------------|-----------------------------------------|------|------------------------------------|
| T-MATH-105872       | <a href="#">Mathematische Statistik</a> | 8 LP | Ebner, Fasen-Hartmann, Klar, Trabs |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtpfprüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- kennen die grundlegenden Konzepte der mathematischen Statistik,
- können diese bei einfachen Fragestellungen und Beispielen eigenständig anwenden,
- kennen spezifische probabilistische Techniken und können damit Schätz- und Test-Verfahren mathematisch analysieren,
- kennen das asymptotische Verhalten von Maximum-Likelihood-Schätzern und des verallgemeinerten Likelihood-Quotienten bei parametrischen Testproblemen.

**Inhalt**

Die Vorlesung behandelt grundlegende Konzepte der mathematischen Statistik, insbesondere die finite Optimalitätstheorie von Schätzern und Tests sowie das asymptotische Verhalten von Schätzern und Teststatistiken. Themen sind:

- Optimale und beste lineare erwartungstreue Schätzer,
- Cramér-Rao-Schranke in Exponentialfamilien,
- Suffizienz, Vollständigkeit und der Satz von Lehmann-Scheffé,
- die multivariate Normalverteilung,
- Verteilungskonvergenz und multivariater zentraler Grenzwertsatz,
- Satz von Glivenko-Cantelli,
- Grenzwertsätze für U-Statistiken,
- asymptotische Schätztheorie (Maximum-Likelihood-Schätzer),
- asymptotische relative Effizienz von Schätzern,
- Neyman-Pearson-Tests und optimale unverfälschte Tests,
- asymptotische Tests in parametrischen Modellen (Likelihood-Quotiententests).

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module "Wahrscheinlichkeitstheorie" und "Statistik" werden dringend empfohlen.

**M****3.109 Modul: Mathematische Themen in der kinetischen Theorie [M-MATH-104059]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dirk Hundertmark  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 4               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                 |      |             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|------|-------------|
| T-MATH-108403       | <a href="#">Mathematische Themen in der kinetischen Theorie</a> | 4 LP | Hundertmark |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (30 min.)

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden sind mit den grundlegenden Fragestellungen und methodischen Ansätzen der kinetischen Theorie vertraut. Mit dem erworbenen Wissen sind sie in der Lage, analytische Methoden zu verstehen und auf die grundlegenden Gleichungen der kinetischen Theorie anzuwenden.

**Inhalt**

- Boltzmann-Gleichung: Cauchyproblem und Eigenschaften von Lösungen
- Entropie und H-Theorem
- Gleichgewicht und Konvergenz zum Gleichgewicht
- Weitere Modelle der kinetischen Theorie

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Funktionalanalysis



## 3.110 Modul: Matrixfunktionen [M-MATH-102937]

**Verantwortung:** PD Dr. Volker Grimm

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                  |      |       |
|---------------------|----------------------------------|------|-------|
| T-MATH-105906       | <a href="#">Matrixfunktionen</a> | 8 LP | Grimm |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die grundlegenden Definitionen und Eigenschaften von Matrixfunktionen. Sie können die Verfahren zur Approximation von Matrixfunktionen hinsichtlich Konvergenz und Effizienz beurteilen, selbständig Übungsaufgaben lösen, eigene Lösungen präsentieren und die diskutierten Verfahren implementieren.

### Inhalt

- Definition von Matrixfunktionen
- Approximation an Matrixfunktionen für große Matrizen
- Krylov-Verfahren und rationale Krylov-Verfahren
- Anwendung auf die numerische Lösung partieller Differentialgleichungen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Module Numerische Mathematik 1 und 2 werden dringend empfohlen.



## 3.111 Modul: Maxwellgleichungen [M-MATH-102885]

**Verantwortung:** PD Dr. Frank Hettlich

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                    |      |                             |
|---------------------|------------------------------------|------|-----------------------------|
| T-MATH-105856       | <a href="#">Maxwellgleichungen</a> | 8 LP | Arens, Griesmaier, Hettlich |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage, die mathematischen Fragestellungen aus der Theorie der Maxwellschen Gleichungen an Beispielen zu erläutern.

Sie können die Hauptsätze wiedergeben, beweisen, auf Spezialfälle anwenden und mit den Eigenschaften einfacherer Differentialgleichungen (z.B. der Helmholtzgleichung) vergleichen.

### Inhalt

Spezielle Beispiele von Lösungen der Maxwellgleichungen, Eigenschaften der Lösungen (z. B. Darstellungssätze), Spezialfälle (E-Mode, H-Mode), Randwertaufgaben

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Erwünscht sind grundlegende Kenntnisse aus der Funktionalanalysis

**M****3.112 Modul: Medical Imaging Technology [M-ETIT-106778]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Maria Francesca Spadea**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Elektrotechnik / Informationstechnik \(Elektrotechnik / Informationstechnik\)](#) (EV ab 01.04.2025)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                            |      |        |
|---------------------|--------------------------------------------|------|--------|
| T-ETIT-113625       | <a href="#">Medical Imaging Technology</a> | 6 LP | Spadea |

**Erfolgskontrolle(n)**

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

**Voraussetzungen**

none

**Qualifikationsziele**

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 language.

**Inhalt**

- 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.

**Zusammensetzung der Modulnote**

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.

**Arbeitsaufwand**

1. attendance in lectures and 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

**Empfehlungen**

Basic knowledge in the field of physics and signal processing is helpful.

**M****3.113 Modul: Medical Imaging Technology II [M-ETIT-106670]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Maria Francesca Spadea**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Elektrotechnik](#) / [Informationstechnik](#) ([Elektrotechnik](#) / [Informationstechnik](#)) (EV zwischen 01.04.2024 und 31.03.2025)**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                               |      |        |
|---------------------|-----------------------------------------------|------|--------|
| T-ETIT-113421       | <a href="#">Medical Imaging Technology II</a> | 3 LP | Spadea |

**Erfolgskontrolle(n)**

The examination takes place in form of a written examination lasting 90 minutes.

**Voraussetzungen**

none

**Qualifikationsziele**

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.

**Inhalt**

- 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.

**Zusammensetzung der Modulnote**

The module grade is the grade of the written exam.

**Arbeitsaufwand**

- attendance in class:  $15 \cdot 2h = 30h$
- preparation / follow-up:  $15 \cdot 2h = 30h$
- exam preparation / attendance:  $30h = 90h$

A total of 90h = 3 CR

**Empfehlungen**

- Basic knowledge in the field of physics and signal processing is helpful.
- The contents of the module "Medical Imaging Technology I" are recommended.



## 3.114 Modul: Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren [M-MATH-102898]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Christian Wieners

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Einmalig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                            |      |         |
|---------------------|------------------------------------------------------------|------|---------|
| T-MATH-105863       | <a href="#">Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren</a> | 4 LP | Wieners |

### Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

### Voraussetzungen

keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren zur approximativen Lösung von elliptischen Differentialgleichungen. Sie kennen Algorithmen, Aussagen über Konvergenz und exemplarische Anwendungen.

### Inhalt

- Das Zweigitter-Verfahren
- Klassische Mehrgittertheorie
- Additive Subspace-Correction
- Multiplicative Subspace-Correction
- Mehrgitter-Verfahren für Sattelpunktprobleme

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung



## 3.115 Modul: Metrische Geometrie [M-MATH-105931]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Alexander Lytchak

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                     |      |                   |
|---------------------|-------------------------------------|------|-------------------|
| T-MATH-111933       | <a href="#">Metrische Geometrie</a> | 8 LP | Lytchak, Nepechiy |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 20 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen:

- können wesentliche Konzepte der metrischen Geometrie nennen und erörtern;
- sind darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit im Bereich der metrischen Geometrie zu schreiben.

### Inhalt

Die in der Vorlesung behandelten Themen sind

- Konvergenz von metrischen Räumen,
- Vergleichsgeometrie,
- Krümmungsfreie Geometrie von Mannigfaltigkeiten.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Grundkenntnisse in mengentheoretischer Topologie und elementarer Geometrie, wie etwa im Modul "M-MATH-103152 - Elementare Geometrie" vermittelt, werden empfohlen.



## 3.116 Modul: Minimalflächen [M-MATH-106666]

**Verantwortung:** Dr. Peter Lewintan

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

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

| Pflichtbestandteile |                                |      |          |
|---------------------|--------------------------------|------|----------|
| T-MATH-113417       | <a href="#">Minimalflächen</a> | 3 LP | Lewintan |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 min.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- können ein praxisnahes Problem mathematisch erfassen und lösen;
- können wichtige Resultate der Theorie der Minimalflächen erläutern und auf Beispiele anwenden;
- sind darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit im Bereich der Theorie der Minimalflächen oder der Variationsrechnung zu schreiben.

### Inhalt

Minimalflächen sind kritische Punkte des Flächenfunktionals und minimieren lokal ihren Flächeninhalt. Sie können auch als Flächen mit verschwindender mittlerer Krümmung beschrieben werden. In diesem Kurs betrachten wir zweidimensionale Minimalflächen in  $\mathbb{R}^3$  und betrachten ihre Eigenschaften. Wir werden Argumente aus der Differentialgeometrie, der Variationsrechnung, der Theorie der partiellen Differentialgleichungen und der Funktionentheorie dazu verwenden. Unser Ziel ist es, das klassische Plateau-Problem zu lösen.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Das Modul "Classical Methods for Partial Differential Equations" wird empfohlen.



## 3.117 Modul: Modelle der Mathematischen Physik [M-MATH-102875]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                   |      |                            |
|---------------------|---------------------------------------------------|------|----------------------------|
| T-MATH-105846       | <a href="#">Modelle der Mathematischen Physik</a> | 8 LP | Hundertmark, Plum, Reichel |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 30 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- die Modellierung grundlegender physikalischer Effekte nachvollziehen,
- die wichtigsten mathematischen Eigenschaften dieser Differentialgleichungsmodelle erfassen,
- exemplarisch Lösungen berechnen,
- aus den beweisbaren Eigenschaften der Differentialgleichungen bzw. der Lösungen Schlußfolgerungen hinsichtlich der Modelle ziehen.

### Inhalt

- Reaktions-Diffusionsmodelle
- Wellenphänomene
- Maxwellgleichungen und Elektrodynamik
- Schrödingergleichung und Quantenmechanik
- Navier-Stokes-Gleichung und Flüssigkeitsdynamik
- Elastizität
- Oberflächenspannung

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**M****3.118 Modul: Modellierung und Simulation von Lithium-Ionen Batterien [M-MATH-106640]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

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

| Pflichtbestandteile |                                                                         |      |         |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|------|---------|
| T-MATH-113382       | <a href="#">Modellierung und Simulation von Lithium-Ionen Batterien</a> | 4 LP | Dörfler |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Studierende können die Modellierung und die physikalischen Annahmen erläutern, die zu den Modellgleichungen führen. Sie können für vereinfachte Probleme die Wohlgestellttheit begründen. Sie können die Konvergenz und Stabilität der verwandten numerischen Verfahren erläutern und begründen.

**Inhalt**

- Herleitung der verwandten Modellgleichungen,
- Existenzaussagen zu (ggf. vereinfachten) Modellgleichungen,
- Diskretisierung der Rand-Anfangswertprobleme mit Finiten-Elementen,
- Nichtlineare Konvektions-Diffusions-Gleichungen, Cahn-Hilliard-Gleichung, lineare Elastizität und Kontaktprobleme,
- Stabilitäts- und Konvergenztheorie der diskreten Modelle,
- Anwendungen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse in der numerischen Behandlung von Differentialgleichungen (z. B. von Randwertproblemen oder Anfangsrandwertproblemen) werden dringend empfohlen.

**M****3.119 Modul: Moderne Experimentalphysik I, Atome, Kerne und Moleküle [M-PHYS-106331]**

**Verantwortung:** Studiendekan Physik  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik  
**Bestandteil von:** [Experimentalphysik \(Experimentalphysik\)](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                                         |      |                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|------|---------------------|
| T-PHYS-112846       | <a href="#">Moderne Experimentalphysik I, Atome, Kerne und Moleküle</a> | 8 LP | Studiendekan Physik |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Bestandteile dieses Moduls

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

Der/die Studierende erlangt Verständnis der experimentellen Grundlagen und deren mathematischer Beschreibung auf dem Gebiet der Atom-, Kern- und Molekülphysik und kann einfache physikalische Probleme aus diesem Gebiet selbständig bearbeiten.

**Inhalt**

- Experimentelle Grundlagen der Atomphysik: Masse und Ausdehnung der Atome, Elementarladung, spezifische Ladung des Elektrons. Struktur der Atome, Thomson-Modell, Rutherford-Streuversuch, Optisches Spektrum von Atomen, Bohrsche Postulate. Anregung durch Stöße, Quantelung der Energie (Franck-Hertz-Versuch), Korrespondenzprinzip. Photoeffekt, Comptoneffekt.
- Elemente der Quantenmechanik: Materiewellen und Wellenpakete. Heisenbergsche Unschärferelation. Schrödingergleichung.
- Das Wasserstoffatom: Schrödingergleichung im Zentralfeld, Energiezustände des Wasserstoffatoms, Bahn- und Spinmagnetismus, Stern-Gerlach-Versuch. Spin-Bahn-Kopplung, Feinstruktur. Einfluss des Kernspins: Hyperfeinstruktur.
- Atome im magnetischen und elektrischen Feld: Zeeman-Effekt, Paschen-Back-Effekt. Spinresonanz und ihre Anwendungen. Stark-Effekt, Experiment von Lamb und Rutherford.
- Mehrelektronensysteme: Heliumatom, Singulett-/Triplettsystem. Kopplung von Drehimpulsen, Vektorgerüstmodell, Landéfaktor. Periodensystem und Schalenstruktur. Erzeugung und Nachweis von Röntgenstrahlung. Maser, Laser.
- Aufbau der Atomkerne: Ladung, Masse, Kernradien, Bindungsenergie und Massendefekt.
- Fundamentale Eigenschaften stabiler Kerne und Kernmodelle: Tröpfchenmodell, Kernspins und Kernmomente, Schalenmodell (nur in Grundzügen)
- Einführung in die Physik der Moleküle: Born-Oppenheimer-Näherung, Molekülbindung, Molekülspektroskopie (Rotations-, Schwingungs- und Bandenspektren, Franck-Condon-Prinzip).

**Arbeitsaufwand**

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen und der Prüfung (150)

**Literatur**

Lehrbücher der Atomphysik und Kernphysik

**M****3.120 Modul: Moderne Experimentalphysik II, Struktur der Materie [M-PHYS-106332]**

**Verantwortung:** Studiendekan Physik  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik  
**Bestandteil von:** [Experimentalphysik \(Experimentalphysik\)](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                                     |      |                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|------|---------------------|
| T-PHYS-112847       | <a href="#">Moderne Experimentalphysik II, Struktur der Materie</a> | 8 LP | Studiendekan Physik |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Bestandteile dieses Moduls

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

Der/die Studierende erlangt Verständnis der experimentellen Grundlagen und deren mathematischer Beschreibung auf dem Gebiet der Kern- und Teilchenphysik und auf dem Gebiet der Festkörperphysik. Er/sie kann einfache physikalische Probleme aus diesem Gebiet selbständig bearbeiten.

**Inhalt**

Teilchenphysik

- Wechselwirkungen von Teilchen und Materie
- Detektionstechniken und Detektorsysteme
- Teilchenbeschleuniger
- Kernphysik und Anwendungen
- Symmetrien und Erhaltungssätze
- Schlüsselexperimente zur C-, P-, und CP-Verletzung
- Farbwechselwirkungen in der QCD
- Elektroschwache Wechselwirkung
- Elektroschwache Vereinheitlichung
- Schlüsselexperimente zur elektroschwachen Wechselwirkung
- Quarkmischung
- Neutrino-physik
- Astroteilchenphysik
- Offene Fragen und Grenzen des Standardmodells

Festkörperphysik

- Kristallstruktur und Kristallgitter
- Reziproke Gitter und Brillouin-Zone
- Strukturbestimmung und experimentelle Beugungsverfahren
- Strukturelle Defekte
- Mechanische Festigkeit
- Elastische Eigenschaften
- Gitterdynamik
- Phononen
- Thermische Eigenschaften des Gitters
- Anharmonische Effekte
- Freies Elektronengas
- Elektronen im periodischen Potential
- Energiebänder und Fermiflächen
- Metalle, Halbleiter, Isolatoren
- Ladungstransport
- Elektronen im Magnetfeld
- Experimentelle Bestimmung der Fermi-Flächen

**Anmerkungen**

Für Studierende der KIT-Fakultät für Informatik gilt: Die Prüfungen in diesem Modul sind über Zulassungen vom ISS (KIT-Fakultät für Informatik) anzumelden. Dafür reicht eine E-Mail mit Matrikeln. und Name der gewünschten Prüfung an [Beratung-informatik@informatik.kit.edu](mailto:Beratung-informatik@informatik.kit.edu) aus.

**Arbeitsaufwand**

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90), Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung der Übungen und der Prüfung (150)

**Literatur**

Lehrbücher der Molekülphysik und der Festkörperphysik sowie Lehrbücher der Kern- und Teilchenphysik



## 3.121 Modul: Modul Masterarbeit [M-MATH-102917]

**Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Masterarbeit](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------|------------|-------|---------|
| 30              | Zehntelnoten | Jedes Semester | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                              |       |          |
|---------------------|------------------------------|-------|----------|
| T-MATH-105878       | <a href="#">Masterarbeit</a> | 30 LP | Kühnlein |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Masterarbeit wird gemäß §14 (7) der Studien- und Prüfungsordnung bewertet. Die Bearbeitungszeit beträgt sechs Monate. Bei der Abgabe der Masterarbeit haben die Studierenden gemäß §14 (5) schriftlich zu versichern, dass sie die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt haben, die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht und die Satzung des Karlsruher Instituts für Technologie zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis in der jeweils gültigen Fassung beachtet haben. Wenn diese Erklärung nicht enthalten ist, wird die Arbeit nicht angenommen. Bei Abgabe einer unwahren Versicherung wird die Masterarbeit mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Die Masterarbeit kann auch auf Englisch geschrieben werden.

Soll die Masterarbeit außerhalb der KIT-Fakultät für Mathematik angefertigt werden, so bedarf dies der Genehmigung durch den Prüfungsausschuss.

Details regelt §14 der Studien- und Prüfungsordnung.

### Voraussetzungen

Voraussetzung für die Zulassung zum Modul Masterarbeit ist, dass die/der Studierende Modulprüfungen im Umfang von 70 LP erfolgreich abgelegt hat.

### Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

- In den folgenden Bereichen müssen in Summe mindestens 70 Leistungspunkte erbracht worden sein:
  - Anderes Technisches Fach
  - Angewandte Mathematik
  - Berufspraktikum
  - Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
  - Elektrotechnik / Informationstechnik
  - Experimentalphysik
  - Informatik
  - Mathematische Vertiefung
  - Überfachliche Qualifikationen

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können ein zugeordnetes Thema selbständig und in begrenzter Zeit nach wissenschaftlichen Methoden auf dem Stand der Forschung bearbeiten. Sie beherrschen die dafür erforderlichen wissenschaftlichen Methoden und Verfahren, setzen diese korrekt an, modifizieren diese Methoden und Verfahren, falls dies erforderlich ist, und entwickeln sie bei Bedarf weiter. Alternative Ansätze werden kritisch verglichen. Die Studierenden schreiben ihre Ergebnisse klar strukturiert und in akademisch angemessener Form in ihrer Arbeit auf.

### Inhalt

Nach §14 SPO soll die Masterarbeit zeigen, dass die Studierenden in der Lage sind, ein Problem aus ihrem Studienfach selbstständig und in begrenzter Zeit nach wissenschaftlichen Methoden, die dem Stand der Forschung entsprechen, zu bearbeiten. Den Studierenden ist Gelegenheit zu geben, für das Thema Vorschläge zu machen. In Ausnahmefällen sorgt die/der Vorsitzende des Prüfungsausschusses auf Antrag der oder des Studierenden dafür, dass die/der Studierende innerhalb von vier Wochen ein Thema für die Masterarbeit erhält. Die Ausgabe des Themas erfolgt in diesem Fall über die/den Vorsitzende/n des Prüfungsausschusses. Weitere Details regelt §14 der Studien- und Prüfungsordnung.

**Arbeitsaufwand**

Arbeitsaufwand gesamt: 900 h

Präsenzstudium: 0 h

Eigenstudium: 900 h



## 3.122 Modul: Modulformen [M-MATH-102868]

**Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                             |      |          |
|---------------------|-----------------------------|------|----------|
| T-MATH-105843       | <a href="#">Modulformen</a> | 8 LP | Kühnlein |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.)

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- verstehen grundlegende Fragestellungen aus der Theorie der Modulformen,
- erkennen die Relevanz analytischer Resultate für arithmetische Probleme,
- sind grundsätzlich in der Lage, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und eine Abschlussarbeit auf dem Gebiet der Modulformen zu schreiben.

### Inhalt

- Modulgruppe: Obere Halbebene und Möbiustransformationen, Fundamentalbereiche, Eisensteinreihen, Modulformen, Dimensionsformel
- Kongruenzuntergruppen: Petersson-Skalarprodukt, Hecke-Operatoren, Atkin-Lehner-Theorie der Neufolgen
- L-Reihen: Mellintransformation, Funktionalgleichung, Eulerprodukt der L-Reihe von Hecke-Eigenformen

### Zusammensetzung der Modulnote

Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Inhalte des Moduls "Einführung in Algebra und Zahlentheorie" und Grundlagen der Funktionentheorie, etwa aus dem Modul "Analysis 4", werden dringend empfohlen.

**M****3.123 Modul: Monotoniemethoden in der Analysis [M-MATH-102887]****Verantwortung:** PD Dr. Gerd Herzog**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 3               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                   |      |        |
|---------------------|---------------------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-105877       | <a href="#">Monotoniemethoden in der Analysis</a> | 3 LP | Herzog |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Techniken der ordnungstheoretischen Methoden der Analysis nennen, erörtern und anwenden,
- spezifische ordnungstheoretische Techniken auf Fixpunktprobleme und Differentialgleichungen anwenden.

**Inhalt**

- Fixpunktsätze in geordneten Mengen und geordneten metrischen Räumen.
- Geordnete Banachräume.
- Quasimonotonie.
- Differentialgleichungen und Differentialungleichungen in geordneten Banachräumen.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Das Modul "Funktionalanalysis" wird empfohlen.

**M****3.124 Modul: Mustererkennung [M-INFO-100825]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** Informatik**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
2**Pflichtbestandteile**

|               |                 |      |                 |
|---------------|-----------------|------|-----------------|
| T-INFO-101362 | Mustererkennung | 6 LP | Beyerer, Zander |
|---------------|-----------------|------|-----------------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

- Studierende haben fundiertes Wissen zur Auswahl, Gewinnung und Eigenschaften von Merkmalen, die der Charakterisierung von zu klassifizierenden Objekten dienen. Studierende wissen, wie der Merkmalsraum gesichtet werden kann, wie Merkmale transformiert und Abstände im Merkmalsraum bestimmt werden können. Des weiteren können Sie Merkmale normalisieren und Merkmale konstruieren. Darüber hinaus wissen Studierende wie die Dimension des Merkmalsraumes reduziert werden kann.
- Studierende haben fundiertes Wissen zur Auswahl und Anpassung geeigneter Klassifikatoren für unterschiedliche Aufgaben. Sie kennen die Bayes'sche Entscheidungstheorie, Parameterschätzung und parameterfreie Methoden, lineare Diskriminanzfunktionen, Support Vektor Maschine und Matched Filter. Außerdem beherrschen Studierende die Klassifikation bei nominalen Merkmalen.
- Studierende sind in der Lage, Mustererkennungsprobleme zu lösen, wobei die Effizienz von Klassifikatoren und die Zusammenhänge in der Verarbeitungskette Objekt – Muster – Merkmal – Klassifikator aufgabenspezifisch berücksichtigt werden. Dazu kennen Studierende das Prinzip zur Leistungsbestimmung von Klassifikatoren sowie das Prinzip des Boosting.

**Inhalt**

Merkmale:

- Merkmalstypen
- Sichtung des Merkmalsraumes
- Transformation der Merkmale
- Abstandsmessung im Merkmalsraum
- Normalisierung der Merkmale
- Auswahl und Konstruktion von Merkmalen
- Reduktion der Dimension des Merkmalsraumes

Klassifikatoren:

- Bayes'sche Entscheidungstheorie
- Parameterschätzung
- Parameterfreie Methoden
- Lineare Diskriminanzfunktionen
- Support Vektor Maschine
- Matched Filter, Templatematching
- Klassifikation bei nominalen Merkmalen

Allgemeine Prinzipien:

- Vapnik-Chervonenkis Theorie
- Leistungsbestimmung von Klassifikatoren
- Boosting

### **Arbeitsaufwand**

Gesamt: ca. 180h, davon

Präsenzzeit Vorlesung 31h

Vor-Nachbereitung 40h

Präsenzzeit Übung 10h

Vorbereitung, Lösung der Übungsaufgaben, Nachbereitung 40h

Klausurvorbereitung und Präsenz 59h

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

**M****3.125 Modul: Neuronale Netze [M-INFO-100846]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Alexander Waibel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** [Informatik](#)

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

| Pflichtbestandteile |                                 |      |        |
|---------------------|---------------------------------|------|--------|
| T-INFO-101383       | <a href="#">Neuronale Netze</a> | 6 LP | Waibel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

- Die Studierenden sollen den Aufbau und die Funktion verschiedener Typen von neuronalen Netzen lernen.
- Die Studierenden sollen die Methoden zum Trainieren der verschiedenen Netze lernen, sowie ihre Anwendung auf Probleme.
- Die Studierenden sollen die Anwendungsgebiete der verschiedenen Netztypen erlernen.
- Gegeben ein konkretes Szenario sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, den geeigneten Typs eines neuronalen Netzes auswählen zu können

**Inhalt**

Dieses Modul soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte von Neuronale Netze vermitteln.

- Es werden tiefe neuronale Netze, rekurrente neuronale Netze, LSTMs, TDNNs and andere Topologien behandelt und deren Einsatz in Anwendungen untersucht.
- Das Modul Neuronale Netze vermittelt einen Überblick über die gängigen Verfahren zum Trainieren von neuronaler Netze und zum Vorbereiten der notwendigen Trainingsdaten.

**Anmerkungen**

Auslaufend ab WS18/19.

Titeländerung > Wird ersetzt durch **Deep Learning und Neuronale Netze** M-INFO-104460/T-INFO-109124.

**Arbeitsaufwand**

150 – 200 Stunden

**Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.



## 3.126 Modul: Nichtlineare Analysis [M-MATH-103539]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Lamm

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                       |      |      |
|---------------------|---------------------------------------|------|------|
| T-MATH-107065       | <a href="#">Nichtlineare Analysis</a> | 8 LP | Lamm |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- haben einen Einblick gewonnen in Themen der Nichtlinearen Analysis.
- können Zusammenhänge zwischen der Theorie der partiellen Differentialgleichungen und der Funktionalanalysis erkennen und erklären.

### Inhalt

Klassische und/oder aktuelle Forschungsthemen der Nichtlinearen Analysis, z.B.

- Nichtlineare Analysis in Banachräumen,
- Abbildungsgrad,
- Ausgewählte Themen der Variationsrechnung.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

- Klassische Methoden partieller Differentialgleichungen
- Funktionalanalysis

**M****3.127 Modul: Nichtlineare Evolutionsgleichungen [M-MATH-102877]****Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Schnaubelt**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch/Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                    |      |                  |
|---------------------|----------------------------------------------------|------|------------------|
| T-MATH-105848       | <a href="#">Nichtlineare Evolutionsgleichungen</a> | 8 LP | Frey, Schnaubelt |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden können die Wohlgestelltheits Theorie semilinearer Evolutionsgleichungen im lokal-Lipschitz Fall erläutern und auf kubische 3D-Wellengleichungen anwenden. Diese können sie auch auf globale Existenz und Blow-Up untersuchen. Aufbauend auf Grundlagen der Interpolationstheorie für Erzeuger können sie im parabolischen Fall auch allgemeinere Nichtlinearitäten behandeln. In diesem Falle können sie das Langzeitverhalten mit Hilfe von Lyapunovfunktionen und dem Prinzip der linearisierten Stabilität bestimmen und diese Resultate auf Reaktions-Diffusionsysteme anwenden. Sie können grundlegende Strichartzungleichungen herleiten. Mit ihnen können sie die Wohlgestelltheit und das Langzeitverhalten der nichtlinearen Schrödinger- und Wellengleichung behandeln. Sie beherrschen die wichtigen Beweistechniken in der Theorie der semilinearen Evolutionsgleichungen und können komplexere Beweise zumindest skizzieren.

**Inhalt**

- semilineare Evolutionsgleichungen,
- Wohlgestelltheit, globale Existenz versus Blow-Up
- Interpolationstheorie für Erzeuger
- Lyapunovfunktionen, linearisierte Stabilität
- Reaktions-Diffusionsysteme
- semilineare Wellen- und Schrödingergleichungen
- Strichartzungleichungen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module Funktionalanalysis und Evolutionsgleichungen werden dringend empfohlen. Die relevanten Teile von Evolutionsgleichungen werden allerdings kurz wiederholt.

**M****3.128 Modul: Nichtlineare Funktionalanalysis [M-MATH-102886]****Verantwortung:** PD Dr. Gerd Herzog**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
 3

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Level**  
 4

**Version**  
 1

| Pflichtbestandteile |                                                 |      |        |
|---------------------|-------------------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-105876       | <a href="#">Nichtlineare Funktionalanalysis</a> | 3 LP | Herzog |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Techniken der Nichtlinearen Funktionalanalysis nennen, erörtern und anwenden,
- die Konstruktion des Abbildungsgrades erläutern,
- spezifische Techniken der Abbildungsgradtheorie auf nichtlineare Probleme anwenden.

**Inhalt**

- Der Brouwersche Abbildungsgrad und seine Anwendungen
- Der Leray-Schaudersche Abbildungsgrad und seine Anwendungen
- Ungerade Abbildungen
- Nichtkompaktheitsmaße und ihre Anwendungen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**M****3.129 Modul: Nichtlineare Maxwellgleichungen [M-MATH-105066]****Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Schnaubelt**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch/Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                 |      |            |
|---------------------|-------------------------------------------------|------|------------|
| T-MATH-110283       | <a href="#">Nichtlineare Maxwellgleichungen</a> | 8 LP | Schnaubelt |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.)

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden können einige Grundtypen nichtlinearer Maxwellgleichungen und die physikalische Bedeutung der auftretenden Größen erläutern. Sie sind in der Lage, mittels Energiemethoden lokale Wohlgestelltheitssätze auf dem Ganzraum zu beweisen und diese zu diskutieren. Sie können Strichartzungleichungen für lineare Maxwellgleichungen herleiten. Mit deren Hilfe können sie verbesserte Wohlgestelltheitsresultate zeigen.

**Inhalt**

- Maxwellsche Gleichungen mit nichtlinearen Materialgesetzen
- Lokale Wohlgestellttheit auf dem Ganzraum mittels Linearisierung, apriori Abschätzungen und Regularisierung
- Strichartzungleichungen und verbesserte Wohlgestelltheitstheorie

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Funktionalanalysis" werden dringend empfohlen.

**M****3.130 Modul: Nichtlineare Regelungssysteme [M-ETIT-100371]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Elektrotechnik / Informationstechnik \(Elektrotechnik / Informationstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1**Pflichtbestandteile**

|               |                                               |      |       |
|---------------|-----------------------------------------------|------|-------|
| T-ETIT-100980 | <a href="#">Nichtlineare Regelungssysteme</a> | 3 LP | Kluwe |
|---------------|-----------------------------------------------|------|-------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten über die Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

- Die Studierenden kennen die Definition, Beschreibung und typische Strukturen von Nichtlinearen Systemen und wichtige Eigenschaften in Abgrenzung zur linearen Systemtheorie.
- Sie sind mit dem Stabilitätsbegriff nach Lyapunov bei nichtlinearen Systemen vertraut und sind in der Lage, die Systemtrajektorien nichtlinearer Regelkreise in der Phasenebene zu bestimmen und auf deren Basis die Ruhelagenstabilität zu analysieren und z.B. durch Strukturumschaltende Regelung zu verbessern.
- Die Studierenden kennen die Direkte Methode und die damit verbundenen Kriterien für Stabilität und Instabilität und sind in der Lage, damit die Ruhelagen nichtlinearer Systeme zu untersuchen.
- Als ingenieurmäßige Vorgehensweise können Sie die Ruhelagenanalyse auch mittels der Methode der ersten Näherung durchführen.
- Die Studierenden kennen die systematische Vorgehensweise zum Entwurf nichtlinearer Regelungen durch Kompensation und anschließende Aufprägung eines gewünschten linearen Verhaltens.
- Als darauf basierende Syntheseverfahren beherrschen sie die Ein-/Ausgangs- sowie die exakte Zustands-Linearisierung nichtlinearer Ein- und Mehrgrößensysteme (ggf. mit Entkopplung).
- Als weitere Analyseverfahren sind den Studierenden das Verfahren der Harmonischen Balance zum Auffinden und Analysieren von Dauerschwingungen sowie das Verfahren von Popov zur Prüfung auf absolute Stabilität bekannt.

**Inhalt**

Das Modul stellt eine weiterführende Vorlesung auf dem Gebiet der nichtlinearen Systemdynamik und Regelungstechnik dar, bei der die Studierenden einen Einblick in die Behandlung nichtlinearer Regelungssysteme bekommen sollen. Dabei werden zunächst unterschiedliche Vorgehensweisen zur Stabilitätsanalyse der Systemruhelagen vermittelt wie z.B. die Trajektorienauswertung in der Phasenebene oder die Direkte Methode von Lyapunov. Weiterhin werden unterschiedliche Methoden zur nichtlinearen Reglersynthese wie z.B. Strukturumschaltung oder Ein-/Ausgangs-Linearisierung behandelt. Außerdem werden spezielle Verfahren zur Analyse Kennlinienbehafteter Regelkreise wie z.B. die Harmonische Balance oder das Popov-Kriterium behandelt.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Unter den Arbeitsaufwand fallen

1. Präsenzzeit in Vorlesung (2 SWS: 30h1 LP)
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung (45h1.5 LP)
3. Vorbereitung/Präsenzzeit schriftliche Prüfung (15h0.5 LP)

**Empfehlungen**

Die Kenntnis der Inhalte des Moduls M-ETIT-100374 (Regelung linearer Mehrgrößensysteme) ist sehr zu empfehlen, da die dort im Linearen behandelten Grundlagen insbesondere für die Synthese hilfreich sind.



## 3.131 Modul: Nichtlineare Wellengleichungen [M-MATH-105326]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
Prof. Dr. Roland Schnaubelt

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch/Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                |      |                     |
|---------------------|------------------------------------------------|------|---------------------|
| T-MATH-110806       | <a href="#">Nichtlineare Wellengleichungen</a> | 4 LP | Reichel, Schnaubelt |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 20 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- wichtige Eigenschaften nichtlinearer Wellengleichungen benennen,
- wesentliche Schwierigkeiten in der Analyse des Anfangswertproblems beschreiben,
- mit modernen Techniken das Kurz- und Langzeitverhalten von Lösungen semilinearer Wellengleichungen analysieren.

### Inhalt

Ziel der Lehrveranstaltung ist eine Einführung in Methoden zur Analyse nichtlinearer Wellengleichungen. Dabei sollen verschiedene wichtige Techniken in Grundzügen kennengelernt und auf einfache Modelle angewendet werden. Folgende Themen werden dabei behandelt:

- Symmetrien und Erhaltungssätze
- Fourier-Transformation, Sobolevräume
- Energieabschätzungen
- Strichartz-Abschätzungen
- Lokale und globale Wohlgestelltheitsresultate
- Vektorfeldmethoden
- Langzeitverhalten

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Inhalte des Moduls "Funktionalanalysis" werden dringend empfohlen.



### 3.132 Modul: Nichtparametrische Statistik [M-MATH-102910]

**Verantwortung:** PD Dr. Bernhard Klar

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                                              |      |                                    |
|---------------------|----------------------------------------------|------|------------------------------------|
| T-MATH-105873       | <a href="#">Nichtparametrische Statistik</a> | 4 LP | Ebner, Fasen-Hartmann, Klar, Trabs |

#### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtpfprüfung (ca. 20 min).

#### Voraussetzungen

Keine

#### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- können nichtparametrische statistische Testmethoden an Hand von Lageproblemen erklären und gegen parametrische Methoden abgrenzen;
- können nichtparametrische Schätzmethoden zur nichtparametrischen Regression und Dichteschätzung nennen und erklären;
- kennen Optimalitätskriterien für die behandelten statistischen Verfahren und können diese anwenden.

#### Inhalt

- Einführung in nichtparametrische Modelle
- Nichtparametrische Tests, insbesondere Rangstatistiken
- Nichtparametrische Dichte- und Regressionsschätzung
- Vertiefung zu Abhängigkeitsmaßen oder optimalen Konvergenzraten

#### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

#### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

#### Empfehlungen

Die Inhalte des Moduls 'Wahrscheinlichkeitstheorie' werden dringend empfohlen. Das Modul 'Mathematische Statistik' wird empfohlen.



### 3.133 Modul: Numerische Analysis für Helmholtzprobleme [M-MATH-105764]

**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Barbara Verfürth

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                                                           |      |          |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|------|----------|
| T-MATH-111514       | <a href="#">Numerische Analysis für Helmholtzprobleme</a> | 3 LP | Verfürth |

#### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

#### Voraussetzungen

keine

#### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können die Herleitung der Helmholtzgleichung skizzieren und wichtige Resultate zur Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen erläutern. Sie können die Finite-Elemente-Methode auf die Helmholtzgleichung anwenden, die Wohlgestellttheit des diskreten Problems diskutieren und zentrale Fehlerabschätzungen beweisen.

#### Inhalt

Ausgehend von der Modellierung der Helmholtzgleichung soll die Finite-Elemente-Methode für diese Problemklasse auf beschränkten Gebieten diskutiert werden. Dabei werden insbesondere folgende Aspekte betrachtet:

- Existenz und Eindeutigkeit von (kontinuierlichen) Lösungen
- Finite-Elemente-Diskretisierung und Wohlgestellttheit des diskreten Problems
- Fehlerabschätzungen für die Finite-Elemente-Methode

#### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

#### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 45 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die Modulprüfung

#### Empfehlungen

Grundkenntnisse über partielle Differentialgleichungen und deren Numerik sowie das Modul 'Numerik für Differentialgleichungen' werden dringend empfohlen. Kenntnisse der Finite-Elemente-Methode werden empfohlen.



## 3.134 Modul: Numerische Analysis von Neuronalen Netzen [M-MATH-106695]

**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Roland Maier

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch/Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                           |      |       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|------|-------|
| T-MATH-113470       | <a href="#">Numerische Analysis von Neuronalen Netzen</a> | 6 LP | Maier |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine.

### Qualifikationsziele

In dieser Vorlesung werden mathematische Grundlagen von Neuronalen Netzen aus der Sicht der Numerischen Analysis vermittelt. Absolventinnen und Absolventen kennen grundlegenden Definitionen und Begriffe sowie klassische Approximationsresultate für Neuronale Netze. Sie sind mit numerischen Methoden für das effiziente Training vertraut und können diese analysieren. Außerdem können sie die Konzepte auf bekannte Anwendungen (beispielsweise Physics-Informed Neural Networks, Deep-Ritz-Methode, etc.) anwenden.

### Inhalt

- Neuronale Netze
- Approximationsresultate
- Verbindungen zu Finite-Elemente-Methoden
- Numerische Methoden für das effiziente Training
- Datensätze

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Anmerkungen

Nur falls alle Teilnehmenden Deutsch sprechen, wird die Vorlesung auf Deutsch gehalten.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Grundkenntnisse über gewöhnliche und/oder partielle Differentialgleichungen werden empfohlen. Das Modul "Numerische Methoden für Differentialgleichungen" sollte besucht worden sein. Kenntnisse in den Bereichen Funktionalanalysis und Finite-Elemente-Methoden sind hilfreich, aber nicht notwendig.



## 3.135 Modul: Numerische komplexe Analysis [M-MATH-106063]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                              |      |           |
|---------------------|----------------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-112280       | <a href="#">Numerische komplexe Analysis</a> | 6 LP | Hochbruck |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtpfprüfung im Umfang von ca 20 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine.

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- können Techniken und Konzepte aus der Funktionentheorie in der Numerik einsetzen,
- sind darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit im Bereich der Numerik zu schreiben.

### Inhalt

Die Vorlesung behandelt numerische Verfahren für Probleme aus der Funktionentheorie und funktionentheoretische Methoden bei der Untersuchung numerischer Verfahren. Sie bietet Gelegenheit, die aus der Funktionentheorie bekannten Sätze in Anwendungen wiederzufinden. Es sind folgende Themen geplant:

- Rechnen mit Potenzreihen: formales Newton-Verfahren und FFT
- Kontrollsysteme und Faltungsquadratur (Cauchy'sche Integralformel, Laplace-Transformation, Argumentprinzip)
- Rationale Approximation an die Exponentialfunktion: Ordnungssterne (Maximumprinzip, Argumentprinzip)
- Konvergenz iterativer Verfahren für lineare Gleichungssysteme und Approximationen an den Matrixexponentialoperator (konforme Abbildungen, Cauchy'sche Integralformel)
- Numerische konforme Abbildung

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Grundkenntnisse in Funktionentheorie werden dringend empfohlen.

### Literatur

Skript mit Literaturhinweisen

**M****3.136 Modul: Numerische Lineare Algebra für das wissenschaftliche Rechnen auf Hochleistungsrechnern [M-MATH-103709]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Hartwig Anzt  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Sprache  | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|----------|-------|---------|
| 5               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | Englisch | 4     | 2       |

| Pflichtbestandteile |                                                                                                        |      |      |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| T-MATH-107497       | <a href="#">Numerische Lineare Algebra für das wissenschaftliche Rechnen auf Hochleistungsrechnern</a> | 5 LP | Anzt |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von Übungsblättern, eines Projektvortrags von mindestens 30 Minuten Dauer und Evaluation der schriftlichen Ausarbeitung.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen kennen die grundlegenden Konzepte wie numerische lineare Algebra auf parallelen Computerarchitekturen realisiert wird. Sie können numerische Verfahren parallelisieren und auf modernen Multi- und Manycoresystemen implementieren. Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage

- die Standard-Algorithmen im wissenschaftlichen Rechnen zu verstehen (LU, QR, Cholesky Zerlegungen, Eigenwertlöser, SVD Iterative Verfahren: Krylov, Mehrgitter, Gebietszerlegungsmethoden).
- Parallelität in Algorithmen zu erkennen.
- Standard-LA-Bibliotheken zu verwenden (BLAS, LAPACK, MKL).
- OpenMP-parallelen Code zu schreiben.
- Numerische Verfahren mit Hilfe von Grafikkarten oder anderen Coprozessoren zu beschleunigen.
- ein eigenes Projekt zu parallelisieren, implementieren, dokumentieren, und in einer Projektpräsentation vorzustellen.

**Inhalt**

- BLAS Operationen
- LAPACK
- LU Zerlegung
- Cholesky Zerlegung
- QR Zerlegung
- Fix-Punkt Iterationen (linear, bi-linear)
- Krylov Verfahren
- ILU Vorkonditionierung
- Finite Differenzen (Laplace)
- Domain Decomposition Methods (Additive/Multiplicative Schwarz)
- Speedup, Moore's Law, Amdahl's Law
- Shared Memory / Distributed Memory
- Bulk-Synchronous Programming Model (BSP)
- Synchronization, Mutex, One-sided-Communication
- OpenMP, Fork-Join Model, Private/Public Variables, Map-Reduce, Scheduling
- Performance Modeling, Roofline Model
- MPI
- CUDA (GPU programming)

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Gesamtnote der Prüfungsleistung anderer Art wird wie folgt gebildet:

Insgesamt können 200 Punkte erreicht werden, davon

- maximal 60 Punkte für die Übungsblätter (je 10 pro Übungsblatt),
- maximal 60 Punkte für den Abschlussvortrag,
- maximal 80 Punkte für die eigenständige Durchführung und Aufarbeitung des Projektes.

Für das Bestehen der Erfolgskontrolle müssen mindestens 140 Punkte erreicht werden.

**Anmerkungen**

Unterrichtssprache: Englisch

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung mit Übungeneinschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Bearbeitung studienbegleitender Projektarbeit
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Kenntnisse in einer höheren Programmiersprache (C/C++, Java, Fortran).

Gute Kenntnisse in Numerik und Lineare Algebra.

**M****3.137 Modul: Numerische Methoden für Differentialgleichungen [M-MATH-102888]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
Prof. Dr. Tobias Jahnke

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                 |      |                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|
| T-MATH-105836       | <a href="#">Numerische Methoden für Differentialgleichungen</a> | 8 LP | Dörfler, Hochbruck, Jahnke, Rieder, Wieners |

**Erfolgskontrolle(n)**

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

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- kennen wichtige Beispiele von numerischen Verfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen sowie die die zugrundeliegenden Konstruktionsprinzipien
- können die Eigenschaften dieser Verfahren (insbesondere die Stabilität, Konvergenz und Komplexität) analysieren
- können grundlegende numerische Verfahren für lineare partielle Differentialgleichungen analysieren
- Konzepte der Modellierung mit Differentialgleichungen wiedergeben

**Inhalt**

- Numerische Methoden für Anfangswertaufgaben (Runge-Kutta-Verfahren, Mehrschrittverfahren, Ordnung, Stabilität, steife Probleme)
- Numerische Methoden für Randwertaufgaben (Finite-Differenzen-Verfahren für elliptische Gleichungen zweiter Ordnung)
- Numerische Methoden für Anfangsrandwertaufgaben (Finite-Differenzen-Verfahren für parabolische Gleichungen und hyperbolische Gleichungen)

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module "Numerische Mathematik 1 und 2" sowie "Programmieren: Einstieg in die Informatik und algorithmische Mathematik" werden dringend empfohlen.



## 3.138 Modul: Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen [M-MATH-102915]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 6               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                   |      |         |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------|------|---------|
| T-MATH-105900       | <a href="#">Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen</a> | 6 LP | Dörfler |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- die grundlegenden Methoden, Techniken und Algorithmen der Behandlung hyperbolischer Anfangswertprobleme erklären
- Konzepte der Modellierung mit hyperbolischen Differentialgleichungen wiedergeben
- Einfache skalare oder vektorwertige hyperbolische Gleichungen numerisch lösen

### Inhalt

- Modellierung mit Erhaltungsgleichungen
- Schocks, Verdünnungswellen und schwache Lösungen
- Aspekte der Existenz und Regularitätstheorie skalarer Probleme
- Diskretisierung von Erhaltungsgleichungen in Ort und Zeit
- Eigenschaften der Diskretisierung hyperbolischer Systeme

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse in Finite Element Methoden, in einer Programmiersprache und der Analysis von Randwertproblemen werden dringend empfohlen. Kenntnisse in Funktionalanalysis werden empfohlen.



## 3.139 Modul: Numerische Methoden für Integralgleichungen [M-MATH-102930]

**Verantwortung:** PD Dr. Tilo Arens

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                             |      |                 |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|------|-----------------|
| T-MATH-105901       | <a href="#">Numerische Methoden für Integralgleichungen</a> | 8 LP | Arens, Hettlich |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.).

Durch die erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb durch die Abgabe von korrekten Lösungen zu 60% der gestellten Programmieraufgaben kann ein Bonus erworben werden. Liegt die Note der mündlichen Prüfung zwischen 4,0 und 1,3, so verbessert der Bonus die Note um eine Notenstufe (0,3 oder 0,4).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können die grundlegenden Methoden zur numerischen Lösung von linearen Integralgleichungen der zweiten Art wie Nyström-Verfahren, Kollokations-Verfahren und Galerkin-Verfahren und ihnen zu Grunde liegender Konzepte wie Interpolation und numerische Integration nennen und beschreiben. Sie sind in der Lage, diese Verfahren zur numerischen Lösung von Integralgleichungen auf konkrete Aufgabenstellungen anzuwenden und für konkrete Beispiele auf einem Computer zu implementieren. Die Studierenden können die Konvergenzresultate für diese Verfahren darlegen und beherrschen die Anwendung der dafür notwendigen Beweistechniken. Sie können entsprechende Resultate für einfache Variationen der Verfahren selbst ableiten und in konkreten Anwendungen eine Analyse des Konvergenzverhaltens durchführen.

### Inhalt

- Randintegraloperatoren
- Interpolation und Quadraturformeln
- Nyström-Verfahren
- Projektionsverfahren und Randelementmethoden

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung, ggf. modifiziert durch den Bonus aus dem Übungsbetrieb.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Numerische Mathematik 1

Integralgleichungen

**M****3.140 Modul: Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen [M-MATH-102928]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                                         |      |                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------|
| T-MATH-105899       | <a href="#">Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen</a> | 8 LP | Hochbruck, Jahnke |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden können numerische Verfahren für abstrakte Evolutionsgleichungen analysieren. Sie können aktuelle Forschungsergebnisse verstehen und beherrschen verschiedene Techniken zum Beweis von Stabilität und Fehlerabschätzungen von Zeitintegrationsverfahren. Sie können dazu selbständig Übungsaufgaben lösen, Lösungen präsentieren und diskutieren.

**Inhalt**

- Zeitintegrationsverfahren für lineare, semilineare und quasilineare Evolutionsgleichungen und deren Semidiskretisierung im Ort, insbesondere implizite Runge-Kutta- und Mehrschrittverfahren
- Rigorose Fehlerabschätzungen und Stabilitätsbeweise

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Numerische Methoden für Differentialgleichungen, Finite Elemente Methoden, Funktionalanalysis



## 3.141 Modul: Numerische Methoden in der Elektrodynamik [M-MATH-102894]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                           |      |                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|
| T-MATH-105860       | <a href="#">Numerische Methoden in der Elektrodynamik</a> | 6 LP | Dörfler, Hochbruck, Jahnke, Rieder, Wieners |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- können elektrostatische oder -dynamische Effekte mit mathematischen Modellen beschreiben,
- erkennen die grundlegenden Probleme der korrekten Approximation,
- können stabile Diskretisierungen der Maxwellgleichungen angeben.

### Inhalt

- Die Maxwell Gleichungen, Modellierung
- Rand- und Übergangsbedingungen
- Analytische Hilfsmittel
- Das Quellenproblem
- Das Eigenwertproblem
- Finite Elemente für die Maxwell-Gleichungen
- Interpolationsabschätzungen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Grundkenntnisse in der Analysis von Randwertproblemen und der Finite Elemente Methode.

**M****3.142 Modul: Numerische Methoden in der Finanzmathematik [M-MATH-102901]****Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Jahnke**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus            | Dauer      | Sprache          | Level | Version |
|-----------------|--------------|-------------------|------------|------------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | siehe Anmerkungen | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                             |      |        |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-105865       | <a href="#">Numerische Methoden in der Finanzmathematik</a> | 8 LP | Jahnke |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Im Mittelpunkt der Vorlesung steht die Bewertung von Optionen durch numerische Verfahren.

Absolventinnen und Absolventen

- sind in der Lage, die dynamische Wertentwicklung von verschiedenen Optionstypen durch stochastische oder partielle Differentialgleichungen zu modellieren und die Unterschiede zwischen diesen Modellen zu beurteilen.
- kennen insbesondere die Annahmen, auf denen diese Modelle beruhen, und können dadurch deren Aussagekraft und Zuverlässigkeit kritisch hinterfragen.
- kennen verschiedene numerische Verfahren zur Lösung von stochastischen und partiellen Differentialgleichungen sowie von hochdimensionalen Integrationsproblemen.
- können diese Verfahren nicht nur implementieren und zur Bewertung von verschiedenen Optionen anwenden, sondern auch die Stabilität und Konvergenz der Verfahren analysieren und durch theoretische Resultate erklären.

**Inhalt**

- Optionen, Arbitrage und andere Grundbegriffe
- Black-Scholes-Gleichung und Black-Scholes-Formeln
- Numerische Verfahren für stochastische Differentialgleichungen
- (Multilevel-)Monte-Carlo-Verfahren
- Monte-Carlo-Integration und Quasi-Monte-Carlo-Verfahren
- Numerische Verfahren für Black-Scholes-Gleichungen
- Numerische Verfahren zur Bewertung von amerikanischen Optionen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**

Wird jedes 4. Semester angeboten, jeweils im Wintersemester.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Es wird dringend empfohlen, dass Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit stochastischen Differentialgleichungen, dem Ito-Integral und der Ito-Formel vertraut sind. Für die Bearbeitung der Programmieraufgaben werden Programmierkenntnisse in MATLAB dringend empfohlen.

**M****3.143 Modul: Numerische Methoden in der Strömungsmechanik [M-MATH-102932]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
PD Dr. Gudrun Thäter

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

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

| Pflichtbestandteile |                                                              |      |                 |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|------|-----------------|
| T-MATH-105902       | <a href="#">Numerische Methoden in der Strömungsmechanik</a> | 4 LP | Dörfler, Thäter |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Studierende können die Modellierung und die physikalischen Annahmen erläutern, die zu den Navier-Stokes-Gleichungen führen. Sie können die Finite-Elemente-Methode auf die Strömungsrechnung anwenden und insbesondere mit der Inkompressibilität numerisch umgehen. Sie können die Konvergenz und Stabilität der Verfahren erläutern und begründen.

**Inhalt**

- Modellbildung und Herleitung der Navier-Stokes- Gleichungen
- Mathematische und physikalische Repräsentation von Energie und Spannung
- Lax-Milgram-Theorem, Céa-Lemma und Sattelpunkttheorie
- Analytische und numerische Behandlung der Potential- und der Stokes-Strömung
- Stabilitäts- und Konvergenztheorie der diskreten Modelle
- Numerische Behandlung der stationären nichtlinearen Gleichung
- Numerische Verfahren für das instationäre Problem
- Anwendungen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse in der numerischen Behandlung von Differentialgleichungen (z. B. von Randwertproblemen oder Anfangsrandwertproblemen) werden dringend empfohlen. Kenntnisse in Funktionalanalysis werden empfohlen.



## 3.144 Modul: Numerische Optimierungsmethoden [M-MATH-102892]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Christian Wieners

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                 |      |                                             |
|---------------------|-------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|
| T-MATH-105858       | <a href="#">Numerische Optimierungsmethoden</a> | 8 LP | Dörfler, Hochbruck, Jahnke, Rieder, Wieners |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- verschiedene numerische Verfahren für restringierte und unrestringierte Optimierungsprobleme beschreiben.
- Aussagen über lokale und globale Konvergenz erklären
- exemplarische Anwendungen skizzieren

### Inhalt

- Allgemeine unrestringierte Minimierungsverfahren
- Newton-Verfahren
- Inexakte Newton-Verfahren
- Quasi-Newton-Verfahren
- Nichtlineare cg-Verfahren
- Trust-Region-Verfahren
- Innere-Punkte-Verfahren
- Penalty-Verfahren
- Aktive-Mengen Strategien
- SQP-Verfahren
- Nicht-glatte Optimierung

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Optimierungstheorie



## 3.145 Modul: Numerische Simulation in der Moleküldynamik [M-MATH-105327]

**Verantwortung:** PD Dr. Volker Grimm

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                             |      |       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|------|-------|
| T-MATH-110807       | <a href="#">Numerische Simulation in der Moleküldynamik</a> | 8 LP | Grimm |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen kennen die grundlegenden Konzepte der Realisierung numerischer Simulationen in der Moleküldynamik auf seriellen und parallelen Rechnerarchitekturen. Sie können die für die Simulation in der Moleküldynamik benötigten Resultate und Verfahren aus der Numerik nennen, auf konkrete Fragestellungen anwenden und implementieren.

### Inhalt

- Das Linked-Cell-Verfahren für kurzreichweitige Potentiale
- Parallele Programmierung mit MPI
- Diverse Potentiale und Moleküle
- Zeitintegrationsverfahren
- Aspekte der numerischen geometrischen Integration
- Verfahren zur Berechnung langreichweitiger Potentiale

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Das Modul M-MATH-102888 (Numerische Methoden für Differentialgleichungen) und gute Kenntnisse in der Programmiersprache C werden empfohlen.

**M****3.146 Modul: Numerische Strömungssimulation [M-CIWVT-103072]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Hermann Nirschl**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                |      |         |
|---------------------|------------------------------------------------|------|---------|
| T-CIWVT-106035      | <a href="#">Numerische Strömungssimulation</a> | 6 LP | Nirschl |

**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von 90 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Erarbeitung der Grundlagen der Numerischen Strömungstechnik um selbständig Berechnungen durchführen zu können.

**Inhalt**

Navier-Stokes Gleichungen, numerische Lösungsverfahren, Turbulenz, Mehrphasenströmungen.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

- Präsenzzeit: 64 h
- Selbststudium: 56 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

**Empfehlungen**

Vorlesung Strömungsmechanik.

**Literatur**

- Nirschl: Skript zur Vorlesung CFD
- Ferziger, Peric: Numerische Strömungsmechanik
- Oertel, Laurien: Numerische Strömungsmechanik



## 3.147 Modul: Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen [M-MATH-102931]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 6               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                 |      |                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|------|-------------------|
| T-MATH-105920       | <a href="#">Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen</a> | 6 LP | Hochbruck, Jahnke |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine.

### Qualifikationsziele

Thema der Vorlesung sind numerische Verfahren für die zeitabhängigen Maxwell-Gleichungen. Absolventinnen und Absolventen können die in den Maxwellgleichungen auftretenden Terme physikalisch interpretieren und die Existenz und Eindeutigkeit der Lösung unter geeigneten Bedingungen beweisen. Die Absolventinnen und Absolventen kennen grundlegende Verfahren und Techniken zur numerischen Approximation der Lösung. Sie sind in der Lage, die Konvergenz und Stabilität dieser Verfahren zu analysieren und die Vor- und Nachteile der einzelnen Ansätze zu beurteilen.

### Inhalt

- Maxwellgleichungen: Integral- und Differentialform, Materialgesetze, Randbedingungen, Wohlgestelltheit
- Raumdiskretisierung (z.B. finite Differenzen, konforme oder nichtkonforme finite Elemente)
- Zeitintegration (z.B. Splitting-Verfahren, (lokal)-implizite Verfahren, exponentielle Integratoren)

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Grundkenntnisse über gewöhnliche und/oder partielle Differentialgleichungen werden empfohlen.

Das Modul "Numerische Methoden für Differentialgleichungen" wird dringend empfohlen.

### Lehr- und Lernformen

Vorlesung und Übungen mit aktiver Beteiligung der Studierenden; Übungsblätter 14-tägig

### Literatur

Skript mit Literaturhinweisen wird zu Verfügung gestellt

**M****3.148 Modul: Numerische Verfahren für oszillatorische Differentialgleichungen [M-MATH-106682]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Jahnke  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus            | Dauer      | Sprache          | Level | Version |
|-----------------|--------------|-------------------|------------|------------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | siehe Anmerkungen | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                                  |      |        |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-113437       | <a href="#">Numerische Verfahren für oszillatorische Differentialgleichungen</a> | 8 LP | Jahnke |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Das zentrale Thema der Vorlesung sind numerische Zeitintegrationsverfahren für hochoszillatorische gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen.

Absolventinnen und Absolventen

- kennen ausgewählte Klassen von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen mit oszillatorischen Lösungen und können die Ursachen für die Oszillationen erklären.
- können erklären, warum die Zeitintegration von solchen Problemen mit herkömmlichen Verfahren in der Regel ineffizient ist.
- kennen verschiedene Techniken, die zur Konstruktion von effizienteren Verfahren für bestimmte Probleme verwendet werden können.
- können Fehlerabschätzungen für solche Integratoren erläutern und kennen in der Fehleranalyse verwendeten die Ideen, Techniken und Annahmen

**Inhalt**

- Oszillatorische gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen: Beispiele und Anwendungen
- Konstruktion von Zeitintegrationsverfahren
- Oszillationen und Resonanzen
- Fehleranalyse
- Raumdiskretisierung durch Fourier-Kollokationsverfahren

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**

Turnus: Jedes zweite Sommersemester.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollten mit numerischen Verfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen (z.B. Runge-Kutta-Verfahren) und den für ihre Untersuchung benötigten Konzepten (Stabilität, Ordnung, lokaler und globaler Fehler usw.) vertraut sein.



## 3.149 Modul: Operatorfunktionen [M-MATH-102936]

**Verantwortung:** PD Dr. Volker Grimm

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                    |      |  |
|---------------------|------------------------------------|------|--|
| T-MATH-105905       | <a href="#">Operatorfunktionen</a> | 6 LP |  |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse der Approximation von Operatorfunktionen. Sie können die Verfahren auf deren Konvergenzeigenschaften und Effizienz untersuchen. Bei Anwendung in der Numerik von Evolutionsgleichungen können sie die besprochenen Verfahren analysieren, selbständig die geeigneten Verfahren auswählen und ihre Wahl begründen.

### Inhalt

- Definition von Operatorfunktionen
- Stark stetige und analytische Halbgruppen
- Feste rationale Approximationen an Operatorfunktionen
- Rationale Krylov-Verfahren zur Approximation von Operatorfunktionen
- Anwendungen in der Numerik von Evolutionsgleichungen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Module Numerische Mathematik 1 und 2, Funktionalanalysis werden dringend empfohlen.

**M****3.150 Modul: Optical Waveguides and Fibers [M-ETIT-100506]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Christian Koos**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Elektrotechnik / Informationstechnik \(Elektrotechnik / Informationstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1**Pflichtbestandteile**

|               |                                               |      |      |
|---------------|-----------------------------------------------|------|------|
| T-ETIT-101945 | <a href="#">Optical Waveguides and Fibers</a> | 4 LP | Koos |
|---------------|-----------------------------------------------|------|------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Type of Examination: Oral exam

Duration of Examination: approx. 20 minutes

Modality of Exam: The written exam is offered continuously upon individual appointment.

**Voraussetzungen**

None

**Qualifikationsziele**

The students

- conceive the basic principles of light-matter-interaction and wave propagation in dielectric media and can explain the origin and the implications of the Lorentz model and of Kramers-Kronig relation,
- are able to quantitatively analyze the dispersive properties of optical media using Sellmeier relations and scientific databases,
- can explain and mathematically describe the working principle of an optical slab waveguide and the formation of guided modes,
- are able to program a mode solver for a slab waveguide in Matlab,
- are familiar with the basic principle of surface plasmon polariton propagation,
- know basic structures of planar integrated waveguides and are able to model special cases with semi-analytical approximations such as the Marcanti 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 step-index fibers, graded-index fibers and microstructured fibers,
- are able to derive and solve basic relations for step-index fibers from Maxwell's equations,
- are familiar with the concept of hybrid and linearly polarized fiber modes,
- can mathematically describe signal propagation in single-mode fibers design dispersion-compensated transmission links,
- conceive the physical origin of fiber attenuation effects,
- are familiar with state-of-the-art fiber technologies and the associated fabrication methods,
- can derive models for dielectric waveguide structures using the mode expansion method,
- conceive the principles of directional couplers, multi-mode interference couplers, and waveguide gratings,
- can mathematically describe active waveguides and waveguide bends.

**Inhalt**

1. Introduction: Optical communications
2. Fundamentals of wave propagation in optics: Maxwell's equations in optical media, wave equation and plane waves, material dispersion, Kramers-Kroig relation and Sellmeier equations, Lorentz and Drude model of refractive index, signal propagation in dispersive media.
3. Slab waveguides: Reflection from a plane dielectric boundary, slab waveguide eigenmodes, radiation modes, inter- and intramodal dispersion, metal-dielectric structures and surface plasmon polariton propagation.
4. Planar integrated waveguides: Basic structures of integrated optical waveguides, guided modes of rectangular waveguides (Marcatili method and effective-index method), basics of numerical methods for mode calculations (finite difference- and finite-element methods), waveguide technologies in integrated optics and associated fabrication methods
5. Optical fibers: Optical fiber basics, step-index fibers (hybrid modes and LP-modes), graded-index fibers (infinitely extended parabolic profile), microstructured fibers and photonic-crystal fibers, fiber technologies and fabrication methods, signal propagation in single-mode fibers, fiber attenuation, dispersion and dispersion compensation
6. Waveguide-based devices: Modeling of dielectric waveguide structures using mode expansion and orthogonality relations, multimode interference couplers and directional couplers, waveguide gratings, material gain and absorption in optical waveguides, bent waveguides

**Zusammensetzung der Modulnote**

The module grade is the grade of the oral exam.

There is, however, a bonus system based on the problem sets that are solved during the tutorials: During the term, 3 problem sets will be collected in the tutorial and graded without prior announcement. If for each of these sets more than 70% of the problems have been solved correctly, a bonus of 0.3 grades will be granted on the final mark of the oral exam.

**Arbeitsaufwand**

Total 120 h, hereof 45 h contact hours (30 h lecture, 15 h tutorial) and 75 h homework and self-studies.

**Empfehlungen**

Solid mathematical and physical background, basic knowledge of electrodynamics

**Literatur**

B.E.A. Saleh, M.C. Teich: Fundamentals of Photonics

G.P. Agrawal: Fiber-optic communication systems

C.-L. Chen: Foundations for guided-wave optics

Katsunari Okamoto: Fundamentals of Optical Waveguides

K. Iizuka: Elements of Photonics

**M****3.151 Modul: Optimale Regelung und Schätzung [M-ETIT-102310]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Elektrotechnik / Informationstechnik \(Elektrotechnik / Informationstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
1**Version**  
1**Pflichtbestandteile**

|               |                                                 |      |         |
|---------------|-------------------------------------------------|------|---------|
| T-ETIT-104594 | <a href="#">Optimale Regelung und Schätzung</a> | 3 LP | Hohmann |
|---------------|-------------------------------------------------|------|---------|

**Erfolgskontrolle(n)**

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

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

- Die Studierenden beherrschen den Entwurf von LQ-Reglern (z.B. des Riccati-Reglers) sowohl für Führungsverhalten als auch zur optimalen Störgrößenunterdrückung und für optimales Folgeverhalten und kennen deren Stabilitätseigenschaften.
- Sie kennen zudem das Vorgehen für die optimale Synthese bei beschränkten Stellgrößen wie z.B. bei zeitoptimalen Regelungen.
- Die Studierenden sind zum anderen in der Lage, das quantitative Verhalten von MIMO-Regelkreisen im Frequenzbereich mit Hilfe von H<sub>8</sub>- Normen mittels Singulärwerten zu beschreiben und zu beurteilen.
- Sie können auf der Basis von verallgemeinerten Regelkreisdarstellungen robuste Frequenzbereichsregler entwerfen und sind alternativ in der Lage, im Zeitbereich robuste Ausgangsrückführungen zur Polbereichsvorgabe auszulegen.
- Die Studierenden sind vertraut mit dem allgemeinen Schätzproblem und kennen die erforderlichen stochastischen Grundlagen zur Beschreibung der gesuchten Minimal-Varianz-Schätzwerte.
- Sie sind in der Lage, für lineare Signalprozessmodelle die exakten Lösungen des Schätzproblems in Gestalt des Kalman-Filters (für den zeitdiskreten Fall) und des Kalman-Bucy-Filters (für den zeitkontinuierlichen Fall) herzuleiten und können die Eigenschaften und die Struktur der entworfenen Filter charakterisieren.
- Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, optimale approximative Filter für nichtlineare Signalprozessmodelle zu entwerfen, z.B. das Extended Kalman-Filter oder das Unscented Sigma-Punkt-Kalman-Filter, deren jeweilige Eigenschaften sowie Vor- und Nachteile sie kennen und in Bezug setzen können.

**Inhalt**

Die Vorlesung knüpft an die Lehrveranstaltungen „Optimization of Dynamic Systems“ und „Regelung linearer Mehrgrößensysteme“ an und vermittelt den Studierenden auf der Grundlage der dort erlernten Inhalte weiterführende Methoden auf dem Gebiet der optimalen Regelung und Schätzung. Im ersten Modulabschnitt werden die Studierenden mit den in der Regelungstechnik verbreiteten LQ-Regelungen vertraut gemacht, unter anderem Riccati-Regler und zeitoptimale Regler. Im zweiten Teil des Moduls erlernen die Studierenden einige für die Praxis sehr wichtige robuste Regelungsansätze. So wird einerseits ein Überblick über die Formulierung von Regelkreiseigenschaften mittels H<sub>8</sub>- Normen und die darauf aufbauenden robusten Regelungsentwürfe im Frequenzbereich gegeben, zum anderen wird den Studierenden im Zustandsraum die Polbereichsvorgabe zur Synthese robuster Regelungen vorgestellt. Im dritten Teil des Moduls wird dann die Lösung des allgemeinen Schätzproblems vermittelt. Dazu werden Kalman- bzw. Kalman-Bucy-Filter zur optimalen Zustandsschätzung für zeitdiskrete bzw. zeitkontinuierliche Signalprozessmodelle hergeleitet und deren Struktur und Eigenschaften behandelt. Als Ausblick wird auf Filterkonzepte für nichtlineare Systeme eingegangen.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Unter den Arbeitsaufwand fallen

1. Präsenzzeit in Vorlesung (2 SWS: 30h1 LP)
2. Vor-/Nachbereitung Vorlesung (52.5h1.75 LP)
3. Vorbereitung/Präsenz mündliche Prüfung (7.5h0.25 LP)

**Empfehlungen**

Kenntnisse über die Inhalte der Module M-ETIT-100531 (Optimization of Dynamic Systems) sowie M-ETIT-100374 (Regelung linearer Mehrgrößensysteme) sind dringend zu empfehlen, da das Modul auf deren Ergebnissen aufbaut.



## 3.152 Modul: Optimierung in Banachräumen [M-MATH-102924]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Griesmaier

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                                             |      |                      |
|---------------------|---------------------------------------------|------|----------------------|
| T-MATH-105893       | <a href="#">Optimierung in Banachräumen</a> | 5 LP | Griesmaier, Hettlich |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 30 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage, Eigenschaften endlichdimensionaler Optimierungsprobleme auf unendlichdimensionale Fälle zu übertragen und diese auf Probleme der Approximationstheorie, der Variationsrechnung und der optimalen Steuerungstheorie anzuwenden. Sie können die Hauptsätze wiedergeben, beweisen und anhand von Beispielen erläutern.

### Inhalt

Funktionalanalytische Grundlagen (insbes. Trennungssätze konvexer Mengen, Eigenschaften konvexer Funktionen, Differenzierbarkeitsbegriffe). Dualitätstheorie konvexer Probleme, differenzierbare Optimierungsaufgaben (Lagrangesche Multiplikatorenregel), hinreichende Optimalitätsbedingungen, Existenzaussagen, Anwendungen in der Approximationstheorie, der Variationsrechnung und der optimalen Steuerungstheorie.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Erwünscht sind grundlegende Kenntnisse zur endlichdimensionalen Optimierungstheorie und aus der Funktionalanalysis.

**M****3.153 Modul: Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen [M-MATH-102899]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Christian Wieners  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 4               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                                |      |  |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------|--|
| T-MATH-105864       | <a href="#">Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen</a> | 4 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- den Überblick zur Modellierung mit optimaler Kontrolle gewinnen
- erlangen Kenntnisse zum funktionalanalytischen Rahmen
- Lösungsverfahren auf elliptische und parabolische Kontrollprobleme anwenden

**Inhalt**

- Einleitung und Motivation
- Linear-quadratische elliptische Probleme
- Parabolische Probleme
- Steuerung semilinear elliptischer Gleichungen
- semilineare parabolische Kontrollprobleme

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**M****3.154 Modul: Optimization of Dynamic Systems [M-ETIT-100531]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Elektrotechnik / Informationstechnik \(Elektrotechnik / Informationstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
5**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                 |      |         |
|---------------------|-------------------------------------------------|------|---------|
| T-ETIT-100685       | <a href="#">Optimization of Dynamic Systems</a> | 5 LP | Hohmann |

**Erfolgskontrolle(n)**

The assessment consists of a written exam (120 min) taking place in the recess period.

**Voraussetzungen**

none

**Qualifikationsziele**

- The students know as well the mathematical basics as the fundamental methods and algorithms to solve constraint and unconstraint nonlinear static optimization problems.
- They can solve constraint and unconstraint dynamic optimization by using the calculus of variations approach and the Dynamic Programming method.
- Also they are able to transfer dynamic optimization problem to static problems.
- The students know the mathematic relations, the pros and cons and the limits of the particular optimization methods.
- They can transfer problems from other fields of their studies in a convenient optimization problem formulation and they are able to select and implement suitable optimization algorithms for them by using common software tools.

**Inhalt**

The module teaches the mathematical basics that are required to solve optimization problems. The first part of the lecture treats methods for solving static optimization problems. The second part of the lecture focuses on solving dynamic optimization problems by using the method of Euler-Lagrange and the Hamilton method as well as the dynamic programming approach.

**Zusammensetzung der Modulnote**

The module grade is the grade of the written exam.

**Arbeitsaufwand**

Each credit point stands for an amount of work of 30h of the student. The amount of work includes

1. presence in lecture/exercises/tutorial(optional) (2+1 SWS: 45h1.5 LP)
2. preparation/postprocessing of lecture/exercises (90h3 LP)
3. preparation/presence in the written exam (15h0.5 LP)



## 3.155 Modul: Paralleles Rechnen [M-MATH-101338]

**Verantwortung:** PD Dr. Mathias Krause  
Prof. Dr. Christian Wieners

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 5               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                    |      |                 |
|---------------------|------------------------------------|------|-----------------|
| T-MATH-102271       | <a href="#">Paralleles Rechnen</a> | 5 LP | Krause, Wieners |

### Erfolgskontrolle(n)

Prüfungsvorleistung: bestandenenes Praktikum

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- beherrschen die Grundlagen des parallelen Rechnens.
  - haben einen Überblick zu wissenschaftlichem Rechnen auf parallelen Rechnern
  - verfügen über theoretische und praktische Erfahrungen mit parallelen Lösungsmethoden
  - können einfache praktische Aufgaben eigenständig skalierbar implementieren
- Programmiermodellen und parallelen

### Inhalt

- Parallele Programmiermodelle
- Paralleles Lösen linearer Gleichungssysteme
- Parallele Finite Differenzen, Finite Elemente, Finite Volumen
- Methoden der Gebietszerlegung
- Matrix-Matrix und Matrix-Vektor-Operationen
- Konvergenz- und Leistungsanalyse
- Lastverteilung
- Anwendungen aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Kenntnisse in einer höheren Programmiersprache (C++, Java, Fortran). Grundlagenkenntnisse in der numerischen Behandlung von Differentialgleichungen (Finite Differenzen oder Finite Elemente).

**M****3.156 Modul: Perkolation [M-MATH-102905]****Verantwortung:** Prof. Dr. Günter Last**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
5**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                             |      |                   |
|---------------------|-----------------------------|------|-------------------|
| T-MATH-105869       | <a href="#">Perkolation</a> | 5 LP | Hug, Last, Winter |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtpfprüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden

- kennen grundlegende Modelle der diskreten und stetigen Perkolation,
- erwerben die Fähigkeit, spezifische probabilistische und graphentheoretische Methoden zur Analyse dieser Modelle einzusetzen,
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

**Inhalt**

- Kanten- und Knoten-Perkolation auf Graphen
- Satz von Harris-Kesten
- Asymptotik der Clustergröße im sub- und superkritischen Fall
- Eindeutigkeit des unendlichen Clusters im quasitransitiven Fall
- Stetige Perkolation

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**Die Inhalte des Moduls *Wahrscheinlichkeitstheorie* werden empfohlen.

**M****3.157 Modul: Physical Foundations of Cryogenics [M-CIWVT-103068]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                    |      |          |
|---------------------|----------------------------------------------------|------|----------|
| T-CIWVT-106103      | <a href="#">Physical Foundations of Cryogenics</a> | 6 LP | Grohmann |

**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

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 Realgasmodellen für klassisches Helium I; Verstehen der Quantenfluid-Eigenschaften von Helium II auf Basis der Bose-Einstein-Kondensation; Verstehen der Funktion von Kühlmethoden bei tiefsten Temperaturen.

**Inhalt**

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.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

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

**Lehr- und Lernformen**

22030 - Kryotechnik A

22031 - Übungen zu 22030 Kryotechnik 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****3.158 Modul: Potentialtheorie [M-MATH-102879]****Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Griesmaier**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Semester

**Level**  
 4

**Version**  
 1

| Pflichtbestandteile |                  |      |                                      |
|---------------------|------------------|------|--------------------------------------|
| T-MATH-105850       | Potentialtheorie | 8 LP | Arens, Griesmaier, Hettlich, Reichel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden können grundlegende Eigenschaften harmonischer Funktionen darstellen und die Existenz und Eindeutigkeit von Randwertaufgaben für die Laplacegleichung in Innen- und Außenraumgebieten mittels Integralgleichungsmethoden beweisen. Sie beherrschen die Darstellungssätze und können Einfachschicht- und Doppelschichtpotentiale zur Lösung von Randwertproblemen anwenden.

**Inhalt**

- Eigenschaften harmonischer Funktionen
- Existenz und Eindeutigkeit der Randwertaufgaben für die Laplace equation
- Fundamentallösungen und Greensche Funktionen
- Einfachschicht- und Doppelschichtpotentiale
- Integralgleichungen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Erwünscht sind grundlegende Kenntnisse aus der Funktionalanalysis

**M****3.159 Modul: Prozessmodellierung in der Aufarbeitung [M-CIWVT-103066]****Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Matthias Franzreb**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                         |      |          |
|---------------------|---------------------------------------------------------|------|----------|
| T-CIWVT-106101      | <a href="#">Prozessmodellierung in der Aufarbeitung</a> | 4 LP | Franzreb |

**Erfolgskontrolle(n)**

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.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden können die für die Chromatografiemodellierung notwendigen Gleichgewichts- und Kinetikgleichungen darlegen und interpretieren. Sie können verdeutlichen welche Methoden zur Bestimmung der Gleichgewichts- und Kinetikparameter zum Einsatz kommen und diese an Beispielen erörtern. Sie verstehen die Funktionsweise komplexer Aufreinigungsverfahren wie „Simulated Moving Bed“ und können die Unterschiede zur klassischen Chromatografie beschreiben. Die Studierenden können unter Einsatz einer Modellierungssoftware praxisrelevante Chromatografieprozesse simulieren und die Ergebnisse analysieren. Auf dieser Grundlage können sie Prozessparameter optimieren und an verschiedene Zielgrößen wie Reinheit oder Ausbeute anpassen. Die Studierenden sind in der Lage die unterschiedlichen Verfahren zu beurteilen und die für eine vorgegebene Aufgabenstellung beste Variante auszuwählen.

**Inhalt**

Grundlagen und praktische Übungen zur Chromatografie-modellierung, Auslegung von ‚Simulated Moving Bed (SMB)‘-Systemen, Versuchsplanung (DOE)

**Arbeitsaufwand**

- Präsenzzeit: 30h
- Selbststudium: 60h
- Prüfungsvorbereitung: 30h

**M****3.160 Modul: Quantifizierung von Unsicherheiten [M-MATH-104054]****Verantwortung:** Prof. Dr. Martin Frank**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
 4

**Notenskala**  
 Zehntelnoten

**Turnus**  
 Jedes Sommersemester

**Dauer**  
 1 Semester

**Level**  
 4

**Version**  
 1

| Pflichtbestandteile |                                                    |      |       |
|---------------------|----------------------------------------------------|------|-------|
| T-MATH-108399       | <a href="#">Quantifizierung von Unsicherheiten</a> | 4 LP | Frank |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtpfprüfung (ca. 30 Minuten).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

After successfully taking part in the module's classes and exams, students have gained knowledge and abilities as described in the "Inhalt" section.

Specifically, students know several parametrization methods for uncertainties. Furthermore, students are able to describe the basics of several solution methods (stochastic collocation, stochastic Galerkin, Monte-Carlo). Students can explain the so-called curse of dimensionality.

Students are able to apply numerical methods to solve engineering problems formulated as algebraic or differential equations with uncertainties. They can name the advantages and disadvantages of each method. Students can judge whether specific methods are applicable to the specific problem and discuss their results with specialists and colleagues. Finally, students are able to implement the above methods in computer codes.

**Inhalt**

In this class, we learn to propagate uncertain input parameters through differential equation models, a field called Uncertainty Quantification (UQ). Given uncertain input (parameter values, initial or boundary conditions), how uncertain is the output? The first part of the course ("how to do it") gives an overview on techniques that are used. Among these are:

- Sensitivity analysis
- Monte-Carlo methods
- Spectral expansions
- Stochastic Galerkin method
- Collocation methods, sparse grids

The second part of the course ("why to do it like this") deals with the theoretical foundations of these methods. The so-called "curse of dimensionality" leads us to questions from approximation theory. We look back at the very standard numerical algorithms of interpolation and quadrature, and ask how they perform in many dimensions.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung



## 3.161 Modul: Rand- und Eigenwertprobleme [M-MATH-102871]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                             |      |                                                    |
|---------------------|---------------------------------------------|------|----------------------------------------------------|
| T-MATH-105833       | <a href="#">Rand- und Eigenwertprobleme</a> | 8 LP | Frey, Hundertmark, Lamm, Plum, Reichel, Schnaubelt |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- die Bedeutung von Rand- und Eigenwertproblemen innerhalb der Mathematik und/oder Physik beurteilen und an Hand von Beispielen illustrieren,
- qualitative Eigenschaften von Lösungen beschreiben,
- mit Hilfe funktionalanalytischer Methoden die Existenz von Lösungen von Randwertproblemen beweisen,
- Aussagen über Existenz von Eigenwerten, Eigenfunktionen von elliptischen Differentialoperatoren treffen sowie deren Eigenschaften beschreiben.

### Inhalt

- Beispiele von Rand- und Eigenwertproblemen
- Maximumprinzipien für Gleichungen 2. Ordnung
- Funktionenräume, z.B. Sobolev-Räume
- Schwache Formulierung linearer elliptischer Gleichungen 2. Ordnung
- Existenz- und Regularitätstheorie elliptischer Gleichungen
- Eigenwerttheorie für schwach formulierte elliptische Eigenwertprobleme

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung



## 3.162 Modul: Randelementmethoden [M-MATH-103540]

**Verantwortung:** PD Dr. Tilo Arens

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                     |      |       |
|---------------------|-------------------------------------|------|-------|
| T-MATH-109851       | <a href="#">Randelementmethoden</a> | 8 LP | Arens |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage, die analytischen Grundlagen der Definition von Potentialen und Randoperatoren, wie Distributionen, Sobolev-Räume auf Rändern von Lipschitz-Gebieten und Spurooperatoren, auf konkrete Problemstellungen anzuwenden. Sie können die Definition von Potentialen und Randoperatoren und wichtige Aussagen dazu nachvollziehen. Sie sind in der Lage, Randintegralgleichungsformulierungen für konkrete elliptische Randwertprobleme herzuleiten und Beweise für deren Lösbarkeit nachzuvollziehen.

Die Studierenden können Klassen von Randelementen benennen und beschreiben. Der Einsatz der verschiedenen Elemente zur numerischen Lösung von Randintegralgleichungen mit Galerkin-Verfahren ist ihnen vertraut. Wichtige Resultate zur Konvergenz dieser Verfahren können sie erläutern. Den Einsatz von Techniken wie Präkonditionierung und Matrixkompression zur Verbesserung der praktischen Handhabbarkeit von Randelementmethoden können die Studierenden beschreiben und erläutern.

### Inhalt

- Sobolev-Räume
- Funktionenräume auf Lipschitz-Rändern
- Randwertprobleme für elliptische partielle Differentialgleichungen
- Potenziale und Randoperatoren
- Randintegralgleichungen
- Randelemente
- Galerkin-Randelementmethoden
- Präkonditionierung
- Matrixkompression

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### **Empfehlungen**

Das Modul "Numerische Methoden für Integralgleichungen" wird empfohlen.

**M****3.163 Modul: Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen [M-MATH-102876]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                           |      |               |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|------|---------------|
| T-MATH-105847       | <a href="#">Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen</a> | 8 LP | Plum, Reichel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- die Bedeutung von nichtlinearen Randwertproblemen in Bezug auf ihre Anwendungen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften beurteilen und an Hand von Beispielen illustrieren,
- qualitative Eigenschaften von Lösungen beschreiben,
- mit Hilfe funktionalanalytischer Methoden die Existenz von Lösungen beweisen,
- nichtlineare Phänomene (z.B. Verzweigung, Vielfachheit von Lösungen) erkennen, analysieren und anhand von prototypischen Beispiele illustrieren.

**Inhalt**

- Methode der Ober- und Unterlösungen
- Existenz mittels Fixpunktmethoden
- Qualitative Eigenschaften
- Variationelle Methoden und/oder Verzweigungstheorie

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen/schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Kurse 'Funktionalanalysis', 'Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen' und 'Rand- und Eigenwertprobleme' werden empfohlen.

**M****3.164 Modul: Raum- und Zeitdiskretisierung nichtlinearer Wellengleichungen [M-MATH-105966]**

**Verantwortung:** Dr. rer. nat. Benjamin Dörich  
Prof. Dr. Marlis Hochbruck

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                                               |      |           |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-112120       | <a href="#">Raum- und Zeitdiskretisierung nichtlinearer Wellengleichungen</a> | 6 LP | Hochbruck |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine.

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- können wesentliche Konzepte der Fehleranalyse von Raum- und Zeitdiskretisierungen für nichtlineare Wellengleichungen nennen und erörtern,
- sind darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit im Bereich der Numerik partieller Differentialgleichungen zu schreiben

**Inhalt**

Thema der Vorlesung ist eine einheitliche Fehleranalyse der Raum- und Zeitdiskretisierung nichtlinearer wellenartiger Gleichungen. Hierfür werden Evolutionsgleichungen mit monotonen Operatoren auf Hilberträumen und verschiedene Arten der Raumdiskretisierung betrachtet, z.B. finite Elemente, unstetige Galerkin-Verfahren oder Spektralmethoden und insbesondere auch nichtkonforme Diskretisierungen.

Nach der Analyse der Raumdiskretisierungsfehler wird diese mit Zeitintegrationsverfahren wie dem Crank-Nicolson und einem implizit-expliziten Verfahren kombiniert.

Die abstrakte Analyse wird jeweils an konkreten Beispielen illustriert.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse über partielle Differentialgleichungen sowie die Inhalte der Module

[M-MATH-102888 - Numerische Methoden für Differentialgleichungen](#) und [M-MATH-102891 - Finite Elemente Methoden](#) werden dringend empfohlen. Kenntnisse in Funktionalanalysis werden ebenfalls empfohlen.



## 3.165 Modul: Räumliche Stochastik [M-MATH-102903]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Günter Last

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                      |      |                   |
|---------------------|--------------------------------------|------|-------------------|
| T-MATH-105867       | <a href="#">Räumliche Stochastik</a> | 8 LP | Hug, Last, Winter |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen grundlegende räumliche stochastische Prozesse. Dabei verstehen sie nicht nur allgemeine Verteilungseigenschaften, sondern können auch konkrete Modelle (Poissonscher Prozess, Gaußsche Zufallsfelder) beschreiben und anwenden. Sie können ferner selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

### Inhalt

- Zufällige Mengen
- Punktprozesse
- Zufällige Maße
- Palmsche Verteilungen
- Zufällige Felder
- Gaußsche Felder
- Spektraltheorie zufälliger Felder
- Räumlicher Ergodensatz

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Inhalte des Moduls *Wahrscheinlichkeitstheorie* werden empfohlen.

**M****3.166 Modul: Rechnerstrukturen [M-INFO-100818]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Karl  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** Informatik

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                   |      |      |
|---------------------|-------------------|------|------|
| T-INFO-101355       | Rechnerstrukturen | 6 LP | Karl |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung

**Qualifikationsziele**

Der/die Studierende ist in der Lage,

- grundlegendes Verständnis über den Aufbau, die Organisation und das Operationsprinzip von Rechnersystemen zu erwerben,
- aus dem Verständnis über die Wechselwirkungen von Technologie, Rechnerkonzepten und Anwendungen die grundlegenden Prinzipien des Entwurfs nachvollziehen und anwenden zu können,
- Verfahren und Methoden zur Bewertung und Vergleich von Rechensystemen anwenden zu können,
- grundlegendes Verständnis über die verschiedenen Formen der Parallelverarbeitung in Rechnerstrukturen zu erwerben.

Insbesondere soll die Lehrveranstaltung die Voraussetzung liefern, vertiefende Veranstaltungen über eingebettete Systeme, moderne Mikroprozessorarchitekturen, Parallelrechner, Fehlertoleranz und Leistungsbewertung zu besuchen und aktuelle Forschungsthemen zu verstehen.

**Inhalt**

Der Inhalt umfasst:

- Einführung in die Rechnerarchitektur
- Grundprinzipien des Rechnerentwurfs: Kompromissfindung zwischen Zielsetzungen, Randbedingungen, Gestaltungsgrundsätzen und Anforderungen
- Leistungsbewertung von Rechensystemen
- Parallelismus auf Maschinenbefehlsebene: Superskalartechnik, spekulative Ausführung, Sprungvorhersage, VLIW-Prinzip, mehrfädige Befehlsausführung
- Parallelrechnerkonzepte, speichergekoppelte Parallelrechner (symmetrische Multiprozessoren, Multiprozessoren mit verteilttem gemeinsamem Speicher), nachrichtenorientierte Parallelrechner, Multicore-Architekturen, parallele Programmiermodelle
- Verbindungsnetze (Topologien, Routing)
- Grundlagen der Vektorverarbeitung, SIMD, Multimedia-Verarbeitung
- Energie-effizienter Entwurf
- Grundlagen der Fehlertoleranz, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Sicherheit

**Arbeitsaufwand**

$((4 + 1,5 \cdot 4) \cdot 15 + 15) / 30 = 165 / 30 = 5,5 = 6 \text{ ECTS}$

**Empfehlungen**

Siehe Teilleistung



## 3.167 Modul: Regularität für elliptische Operatoren [M-MATH-106696]

**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Peer Kunstmann

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                        |      |           |
|---------------------|--------------------------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-113472       | <a href="#">Regularität für elliptische Operatoren</a> | 6 LP | Kunstmann |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- können Methoden zur Definition elliptischer Operatoren erklären,
- können Resultate über spektrale Eigenschaften in  $L^q$  nennen und in Beziehung setzen,
- können die Bedeutung von Wärmeleitungskernabschätzungen erklären und entsprechende Beweismethoden skizzieren,
- können die Konstruktion des  $H^\infty$ -Kalküls skizzieren und Klassen elliptischer Operatoren nennen, für die er beschränkt ist,
- können das Konzept der maximalen  $L^p$ -Regularität erklären, seine Beziehung zu anderen Teilen der Theorie erläutern und Beispiele nennen,
- beherrschen die wichtigen Beweistechniken für Regularitätseigenschaften elliptischer Operatoren,
- können mit einer Masterarbeit in diesem Themenfeld beginnen.

### Inhalt

- elliptische Operatoren in Divergenz- und Nichtdivergenzform
- elliptische Operatoren auf Gebieten mit Randbedingungen
- Wärmeleitungskernabschätzungen für elliptische Operatoren
- Spektrum elliptischer Operatoren in Lebesgue-Räumen  $L^q$
- maximale  $L^p$ -Regularität für das parabolische Problem
- $H^\infty$ -Funktionalkalkül für elliptische Operatoren
- $L^q$ -Theorie für parabolische Randwertprobleme

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Module "Funktionalanalysis" und "Spektraltheorie" werden dringend empfohlen.



## 3.168 Modul: Riemannsche Flächen [M-MATH-106466]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Herrlich

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                     |      |          |
|---------------------|-------------------------------------|------|----------|
| T-MATH-113081       | <a href="#">Riemannsche Flächen</a> | 8 LP | Herrlich |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- kennen wesentliche strukturelle Eigenschaften von Riemannschen Flächen,
- kennen topologische, funktionentheoretische und algebraische Methoden zur Untersuchung Riemannscher Flächen und können diese anwenden.

### Inhalt

- Definition von Riemannschen Flächen
- Holomorphe und meromorphe Funktionen auf Riemannschen Flächen
- Kompakte Riemannsche Flächen
- Satz von Riemann-Roch
- Uniformisierung, Fuchssche Gruppen und hyperbolische Metrik
- Klassifikation kompakter Riemannscher Flächen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Kenntnisse der Funktionentheorie (etwa "Analysis 4") werden dringend empfohlen, ebenso die wesentlichen Inhalte der Module "Elementare Geometrie" und "Einführung in Algebra und Zahlentheorie".

**M****3.169 Modul: Robotik I - Einführung in die Robotik [M-INFO-100893]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** Informatik

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Sprache          | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|------------------|-------|---------|
| 6               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4     | 3       |

| Pflichtbestandteile |                                       |      |        |
|---------------------|---------------------------------------|------|--------|
| T-INFO-108014       | Robotik I - Einführung in die Robotik | 6 LP | Asfour |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

Studierende sind in der Lage, die vorgestellten Konzepte auf einfache und realistische Aufgaben aus der Robotik anzuwenden. Dazu zählt die Beherrschung und Herleitung der für die Robotermodellierung relevanten mathematischen Konzepte. Weiterhin beherrschen Studierende die kinematische und dynamische Modellierung von Robotersystemen, sowie die Modellierung und den Entwurf einfacher Regler. Die Studierenden kennen die algorithmischen Grundlagen der Bewegungs- und Greifplanung und können diese Algorithmen auf Problemstellungen der Robotik anwenden. Sie kennen Algorithmen aus dem Bereich der Bildverarbeitung und sind in der Lage, diese auf Problemstellungen der Robotik anzuwenden. Sie können Aufgabenstellungen als symbolisches Planungsproblem modellieren und lösen. Die Studierenden besitzen Kenntnisse über intuitive Programmierverfahren für Roboter und kennen Verfahren zum Programmieren und Lernen durch Vormachen.

**Inhalt**

Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über die Grundlagen der Robotik am Beispiel von Industrierobotern, Service-Robotern und autonomen humanoiden Robotern. Dabei wird ein Einblick in alle relevanten Themenbereiche gegeben. Dies umfasst Methoden und Algorithmen zur Modellierung von Robotern, Regelung und Bewegungsplanung, Bildverarbeitung und Roboterprogrammierung. Zunächst werden mathematische Grundlagen und Methoden zur kinematischen und dynamischen Robotermodellierung, Trajektorienplanung und Regelung sowie Algorithmen der kollisionsfreien Bewegungsplanung und Greifplanung behandelt. Anschließend werden Grundlagen der Bildverarbeitung, der intuitiven Roboterprogrammierung insbesondere durch Vormachen und der symbolischen Planung vorgestellt.

In der Übung werden die theoretischen Inhalte der Vorlesung anhand von Beispielen weiter veranschaulicht. Studierende vertiefen ihr Wissen über die Methoden und Algorithmen durch eigenständige Bearbeitung von Problemstellungen und deren Diskussion in der Übung. Insbesondere können die Studierenden praktische Programmiererfahrung mit in der Robotik üblichen Werkzeugen und Software-Bibliotheken sammeln.

**Anmerkungen**

Dieses Modul darf nicht geprüft werden, wenn im Bachelor-Studiengang Informatik SPO 2008 die Lehrveranstaltung **Robotik I** mit **3 LP** im Rahmen des Moduls **Grundlagen der Robotik** geprüft wurde.

**Arbeitsaufwand**

Vorlesung mit 3 SWS + 1 SWS Übung, 6 LP.

6 LP entspricht ca. 180 Stunden, davon

ca. 45 Std. Vorlesungsbesuch

ca. 15 Std. Übungsbesuch

ca. 90 Std. Nachbearbeitung und Bearbeitung der Übungsblätter

ca. 30 Std. Prüfungsvorbereitung

**M****3.170 Modul: Robotik II - Humanoide Robotik [M-INFO-102756]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** Informatik**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
3

| Pflichtbestandteile |                                |      |        |
|---------------------|--------------------------------|------|--------|
| T-INFO-105723       | Robotik II - Humanoide Robotik | 3 LP | Asfour |

**Erfolgskontrolle(n)**

See partial achievements (Teilleistung)

**Voraussetzungen**

See partial achievements (Teilleistung)

**Qualifikationsziele**

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.

**Inhalt**

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.

**Arbeitsaufwand**

Lecture 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

**Empfehlungen**

Having visited the lectures on Robotics I - Introduction to Robotics and Mechano-Informatics and Robotics is recommended.

**M****3.171 Modul: Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik [M-INFO-104897]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** Informatik**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1**Pflichtbestandteile**

|               |                                                      |      |        |
|---------------|------------------------------------------------------|------|--------|
| T-INFO-109931 | Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik | 3 LP | Asfour |
|---------------|------------------------------------------------------|------|--------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

Studierende können die wesentlichen in der Robotik gebräuchlichen Sensorprinzipien benennen.

Studierende können den Datenfluss von der physikalischen Messung über die Digitalisierung bis hin zur Verwendung der aufgenommenen Daten für Merkmalsextraktion, Zustandsabschätzung und semantische Szenenrepräsentation erklären.

Studierende können für gängige Aufgabenstellungen der Robotik geeignete Sensorkonzepte vorschlagen und begründen.

**Inhalt**

Die Vorlesung ergänzt die Vorlesung Robotik I um einen breiten Überblick über in der Robotik verwendete Sensorik und Methoden der Perzeption in der Robotik. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der visuellen Perzeption, der Objekterkennung, der 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.

**Arbeitsaufwand**

Vorlesung mit 2 SWS, 3 LP.

3 LP entspricht ca. 90 Stunden

ca. 30 Std. Vorlesungsbesuch,

ca. 30 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Vorlesung

ca. 30 Std. Prüfungsvorbereitung

**Empfehlungen**Der Besuch der Vorlesung *Robotik I – Einführung in die Robotik* wird empfohlen.



## 3.172 Modul: Ruintheorie [M-MATH-104055]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 4               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                             |      |                |
|---------------------|-----------------------------|------|----------------|
| T-MATH-108400       | <a href="#">Ruintheorie</a> | 4 LP | Fasen-Hartmann |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- können wesentliche Konzepte und Resultate der Ruintheorie mit Anwendungen in der Versicherungsmathematik nennen, erörtern und auf Beispiele anwenden,
- können spezifische probabilistische Methoden zur Analyse von Risikoprozessen anwenden,
- beherrschen die Beweistechniken,
- können selbstorientiert und reflexiv arbeiten.

### Inhalt

- Erneuerungstheorie
- Klassischer Risikoprozess von Cramér und Lundberg
- Asymptotisches Verhalten der Ruinwahrscheinlichkeit, wenn die Lundberg Konstante existiert (Schäden mit leichten Randverteilungen)
- Subexponentielle Verteilungen
- Asymptotisches Verhalten der Ruinwahrscheinlichkeit, wenn die Schäden subexponentiell verteilt sind (Schäden mit schweren Randverteilungen)
- Approximation der Ruinwahrscheinlichkeit
- Integrierte Risikoprozesse
- Portfolio von Risikoprozessen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung und Übungen einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Der Inhalt der Vorlesung "Wahrscheinlichkeitstheorie" wird empfohlen.



## 3.173 Modul: Schlüsselmomente der Geometrie [M-MATH-104057]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilderich Tuschmann

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                |      |           |
|---------------------|------------------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-108401       | <a href="#">Schlüsselmomente der Geometrie</a> | 5 LP | Tuschmann |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen erwerben ein tieferes Verständnis ausgewählter und exemplarischer Konzepte und Methoden der klassischen Geometrie, modernen Differentialgeometrie und Allgemeinen Relativitätstheorie und sind auf eigenständige Forschung, Abschlussarbeiten und weiterführende Seminare im Gebiet der Differentialgeometrie vorbereitet.

### Inhalt

Die Vorlesung wird anhand ausgewählter und exemplarischer Ereignisse und deren Vorher und Nachher geometrische Ideengeschichte erklären und nachzeichnen. Behandelt werden dabei u.a. Brunellesci, Dürer, Masaccio und die Projektive Geometrie, Riemanns Geometrie des Raumes, Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie und die Geometrie der Raumzeit, Krümmung und Topologie im Differenzierbaren Sphärensatz, Thurstons Geometrisierungsvermutung für 3-Mannigfaltigkeiten und der Ricci-Fluss.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Kenntnis der Vorlesung Differentialgeometrie.



## 3.174 Modul: Schlüsselqualifikationen [M-MATH-102994]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** Überfachliche Qualifikationen

**Leistungspunkte**  
2

**Notenskala**  
best./nicht best.

**Turnus**  
Jedes Semester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
3

### Wahlinformationen

Zur Selbstverbuchung abgelegter überfachlicher Qualifikationen von HoC, ZAK oder SPZ sind die Teilleistungen mit dem Titel "Selbstverbuchung HoC-ZAK-SPZ ..." passend zur Notenskala, unbenotet bzw. benotet, auszuwählen.

| Schlüsselqualifikationen (Wahl: mind. 2 LP) |                                           |      |      |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------|------|
| T-MATH-106119                               | Einführung in Python                      | 3 LP | Weiß |
| T-MATH-111515                               | Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-1-benotet    | 2 LP |      |
| T-MATH-111517                               | Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-2-benotet    | 2 LP |      |
| T-MATH-111516                               | Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-5-unbenotet  | 2 LP |      |
| T-MATH-111520                               | Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-6-unbenotet  | 2 LP |      |
| T-MATH-111851                               | Einführung in Python - Programmierprojekt | 1 LP | Weiß |

### Voraussetzungen

Keine

**M****3.175 Modul: Selected Methods in Fluids and Kinetic Equations [M-MATH-105897]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                                  |      |  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------|------|--|
| T-MATH-111853       | <a href="#">Selected Methods in Fluids and Kinetic Equations</a> | 3 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

The main aim of this lecture is to introduce students to tools and techniques developed in recent years to analyze the evolution of fluids and kinetic equations.

The students will learn how to use these techniques and how to apply them to families of equations.

**Inhalt**

In this lecture we discuss selected techniques and tools that have lead to significant progress in the analysis of fluids and kinetic equations.

These, for instance, include:

- energy methods and local well-posedness results (e.g. fixed point results, Osgood lemma)
- Newton iteration
- Cauchy-Kowalewskaya and ghost energy approaches

No prior knowledge of fluids or kinetic equations is required.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Vorlesung einschließlich mündlicher Prüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module "Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen" und "Funktionalanalysis" werden empfohlen.

**M****3.176 Modul: Seminar [M-MATH-102730]**

**Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Pflichtbestandteil\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala        | Turnus         | Dauer      | Sprache          | Level | Version |
|-----------------|-------------------|----------------|------------|------------------|-------|---------|
| 3               | best./nicht best. | Jedes Semester | 1 Semester | Deutsch/Englisch | 4     | 3       |

| Wahlbereich Seminar (Wahl: 1 Bestandteil) |                                    |      |          |
|-------------------------------------------|------------------------------------|------|----------|
| T-MATH-105686                             | <a href="#">Seminar Mathematik</a> | 3 LP | Kühnlein |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form eines Vortrags von mindestens 45 Minuten Dauer.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden sollen am Ende des Moduls

- ein abgegrenztes Problem in einem speziellen Gebiet analysiert haben,
- fachspezifische Probleme innerhalb der vorgegebenen Aufgabenstellung erörtern, mit geeigneten Medien präsentieren und verteidigen können,
- Zusammenfassungen der wichtigsten Ergebnisse des Themas selbständig erstellt haben,
- über kommunikative, organisatorische und didaktische Kompetenzen bei komplexen Problemanalysen verfügen. Sie können Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens anwenden.

**Inhalt**

Der konkrete Inhalt richtet sich nach den angebotenen Seminarthemen.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Entfällt, da unbenotet.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

Selbststudium: 60 Stunden

- Erarbeitung der fachlichen Inhalte des Vortrags
- Didaktische Aufbereitung der Vortragsinhalte
- Konzeption des Tafelbildes bzw. der Beamerpräsentation
- Übungsvortrag, eventuell Erstellung eines Handouts

**M****3.177 Modul: Seminar Advanced Topics in Parallel Programming [M-INFO-101887]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Achim Streit  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** Informatik

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

| Pflichtbestandteile |                                                 |      |        |
|---------------------|-------------------------------------------------|------|--------|
| T-INFO-103584       | Seminar Advanced Topics in Parallel Programming | 3 LP | Streit |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung

**Qualifikationsziele**

Studierende erarbeiten, verstehen und analysieren ausgewählte, aktuelle Methoden und Technologien im Themenbereich der parallelen Programmierung. Studierende lernen ihre Arbeiten gegenüber anderen Studierenden vorzutragen und sich in einer anschließenden Diskussionsrunde mit Fragen zu ihrem Thema auseinander zu setzen.

**Inhalt**

Eine effiziente Nutzung hochwertiger Supercomputing-Ressourcen (auch Hochleistungsrechner bzw. HPC genannt) für Simulationen von Phänomenen aus der Physik, Chemie, Biologie, mathematischen oder technischen Modellierung, von neuronalen Netzen, Signalverarbeitung, usw. ist nur möglich, wenn die entsprechenden Anwendungen mit modernen und fortschrittlichen Methoden der parallelen Programmierung implementiert werden. Oftmals ist sogar die Fähigkeit der Anwendung zur guten Skalierung (d.h. zur effizienten Nutzung einer großen Menge von CPU-Kernen) oder zur Nutzung von Beschleunigerhardware wie z.B. Grafikkarten/GPUs eine Voraussetzung, um einen Zugang zu und entsprechende Rechenzeit auf großen HPC-Systemen genehmigt zu bekommen.

Die Verbesserung bestehender Algorithmen in den Simulationscodes durch fortschrittliche Parallelisierungstechniken kann zu erheblichen Leistungsverbesserungen führen; Ergebnisse können so schneller generiert werden. Oder es besteht auch die Möglichkeit zur Energieeinsparung, in dem geeignete zeitintensive Rechenroutinen des Simulationsprogramms von CPUs mit einem relativ hohen Energiebedarf auf GPUs mit einem niedrigeren Energiebedarf (pro Rechenoperation) verlagert werden.

Dieses Modul soll Studierenden moderne Techniken der parallelen Programmierung vermitteln, in dem Studierende diese Themen erarbeiten, sich gegenseitig vorstellen und miteinander diskutieren. Stichworte sind MPI, OpenMP, CUDA, OpenCL und OpenACC. Es werden auch Werkzeuge zur Analyse der Effizienz, Skalierbarkeit und des Zeitverbrauchs von parallelen Anwendungen behandelt. Darüber hinaus werden Themen aus dem Bereich der parallelen Dateisysteme und der Hochgeschwindigkeits-Übertragungstechnologien vermittelt.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote setzt sich zu ca. 60% aus der schriftlichen Ausarbeitung und zu ca. 40% aus der Präsentation zusammen.

**Anmerkungen**

**LV entfällt zum WS21/22**

**Arbeitsaufwand**

12 Seminartermine \* 2 SWS + 56h Erstellung der Ausarbeitung + 10 h Erstellung der Präsentation = 90 h = 3 ECTS

**M****3.178 Modul: Signal Processing Methods [M-ETIT-106899]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sander Wahls**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Elektrotechnik / Informationstechnik \(Elektrotechnik / Informationstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                           |      |       |
|---------------------|-------------------------------------------|------|-------|
| T-ETIT-113837       | <a href="#">Signal Processing Methods</a> | 6 LP | Wahls |

**Erfolgskontrolle(n)**

Written exam, approx. 120 minutes.

**Voraussetzungen**

none

**Qualifikationsziele**

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

**Inhalt**

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.

**Zusammensetzung der Modulnote**

The module grade is the grade of the written exam.

**Arbeitsaufwand**

The workload includes:

1. attendance in lectures and tutorials:  $15 \cdot 4 \text{ h} = 60 \text{ h}$
2. preparation / follow-up:  $15 \cdot 4 \text{ h} = 60 \text{ h}$
3. preparation of and attendance in examination: 60 h

A total of 180 h = 6 CR

**Empfehlungen**

Familiarity with signals and systems (in particular, Fourier transforms) and probability theory at the Bachelor level is assumed.

**M****3.179 Modul: Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators [M-ETIT-106675]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sander Wahls**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Elektrotechnik](#) / [Informationstechnik](#) ([Elektrotechnik](#) / [Informationstechnik](#))**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                                                           |      |       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| T-ETIT-113428       | <a href="#">Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators</a> | 6 LP | Wahls |

**Erfolgskontrolle(n)**

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.

**Voraussetzungen**

none

**Qualifikationsziele**

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

**Inhalt**

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 interest 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

**Zusammensetzung der Modulnote**

The module grade is the grade of the written exam.

**Anmerkungen**

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.

**Arbeitsaufwand**

The workload includes:

1. attendance in lectures and tutorials:  $15 \cdot 4 \text{ h} = 60 \text{ h}$
2. preparation / follow-up:  $30 \cdot 3 \text{ h} = 90 \text{ h}$
3. finishing programming assignments: 30 h
4. preparation of and attendance in examination: 30 h

A total of 180 h = 6 CR

**Empfehlungen**

Familiarity with signals and systems at the Bachelor level (Fourier and Laplace transforms, linear systems, etc.) is assumed.



## 3.180 Modul: Sobolevräume [M-MATH-102926]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Schnaubelt

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch/Englisch

**Level**  
4

**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                              |      |            |
|---------------------|------------------------------|------|------------|
| T-MATH-105896       | <a href="#">Sobolevräume</a> | 8 LP | Schnaubelt |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können die Bedeutung der Sobolevräume in der Theorie partieller Differentialgleichungen erläutern. Sie sind in der Lage, die wichtigsten Eigenschaften wiederzugeben und zu beweisen.

### Inhalt

Definition der Sobolevräume für Funktionen auf Lipschitzgebieten, Dichtheits-, Fortsetzungs- und Spursätze, kompakte Einbettungen, Helmholtzzerlegung, einfache Anwendungen auf partielle Differentialgleichungen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Inhalte des Moduls "Funktionalanalysis" werden dringend empfohlen.

**M****3.181 Modul: Softwaretechnik II [M-INFO-100833]**

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Anne Koziolk  
Prof. Dr. Ralf Reussner

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** **Informatik**

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                           |      |                   |
|---------------------|---------------------------|------|-------------------|
| T-INFO-101370       | <b>Softwaretechnik II</b> | 6 LP | Koziolk, Reussner |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung

**Qualifikationsziele**

**Softwareprozesse:** Die Studierenden verstehen die evolutionäre und inkrementelle Entwicklung und können die Vorteile gegenüber dem sequentiellen Vorgehen beschreiben. Sie können die Phasen und Disziplinen des Unified Process beschreiben.

**Requirements Engineering:** Die Studierenden können die Begriffe des Requirements Engineering beschreiben und Aktivitäten im Requirements Engineering Prozess nennen. Sie können Anforderungen nach den Facetten Art und Repräsentation klassifizieren und beurteilen. Sie können grundlegende Richtlinien zum Spezifizieren natürlichsprachlicher Anforderungen anwenden und Priorisierungsverfahren für Anforderungen beschreiben. Sie können den Zweck und die Elemente von Anwendungsfall-Modellen beschreiben. Sie können Anwendungsfälle anhand ihrer Granularität und ihrer Ziele einordnen. Sie können Anwendungsfalldiagramme und Anwendungsfälle erstellen. Sie können aus Anwendungsfällen Systemsequenzdiagramme und Operationsverträge ableiten und können deren Rolle im Software-Entwicklungsprozess beschreiben.

**Software-Architektur:** Die Studierenden können die Definition von Software-Architektur und Software-Komponenten wiedergeben und erläutern. Sie können den Unterschied zwischen Software-Architektur und Software-Architektur-Dokumentation erläutern. Sie können die Vorteile expliziter Architektur und die Einflussfaktoren auf Architekturentscheidungen beschreiben. Sie können Entwurfsentscheidungen und -elemente den Schichten einer Architektur zuordnen. Sie können beschreiben, was Komponentenmodelle definieren. Sie können die Bestandteile des Palladio Komponentenmodells beschreiben und einige der getroffenen Entwurfsentscheidungen erörtern.

**Enterprise Software Patterns:** Die Studierenden können Unternehmensanwendungen charakterisieren und für eine beschriebene Anwendung entscheiden, welche Eigenschaften sie erfüllt. Sie kennen Muster für die Strukturierung der Domänenlogik, architekturelle Muster für den Datenzugriff und objektrelationale Strukturmuster. Sie können für ein Entwurfsproblem ein geeignetes Muster auswählen und die Auswahl anhand der Vor- und Nachteile der Muster begründen.

**Software-Entwurf:** Die Studierenden können die Verantwortlichkeiten, die sich aus Systemoperationen ergeben, den Klassen bzw. Objekten im objektorientierten Entwurf anhand der GRASP-Muster zuweisen und damit objektorientierte Software entwerfen.

**Software-Qualität:** Die Studierenden kennen die Prinzipien für gut lesbaren Programmcode, können Verletzungen dieser Prinzipien identifizieren und Vorschläge zur Lösung entwickeln.

**Modellgetriebene Software-Entwicklung:** Die Studierenden können die Ziele und die idealisierte Arbeitsteilung der modellgetriebenen Software-Entwicklung (MDSD) beschreiben und die Definitionen für Modell und Metamodell wiedergeben und erläutern. Sie können die Ziele der Modellierung diskutieren. Sie können die Model-driven Architecture beschreiben und Einschränkungen in der Object Constraint Language ausdrücken. Sie können einfache Transformationsfragmente von Modell-zu-Text-Transformationen in einer Template-Sprache ausdrücken. Sie können die Vor- und Nachteile von MDSD abwägen.

**Eingebettete Systeme:** Die Studierenden können das Prinzip eines Realzeitsystems und warum diese für gewöhnlich als parallele Prozesse implementiert sind erläutern. Sie können einen groben Entwurfsprozess für Realzeitsysteme beschreiben. Sie können die Rolle eines Realzeitbetriebssystems beschreiben. Sie können verschiedene Klassen von Realzeitsystemen unterscheiden.

**Verlässlichkeit:** Die Studierenden können die verschiedenen Dimensionen von Verlässlichkeit beschreiben und eine gegebene Anforderung einordnen. Sie können verdeutlichen, dass Unit Tests nicht ausreichen, um Software-Zuverlässigkeit zu bewerten, und können beschreiben, wie Nutzungsprofil und realistische Fehlerdaten einen Einfluss haben.

**Domänen-getriebener Entwurf (DDD):** Die Studierenden kennen die Entwurfsmetapher der allgegenwärtigen Sprache, der Abgeschlossenen Kontexte, und des Strategischen Entwurfs. Sie können eine Domäne anhand der DDD Konzepte, Entität, Wertobjekte, Dienste beschreiben, und das resultierende Domänenmodell durch die Muster der Aggregate, Fabriken, und Depots verbessern. Sie kennen die unterschiedlichen Arten der Interaktionen zwischen Abgeschlossenen Kontexten und können diese anwenden.

**Sicherheit (i.S.v. Security):** Die Studierenden können die Grundideen und Herausforderungen der Sicherheitsbewertung beschreiben. Sie können häufige Sicherheitsprobleme erkennen und Lösungsvorschläge machen.

**Inhalt**

Die Studierenden erlernen Vorgehensweisen und Techniken für systematische Softwareentwicklung, indem fortgeschrittene Themen der Softwaretechnik behandelt werden.

Themen sind Requirements Engineering, Softwareprozesse, Software-Qualität, Software-Architekturen, MDD, Enterprise Software Patterns, Software-Entwurf, Software-Wartbarkeit, Sicherheit, Verlässlichkeit (Dependability), eingebettete Software, Middleware, und Domänen-getriebener Entwurf.

**Anmerkungen**

Das Modul Softwaretechnik II ist ein Stammmodul.

**Arbeitsaufwand**

Vor- und Nachbereitungszeiten 1,5 h / 1 SWS

Gesamtaufwand:

$(4 \text{ SWS} + 1,5 \times 4 \text{ SWS}) \times 15 + 30 \text{ h Klausurvorbereitung} = 180 \text{ h} = 6 \text{ ECTS}$

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

**M****3.182 Modul: Spektraltheorie [M-MATH-101768]****Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                           |      |                                                      |
|---------------------|-------------------------------------------|------|------------------------------------------------------|
| T-MATH-103414       | <a href="#">Spektraltheorie - Prüfung</a> | 8 LP | Frey, Herzog,<br>Kunstmann,<br>Schnaubelt, Tolksdorf |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- kennen das Spektrum und die Resolventenfunktion von abgeschlossenen Operatoren auf Banachräumen sowie deren grundlegende Eigenschaften und können diese an einfachen Beispielen erläutern.
- können die speziellen Spektraleigenschaften kompakter Operatoren sowie die Fredholm'sche Alternative begründen.
- können mit Hilfe des Funktionalkalküls von Dunford und dem Spektralkalkül für selbstadjungierte Operatoren algebraische Identitäten und Normabschätzungen für Operatoren herleiten. Dies gilt insbesondere für Spektralprojektionen und Spektralabbildungssätze.
- sind in der Lage diese allgemeine Theorie auf Integral- und Differentialoperatoren anzuwenden und erkennen die Bedeutung der spektraltheoretischen Methoden in der Analysis.

**Inhalt**

- Abgeschlossene Operatoren auf Banachräumen,
- Spektrum und Resolvente,
- Kompakte Operatoren und Fredholm'sche Alternative,
- Funktionalkalkül von Dunford, Spektralprojektionen,
- Fouriertransformation,
- Unbeschränkte selbstadjungierte Operatoren auf Hilberträumen,
- Spektralsatz,
- Durch Formen definierte Operatoren, sektorielle Operatoren,
- Anwendungen auf partielle Differentialgleichungen.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Das Modul "Funktionalanalysis" wird dringend empfohlen.



## 3.183 Modul: Spektraltheorie für Differentialoperatoren [M-MATH-102880]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Michael Plum

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                            |      |      |
|---------------------|------------------------------------------------------------|------|------|
| T-MATH-105851       | <a href="#">Spektraltheorie für Differentialoperatoren</a> | 8 LP | Plum |

### Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen kennen am Ende des Moduls die Bedeutung von spektralen Problemen und können mit spektralen Grundbegriffen umgehen. Sie können diese auf verschiedene im Zusammenhang mit Differentialgleichungen auftretende spektrale Probleme anwenden.

### Inhalt

Spektrale Eigenschaften selbstadjungierter Operatoren. Anwendung auf gewöhnliche und elliptische Differentialoperatoren regulärer Art, singulärer Art (Weylsche Theorie) sowie auf periodische Differentialoperatoren (Floquet-Bloch-Theorie). Ergänzend: nicht-selbstadjungierte Differentialoperatoren.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

- Rand- und Eigenwertprobleme
- Funktionalanalysis



## 3.184 Modul: Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra [M-MATH-102920]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus            | Dauer      | Sprache  | Level | Version |
|-----------------|--------------|-------------------|------------|----------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | siehe Anmerkungen | 1 Semester | Englisch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                   |      |                         |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------|------|-------------------------|
| T-MATH-105891       | <a href="#">Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra</a> | 8 LP | Grimm, Hochbruck, Neher |

### Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine.

### Qualifikationsziele

Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse der Methoden und Konzepte der numerischen linearen Algebra für große Matrizen. Für verschiedene Anwendungsbereiche können sie die richtigen numerischen Verfahren auswählen und implementieren sowie deren Konvergenzeigenschaften und Effizienz beurteilen und begründen. Sie können dazu selbständig Übungsaufgaben lösen, Lösungen präsentieren und diskutieren.

### Inhalt

- Direkte Verfahren für dünn besetzte Gleichungssysteme
- Krylov-Verfahren zur Lösung großer linearer Gleichungssysteme und Eigenwertprobleme
- Matrixfunktionen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Anmerkungen

Findet mindestens alle 2 Jahre statt.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Numerische Mathematik 1 und 2.



## 3.185 Modul: Splittingverfahren für Evolutionsgleichungen [M-MATH-105325]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Jahnke

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                              |      |        |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-110805       | <a href="#">Splittingverfahren für Evolutionsgleichungen</a> | 6 LP | Jahnke |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können Konzept und Vorteile von Splittingverfahren erläutern. Sie kennen wichtige Beispiele solcher Verfahren und typische Problemklassen, wo diese Verfahren eingesetzt werden können. Sie können den Zusammenhang zwischen klassischer Ordnung und Genauigkeit erklären und kennen die (klassischen) Ordnungsbedingungen solcher Verfahren. Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, Fehlerabschätzungen für Splittingverfahren für lineare und nichtlineare Evolutionsgleichungen wiederzugeben, zu interpretieren und die wesentlichen Beweisschritte sowie die Relevanz der Voraussetzungen zu erläutern.

### Inhalt

- Konzept und Vorteile von Splittingverfahren
- Splittingverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen
- Baker-Campbell-Hausdorff-Formel und Ordnungsbedingungen
- Werkzeuge aus der Operatorentheorie
- Splittingverfahren für lineare Evolutionsgleichungen (Schrödingergleichung, parabolische Probleme)
- Splittingverfahren für nichtlineare Evolutionsgleichungen (nichtlineare Schrödingergleichung, Gross-Pitaevskii-Gleichung, Korteweg-de Vries-Gleichung)

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Anmerkungen

Turnus: Jedes zweite Sommersemester.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Grundkenntnisse über gewöhnliche Differentialgleichungen, Runge-Kutta-Verfahren (Konstruktion, Ordnung, Stabilität) und Sobolevräume (Definition, grundlegende Eigenschaften, Sobolev-Einbettungen) werden dringend empfohlen.

**M****3.186 Modul: Statistische Thermodynamik [M-CIWVT-103059]****Verantwortung:** Prof. Dr. Sabine Enders**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
3

| Pflichtbestandteile |                                            |      |        |
|---------------------|--------------------------------------------|------|--------|
| T-CIWVT-106098      | <a href="#">Statistische Thermodynamik</a> | 6 LP | Enders |

**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Thermodynamik III

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-CIWVT-103058 - Thermodynamik III](#) muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden verstehen die Grundprinzipien der statistischen Mechanik und erkennen Vor- und Nachteile bei der Anwendung in der Verfahrenstechnik.

**Inhalt**

Boltzmann-Methode, Gibbs-Methode, Reale Gase, Zustandsgleichungen, Polymere

**Zusammensetzung der Modulnote**

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Präsenzzeit: 60 h

Selbststudium: 60 h

Prüfungsvorbereitung: 60 h

**Literatur**

- J. Blahous, Statistische Thermodynamik, Hirzel Verlag Stuttgart, 2007.
- H.T. Davis, Statistical Mechanics of Phases, Interfaces, and Thin Films, Wiley-VCH, New York, 1996.
- G.G. Gray, K.E. Gubbins, Theory of Molecular Fluids Fundamentals. Clarendon, Press Oxford, 1984.
- J.P. Hansen, I.R. McDonald, Theory of Simple Liquids with Application to Soft Matter. Fourth Edition, Elsevier, Amsterdam, 2006.
- G.H. Findenegg, T. Hellweg, Statistische Thermodynamik, 2. Auflage, Springer Verlag, 2015.
- J.O. Hirschfelder, C.F. Curtis, R.B. Bird, Molecular Theory of Gases and Liquids. John-Wiley & Sons, New York, 1954.

**M****3.187 Modul: Statistisches Lernen [M-MATH-105840]****Verantwortung:** Prof. Dr. Mathias Trabs**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                      |      |       |
|---------------------|--------------------------------------|------|-------|
| T-MATH-111726       | <a href="#">Statistisches Lernen</a> | 8 LP | Trabs |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden

- kennen die Grundprinzipien und Problemstellungen des maschinellen Lernens und können Lernverfahren auf diese zurückführen,
- können die Funktionsweise ausgewählter Verfahren des maschinellen Lernens erläutern und diese Verfahren anwenden,
- sind in der Lage eine statistische Analyse von ausgewählten Lernverfahren herzuleiten und zu diskutieren,
- können sich neue Lernverfahren selbstständig erarbeiten und anwenden.

**Inhalt**

Der Kurs zielt auf eine rigorose und mathematische Analyse einiger populärer Methoden des maschinellen Lernens ab, wobei der Schwerpunkt auf statistischen Aspekten liegt. Themen sind:

- Regression
  - Empirische Risikominimierung
  - Lasso
  - Regressionsbäume und Random Forests
- Klassifizierung
  - Bayes-Klassifizierer
  - Modellbasierte Klassifizierer (z. B. logistische Regression, Diskriminanzanalyse)
  - modellfreie Klassifizierer (z. B. K-Nächste Nachbarn, Support Vector Machines)
- Neuronale Netze
  - Training
  - Approximationseigenschaften
  - statistische Analyse
- Unüberwachtes Lernen
  - Hauptkomponentenanalyse
  - Clustering
  - generative Modelle

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen. Das Modul "Statistik" (M-MATH-103220) wird empfohlen.

**M****3.188 Modul: Steinsche Methode mit statistischen Anwendungen [M-MATH-105579]****Verantwortung:** Dr. rer. nat. Bruno Ebner**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Level**  
4**Version**  
1**Pflichtbestandteile**

|               |                                                                 |      |            |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|------|------------|
| T-MATH-111187 | <a href="#">Steinsche Methode mit statistischen Anwendungen</a> | 4 LP | Ebner, Hug |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|------|------------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (25 min.)

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- die Grundlagen der Steinschen Methode und ihrer Anwendungen auf ausgewählte Probleme nennen und erörtern,
- zentrale Grenzwertsätze und Poissonsche Grenzwertsätze mit Hilfe der Steinschen Methode beweisen,
- Anwendungen in der Statistik beschreiben,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

**Inhalt**

- Steinsche Gleichungen für die uni- und multivariate Normalverteilung sowie für die Poisson-Verteilung,
- lokale Abhängigkeiten und Abhängigkeitsgraphen,
- Anwendung der o.g. Techniken auf ausgewählte Probleme wie z.B. Zufallsgraphen,
- Steinsche Operatoren, Charakterisierung von Verteilungsfamilien,
- Dichte- und Generator-Ansatz,
- Anwendung der o.g. Ansätze bei Anpassungstests und Minimum-Distanz Schätzern.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen. Kenntnisse des Moduls "Mathematische Statistik" werden empfohlen.



## 3.189 Modul: Steuerung stochastischer Prozesse [M-MATH-102908]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Nicole Bäuerle

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                   |      |         |
|---------------------|---------------------------------------------------|------|---------|
| T-MATH-105871       | <a href="#">Steuerung stochastischer Prozesse</a> | 4 LP | Bäuerle |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtpfprüfung (ca. 20 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- Die mathematischen Grundlagen der Stochastischen Steuerung nennen und Lösungsverfahren anwenden,
- Zeitstetige, stochastische, dynamische Optimierungsprobleme als stochastisches Steuerproblem formulieren,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

### Inhalt

- Verifikationstechnik, Hamilton-Jacobi-Bellman Gleichung
- Viskositätslösung
- Singuläre Steuerung
- Feynman-Kac Darstellungen
- Anwendungsbeispiele aus der Finanz- und Versicherungsmathematik

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Das Modul "Wahrscheinlichkeitstheorie" wird dringend empfohlen. Die Module "Brownsche Bewegung" und "Finanzmathematik in stetiger Zeit" werden empfohlen.



## 3.190 Modul: Steuerungstheorie [M-MATH-102941]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Schnaubelt

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch/Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

### Pflichtbestandteile

|               |                                   |      |            |
|---------------|-----------------------------------|------|------------|
| T-MATH-105909 | <a href="#">Steuerungstheorie</a> | 6 LP | Schnaubelt |
|---------------|-----------------------------------|------|------------|

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 20 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können die zentralen Konzepte der Behandlung kontrollierter linearer gewöhnlicher Differentialgleichungen (Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit) und die zugehörigen Charakterisierungen erläutern und in Beispielen anwenden. Sie sind in der Lage die Grundzüge der Theorie der Transferfunktionen und der Realisierungstheorie zu beschreiben. Die Lösung des quadratischen optimalen Kontrollproblems können sie diskutieren und auf die Feedback Synthese anwenden. Sie können die Grundbegriffe der Steuerungstheorie samt der zugehörigen Kriterien auch für nichtlineare System beschreiben und auf Beispiele anwenden.

### Inhalt

- Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit linearer gewöhnlicher Differentialgleichungssysteme
- Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit,
- Transferfunktionen,
- Realisierungstheorie,
- Quadratische optimale Kontrolle, Feedback-Synthese
- Nichtlineare Kontrolltheorie: Grundbegriffe, Kriterien via Linearisierung, Lie Klammern und Lyapunov Funktionen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Inhalte der Module Analysis 1-2 und Lineare Algebra 1-2 werden dringend empfohlen. Weitergehende Kenntnisse in gewöhnlichen Differentialgleichungen (wie die aus Analysis 4) sind nützlich.

### Literatur

J. Zabczyk, Mathematical Control Theory. An Introduction.



## 3.191 Modul: Stochastische Differentialgleichungen [M-MATH-102881]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                       |      |                  |
|---------------------|-------------------------------------------------------|------|------------------|
| T-MATH-105852       | <a href="#">Stochastische Differentialgleichungen</a> | 8 LP | Frey, Schnaubelt |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studenten beherrschen die stochastischen Methoden, die den stochastischen Differentialgleichungen zu Grunde liegen, z.B. die Brownsche Bewegung, Martingale und Martingalgleichungen. Sie kennen die Konstruktion stochastischer Integrale und sie können die Itô-Formel formulieren und auf konkrete Beispiele anwenden. Sie können stochastische Differentialgleichungen auf Existenz, Eindeutigkeit und Stabilität untersuchen und erkennen dabei das Zusammenspiel analytischer und stochastischer Methoden. Sie sind in der Lage, die allgemeine Theorie auf konkrete Gleichungen aus den Naturwissenschaften und den Wirtschaftswissenschaften anzuwenden.

### Inhalt

- Brownsche Bewegung
- Martingale und Martingalgleichungen
- Stochastische Integrale und Ito-Formel
- Existenz- und Eindeutigkeitssätze für Systeme von stochastischen Differentialgleichungen
- Störungs- und Stabilitätstheorie
- Anwendung auf Gleichungen der Finanzmathematik, Physik und technische Systeme
- Zusammenhang mit Diffusionsgleichungen und Potentialtheorie

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Das Modul "Funktionalanalysis" sollte bereits belegt worden sein.



## 3.192 Modul: Stochastische Geometrie [M-MATH-102865]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Daniel Hug

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                         |      |                   |
|---------------------|-----------------------------------------|------|-------------------|
| T-MATH-105840       | <a href="#">Stochastische Geometrie</a> | 8 LP | Hug, Last, Winter |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden

- kennen die grundlegenden geometrischen Modelle und Kenngrößen der Stochastischen Geometrie,
- sind mit Eigenschaften von Poissonprozessen geometrischer Objekte vertraut,
- kennen exemplarisch Anwendungen von Modellen der Stochastischen Geometrie,
- können reflexiv und selbstorganisiert arbeiten.

### Inhalt

- Zufällige Mengen
- Geometrische Punktprozesse
- Stationarität und Isotropie
- Keim-Korn-Modelle
- Boolesche Modelle
- Grundlagen der Integralgeometrie
- Geometrische Dichten und Kenngrößen
- Zufällige Mosaik

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Inhalte des Moduls "Räumliche Stochastik" werden empfohlen.

**M****3.193 Modul: Stochastische Informationsverarbeitung [M-INFO-100829]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** Informatik**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                        |      |          |
|---------------------|----------------------------------------|------|----------|
| T-INFO-101366       | Stochastische Informationsverarbeitung | 6 LP | Hanebeck |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

Qualifikationsziel: Studierende können ein gegebenes nichtlineares dynamisches Modell probabilistisch beschreiben und die Gleichungen zur Bayes-Inferenz aufstellen. Sie können, sofern keine analytische Lösung existiert, die Stärke der Nichtlinearität einschätzen und ein dafür geeignetes praktisches Filter zur Echtzeit-Zustandsschätzung auswählen und implementieren.

Lernziel: Studierende kennen dynamische Zustandsmodelle und Verfahren, den Zustand rekursiv zu schätzen. Vor- und Nachteile der verschiedenen praktischen Filter können problemorientiert eingeschätzt werden.

**Inhalt**

Die SI vermittelt die fundamentalen und formalen Grundlagen der Zustandsschätzung rund um Prädiktion und Filterung. Zunächst werden für nichtlineare wertediskrete Systeme sowie lineare wertekontinuierliche Systeme einfache und praktisch anwendbare Schätzer hergeleitet. Dies entspricht dem Wonham-Filter und dem bekannten Kalman-Filter.

In praktischen Anwendungen (Robotik, Inertialnavigation, Tracking, Meteorologie etc.) ist jedoch das nichtlineare wertekontinuierliche System von größtem Interesse. Dieses liegt daher im weiteren Verlauf der Vorlesung im Fokus. Es wird aufgezeigt, warum die auftretenden Integrale i.A. weder analytisch noch numerisch mit beliebiger Genauigkeit lösbar sind und welche approximativen Algorithmen sich stattdessen etabliert haben. Behandelt werden u.a. die Taylor-Linearisierung des Extended Kalman Filter (EKF), die Sample-basierte stochastische Linearisierung des Unscented Kalman Filter (UKF), das Ensemble Kalman Filter (EnKF), sowie grundlegende Particle Filter.

**Anmerkungen**

Als theoretische Grundlagenvorlesung stellt "Stochastische Informationssysteme" einen optimalen Einstieg in die Vorlesungen des ISAS dar. Umgekehrt können Vorkenntnisse aus "Lokalisierung mobiler Agenten" (LMA) [LV-Nr. 24613] und "Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken" (IIS) [LV-Nr. 24102], aber je nach Lerntyp trotzdem hilfreich sein – dort werden mehr konkrete Anwendungen beleuchtet. Sämtliche Inhalte werden in allen unseren Vorlesungen grundsätzlich von Anfang an hergeleitet und ausführlich erklärt; es ist also möglich in SI, LMA oder IIS einzusteigen.

**Arbeitsaufwand**

[1,5 h Vorlesung + 1,5 h Übung (3 SWS)] x 15  
 + [4,5 h Nachbereitung Vorlesung + 3,5 h Vorbereitung Übung] x 15  
 + 15 h Klausurvorbereitung  
 = 180 h  $\triangleq$  6 ECTS

**Empfehlungen**

Kenntnisse zu Grundlagen aus der Wahrscheinlichkeitstheorie sind hilfreich.

**M****3.194 Modul: Stochastische Simulation [M-MATH-106053]****Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Sebastian Krumscheid**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
5**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                          |      |            |
|---------------------|------------------------------------------|------|------------|
| T-MATH-112242       | <a href="#">Stochastische Simulation</a> | 5 LP | Krumscheid |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

After successfully taking part in the module's classes and the exam, students will be acquainted with sampling-based computational tools used to analyze systems with uncertainty arising in engineering, physics, chemistry, and economics. Specifically, by the end of this course, students will be able to analyze the convergence of sampling algorithms and implement the discussed sampling methods for different stochastic processes as computer codes. Understanding the advantages and disadvantages of different sampling-based methods, the students can, in particular, choose appropriate stochastic simulation techniques and propose efficient sampling methods for a specific stochastic problem. In particular, they can name and discuss essential theoretical concepts, and understand the structure of the sampling-based computational methods. Finally, the course prepares students to write a thesis in the field of Uncertainty Quantification.

**Inhalt**

The course covers mathematical concepts and computational tools used to analyze systems with uncertainty arising across various application domains. First, we will address stochastic modelling strategies to represent uncertainty in such systems. Then we will discuss sampling-based methods to assess uncertain system outputs via stochastic simulation techniques. The focus of this course will be on the theoretical foundations of the discussed techniques, as well as their methodological realization as efficient computational tools. Topics covered include:

- Random variable generation
- Simulation of random processes
- Simulation of Gaussian random fields
- Monte Carlo method; output analysis
- Variance reduction techniques
- Rare event simulations
- Quasi Monte Carlo methods
- Markov Chain Monte Carlo methods (Metropolis-Hasting, Gibbs sampler)

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module 'M-MATH-101321 - Einführung in die Stochastik' und 'M-MATH-103214 – Numerische Mathematik 1+2' werden empfohlen.



## 3.195 Modul: Streutheorie [M-MATH-102884]

**Verantwortung:** PD Dr. Frank Hettlich

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                              |      |                             |
|---------------------|------------------------------|------|-----------------------------|
| T-MATH-105855       | <a href="#">Streutheorie</a> | 8 LP | Arens, Griesmaier, Hettlich |

### Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können grundlegende Eigenschaften von Lösungen der Helmholtzgleichung in Innen- und Aussengebieten beweisen und anwenden. Sie beherrschen die Darstellungssätze zu solchen Funktionen. Sie können die Existenztheorie zugehöriger Randwertprobleme mittels Integralgleichungen und/oder Variationsformulierungen inklusive der entsprechenden Beweise erläutern. Darüberhinaus können die Studierenden Abhängigkeiten des gestreuten Feldes vom Streuobjekt und der Wellenzahl sowie den Zusammenhang zum Fernfeld zeigen und anwenden.

### Inhalt

- Helmholtzgleichung und elementare Lösungen
- Greensche Darstellungssätze
- Existenz und Eindeutigkeit bei Streuproblemen
- Ausstrahlungsbedingung und Fernfeld

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein: Funktionalanalysis oder lineare Integralgleichungen



## 3.196 Modul: Streutheorie für zeitabhängige Wellen [M-MATH-106664]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Griesmaier

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch/Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                       |      |            |
|---------------------|-------------------------------------------------------|------|------------|
| T-MATH-113416       | <a href="#">Streutheorie für zeitabhängige Wellen</a> | 6 LP | Griesmaier |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.)

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Die Studierenden können grundlegende Eigenschaften von Lösungen der Wellengleichung in Innen- und Außenraumgebieten zeigen und anwenden. Sie kennen die Darstellungssätze zu solchen Funktionen und können die Fourier-Laplace-Transformation zur Analyse kausaler Lösungen einsetzen. Sie beherrschen die Existenztheorie zugehöriger Randwertprobleme mittels Integralgleichungen und retardierten Einschicht- und Doppelschichtpotentialen inklusive der entsprechenden Beweise. Darüberhinaus können die Studierenden diese Kenntnisse auf Streuprobleme anwenden und Abhängigkeiten des gestreuten Feldes vom Streuobjekt sowie den Zusammenhang zum Fernfeld zeigen und anwenden.

### Inhalt

- Wellengleichung und elementare Lösungen
- Darstellungssätze
- Fourier-Laplace-Transformation
- Randintegralformulierungen von Randwertproblemen für die Wellengleichung
- Existenz- und Eindeutigkeit bei Innen- und Außenraumproblemen
- Streuprobleme und Fernfelder

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

Selbststudium: 120 Stunden

### Empfehlungen

Die Module *Funktionalanalysis* und/oder *Integralgleichungen* werden empfohlen.



## 3.197 Modul: Strukturelle Graphentheorie [M-MATH-105463]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Maria Aksenovich  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                             |      |            |
|---------------------|---------------------------------------------|------|------------|
| T-MATH-111004       | <a href="#">Strukturelle Graphentheorie</a> | 4 LP | Aksenovich |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in einer mündlichen Prüfung (ca. 30 Minuten).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

After successful completion of the course, the participants should be able to present and analyse main results in Structural Graph Theory. They should be able to establish connections between graph minors and other graph parameters, give examples, and apply fundamental results to related problems.

### Inhalt

The purpose of this course is to provide an introduction to some of the central results and methods of structural graph theory. Our main point of emphasis will be on graph minor theory and the concepts devised in Robertson and Seymour's intricate proof of the Graph Minor Theorem: in every infinite set of graphs there are two graphs such that one is a minor of the other.

Our second point of emphasis (time permitting) will be on Hadwiger's conjecture: that every graph with chromatic number at least  $r$  has a  $K_r$  minor. We shall survey what is known about this conjecture, including some very recent progress.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

A solid background in the fundamentals of graph theory.

**M****3.198 Modul: Technische Optik [M-ETIT-100538]****Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [Elektrotechnik / Informationstechnik \(Elektrotechnik / Informationstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
5**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                  |      |         |
|---------------------|----------------------------------|------|---------|
| T-ETIT-100804       | <a href="#">Technische Optik</a> | 5 LP | Neumann |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden lernen die Grundlagen der abbildenden und nichtabbildenden Optik, sowie deren Anwendungen an Beispielen der optischen Beobachtungs- & Messmethoden, Datenspeicherung, Mikro & Nanooptik, sowie die Herstellungsmethoden für optische Komponenten. Die Veranstaltung erlaubt es den Studierenden einen Überblick bezüglich der vielfachen Anwendungsmöglichkeiten der optischen Technologie zu erwerben.

Sie sind fähig das erlernte Wissen auf die Auslegung verschiedener Optiksysteeme anzuwenden und hierzu eigenständige Konzepte zu entwickeln.

Sie wissen anhand der erlernten Beispiele um den sozialen und gesellschaftlichen Einfluss neuartiger optischer Technologien und sind in der Lage die Wirkungen neuer Entwicklungen in Forschung und industriellen Anwendungen abzuschätzen.

**Inhalt**

Die technische Optik behandelt die wesentlichen physikalischen Grundlagen der Optik, sowie eine Vielzahl von technischen Anwendungen optischer Systeme. Dies reicht von Anwendungen im Automobil, Medizin, Messtechnik, Druck, optische Datenspeicherung, bis zu Mikro-/Nanooptik und Herstellungsverfahren für Kunststoff- und Glasoptiken.

Behandelt werden die folgenden Kapitel:

Motivation

Grundlagen

Reflexion &amp; Brechung

Absorption

Spiegel

Prismen &amp; Linsen

Anwendungen: Prismenstab, Fresnellinse, Teleskop, Kamera

Beugung &amp; Interferenz

Anwendung: Mikroskop

Paraxiale Strahlmatrizen

Anwendung: Fokussierung von Strahlen

Anwendung: Entfernung- &amp; Winkelmessung

Optik in der Datenspeicherung

Mikro- und Nanooptik

Herstellung von Optik

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

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

1. Präsenzzeit Vorlesung:  $15 * 2 \text{ h} = 30 \text{ h}$
  2. Vor- und Nachbereitungszeit Vorlesung:  $15 * 2 \text{ h} = 30 \text{ h}$
  3. Präsenzzeit Übung:  $15 * 2 = 30 \text{ h}$
  4. Vor- und Nachbereitungszeit Übung:  $15 * 2 \text{ h} = 30 \text{ h}$
  5. Prüfungsvorbereitung und Präsenz in selbiger: 30 h
- Insgesamt: 150 h = 5 LP

**Empfehlungen**

Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

**M****3.199 Modul: Technomathematisches Seminar [M-MATH-102863]****Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Experimentalphysik \(Pflichtbestandteil\)](#)  
[Anderes Technisches Fach](#)  
[Elektrotechnik / Informationstechnik \(Pflichtbestandteil\)](#)  
[Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Pflichtbestandteil\)](#)

**Leistungspunkte**  
 3

**Notenskala**  
 best./nicht best.

**Turnus**  
 Jedes Semester

**Dauer**  
 1 Semester

**Level**  
 4

**Version**  
 1

| Pflichtbestandteile |                                              |      |                  |
|---------------------|----------------------------------------------|------|------------------|
| T-MATH-105884       | <a href="#">Technomathematisches Seminar</a> | 3 LP | Jahnke, Kühnlein |

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- Ein abgegrenztes Problem in einem speziellen Gebiet analysieren,
- Fachspezifische Probleme innerhalb der vorgegebenen Aufgabenstellung erörtern, präsentieren und verteidigen,
- Zusammenfassungen der wichtigsten Ergebnisse des Themas selbständig erstellen.

Die Absolventinnen und Absolventen verfügen über kommunikative, organisatorische u. didaktische Kompetenzen bei komplexen Problemanalysen. Sie können Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens anwenden.

**Inhalt**

Das technomathematische Seminar kann wahlweise in Mathematik, Informatik oder im technischen Fach absolviert werden. Der konkrete Inhalt richtet sich nach den angebotenen Seminarthemen. Das bearbeitete Thema muss einen deutlichen Anwendungsbezug aufweisen. Zulässig sind sowohl Vorträge von mindestens 45 Minuten Dauer nach dem in der Mathematik üblichen Muster als auch die Bearbeitung von kleineren Projekten mit Projektbericht und kurzem Abschlussvortrag, etwa in den Ingenieurwissenschaften.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Die Aufteilung des Arbeitsaufwandes in Präsenzzeit und Selbststudium hängt von der konkreten Wahl ab.

**M****3.200 Modul: Teilchenphysik I [M-PHYS-102114]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Torben Ferber  
 Prof. Dr. Ulrich Husemann  
 Prof. Dr. Markus Klute  
 Prof. Dr. Günter Quast  
 PD Dr. Klaus Rabbertz

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** [Experimentalphysik \(Experimentalphysik\)](#)

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

**Pflichtbestandteile**

|               |                                  |      |                                          |
|---------------|----------------------------------|------|------------------------------------------|
| T-PHYS-102369 | <a href="#">Teilchenphysik I</a> | 8 LP | Ferber, Husemann, Klute, Quast, Rabbertz |
|---------------|----------------------------------|------|------------------------------------------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden können Elementarteilchen klassifizieren und mithilfe von Symmetrien, Feynman-Diagrammen und Lagrangedichten qualitativ Wechselwirkungen zwischen Elementarteilchen analysieren. Durch die Kombination dieser Kenntnisse mit Wissen über den Nachweis von Elementarteilchen können die Studierenden die Funktionsweise moderner Teilchenphysikdetektoren diskutieren. Die Studierenden werden befähigt, aktuelle Daten und Abbildungen aus der wissenschaftlichen Literatur zur Teilchenphysik zu interpretieren und den aktuellen Stand der Forschung sowie wichtige „offene Fragen“ darzustellen. Die Studierenden können Techniken der statistischen Datenanalyse und Monte-Carlo-Simulation auf einfache Probleme der Teilchenphysik anwenden und eine grundlegende Charakterisierung von Silizium-Spurdetektoren im Labor durchführen.

**Inhalt**

Vorlesung:

- Grundbegriffe der Teilchenphysik
- Detektoren und Beschleuniger
- Grundlagen des Standardmodells
- Tests der elektroschwachen Theorie
- Flavour-Physik
- QCD
- Physik bei hohen Transversalimpulsen
- Higgs-Physik
- Physik massiver Neutrinos
- Physik jenseits des Standardmodells

Praktische Übungen:

- Aktuelle Methoden der Monte-Carlo-Simulation und Datenanalyse in der Teilchenphysik
- Messungen an modernen Silizium-Spurdetektoren.

**Anmerkungen**

Für Studierende der KIT-Fakultät für Informatik gilt: Die Prüfungen in diesem Modul sind über Zulassungen vom ISS (KIT-Fakultät für Informatik) anzumelden. Dafür reicht eine E-Mail mit Matrikeln. und Name der gewünschten Prüfung an [Beratung-informatik@informatik.kit.edu](mailto:Beratung-informatik@informatik.kit.edu) aus.

**Arbeitsaufwand**

ca. 240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Vorbereitung der Übungen (180 Stunden)

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse der experimentellen Teilchenphysik aus der Vorlesung Moderne Experimentalphysik III im Bachelorstudiengang Physik.

**Literatur**

M. Thomson: Modern Particle Physics, Cambridge University Press (2013). D. Griffith: Introduction to Elementary Particles, Wiley (2008). A. Bettini: Introduction to Elementary Particle Physics, Cambridge University Press (2008). C. Berger: Elementarteilchenphysik, Springer (2006).

Weitere Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben.



## 3.201 Modul: Telematik [M-INFO-100801]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Martina Zitterbart

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** Informatik

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

| Pflichtbestandteile |           |      |            |
|---------------------|-----------|------|------------|
| T-INFO-101338       | Telematik | 6 LP | Zitterbart |

### Erfolgskontrolle(n)

Siehe Teilleistung

### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

### Qualifikationsziele

Studierende

- beherrschen Protokolle, Architekturen, sowie Verfahren und Algorithmen, die im Internet für die Wegewahl und für das Zustandekommen einer zuverlässigen Ende-zu-Ende-Verbindung zum Einsatz kommen, sowie verschiedenen Medienzuteilungsverfahren in lokalen Netzen und weitere Kommunikationssysteme wie das leitungsvermittelte ISDN.
- besitzen ein Systemverständnis sowie Verständnis für die in einem weltumspannenden, dynamischen Netz auftretenden Probleme und der zur Abhilfe eingesetzten Mechanismen.
- sind mit aktuellen Entwicklungen wie z.B. SDN und Datacenter-Networking vertraut.
- kennen Möglichkeiten zur Verwaltung und Administration von Netzen.

Studierende beherrschen die grundlegenden Protokollmechanismen zur Etablierung zuverlässiger Ende-zu-Ende-Kommunikation. Studierende besitzen detailliertes Wissen über die bei TCP verwendeten Mechanismen zur Stau- und Flusskontrolle und können die Problematik der Fairness bei mehreren parallelen Transportströmen erörtern. Studierende können die Leistung von Transportprotokollen analytisch bestimmen und kennen Verfahren zur Erfüllung besonderer Rahmenbedingungen mit TCP, wie z.B. hohe Datenraten und kurze Latenzen. Studierende sind mit aktuellen Themen, wie der Problematik von Middleboxen im Internet, dem Einsatz von TCP in Datacentern und Multipath-TCP, vertraut. Studierende können Transportprotokolle in der Praxis verwenden und kennen praktische Möglichkeiten zur 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-Protokollen in Interior und Exterior Gateway Protokolle und besitzen detaillierte Kenntnisse über die Funktionalität und die Eigenschaften von gängigen Protokollen wie RIP, OSPF und BGP. Die Studierenden sind mit aktuellen Themen wie IPv6 und SDN vertraut.

Studierende kennen die Funktion von Medienzuteilung und können Medienzuteilungsverfahren klassifizieren und analytisch bewerten. Studierende besitzen vertiefte Kenntnisse zu Ethernet und kennen verschiedene Ethernet-Ausprägungen und deren Unterschiede, insbesondere auch aktuelle Entwicklungen wie Echtzeit-Ethernet und Datacenter-Ethernet. Studierende können das Spanning-Tree-Protocol wiedergeben und anwenden. Studierende kennen die grundlegende Funktionsweise der Hilfsprotokolle LLC und PPP.

Studierende kennen die physikalischen Grundlagen, die bei dem Entwurf und die Bewertung von digitalen Leitungscodes relevant sind. Studierende können verbreitete Kodierungen anwenden und kennen deren Eigenschaften.

Studierende kennen die Architektur von ISDN und können insbesondere die Besonderheiten beim Aufbau des ISDN-Teilnehmeranschlusses wiedergeben. Studierende besitzen grundlegende Kenntnisse über das weltweite Telefonnetz SS7. Studierende können die technischen Besonderheiten von DSL wiedergeben. Studierende sind mit dem Konzept des Label Switching vertraut und können existierende Ansätze wie ATM und MPLS miteinander vergleichen. Studierende sind mit den grundlegenden Herausforderungen bei dem Entwurf optischer Transportnetze vertraut und kennen die grundlegenden Techniken, die bei SDH und DWDM angewendet werden.

**Inhalt**

- Einführung
- Ende-zu-Ende Datentransport
- Routingprotokolle und -architekturen
- Medienzuteilung
- Brücken
- Datenübertragung
- ISDN
- Weitere ausgewählte Beispiele
- Netzmanagement

**Arbeitsaufwand**

Vorlesung mit 3 SWS plus Nachbereitung/Prüfungsvorbereitung, 6 LP.

6 LP entspricht ca. 180 Arbeitsstunden, davon

ca. 60 Std. Vorlesungsbesuch

ca. 60 Std. Vor-/Nachbereitung

ca. 60 Std. Prüfungsvorbereitung

**Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

**M****3.202 Modul: Theoretical Nanooptics [M-PHYS-102295]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Garst  
Prof. Dr. Carsten Rockstuhl

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** **Experimentalphysik (Experimentalphysik)**

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

**Pflichtbestandteile**

|               |                               |      |                  |
|---------------|-------------------------------|------|------------------|
| T-PHYS-104587 | <b>Theoretical Nanooptics</b> | 6 LP | Garst, Rockstuhl |
|---------------|-------------------------------|------|------------------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

The properties of light at the nanoscale can be controlled by various means. The aim of this lecture is to familiarize the students with the different possibilities that rely on nanostructured dielectric or metallic materials and to outline on solid mathematical grounds the analytical description of observable effects. The lecture is meant as a complementary source of education to experimental lecture. It shall provide the students with the necessary skills to work themselves in the field of theoretical nanooptics.

**Inhalt**

- Dispersion relation to describe light in extended systems such as free space, interfaces, planar waveguides and waveguides with complicated geometrical cross sections.
- Description of the interaction of light with isolated objects such as spheres, cylinders, ellipsoids and prolates and oblates.
- Properties of plasmonic nanoparticles and the ability to tune their properties
- Notion of optical antennas and the discussion of their basic characteristics
- Description of the dynamics of wave propagation by perturbed eigenstates, i.e. coupled mode theory. Application to optical waveguide arrays.
- Discussion of metamaterials (unit cells, homogenization, light propagation, applications)
- Transformation optics
- Analytical modeling and phenomenological tools to describe nanooptical systems

**Arbeitsaufwand**

180 hours composed of active time (45), wrap-up of the lecture incl. preparation of the examination and the exercises (135)

**Empfehlungen**

Solid mathematical background, good knowledge of classical electromagnetism and theoretical optics.

**Literatur**

- L. Novotny and B. Hecht, Principle of Nano-Optics, Cambridge
- S. A. Maier, Plasmonics, Springer
- J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn and R. D. Meade, Photonic Crystals: Molding the Flow of Light, University Press

**M****3.203 Modul: Theoretical Optics [M-PHYS-102277]**

**Verantwortung:** PD Dr. Boris Narozhnyy  
Prof. Dr. Carsten Rockstuhl

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** **Experimentalphysik (Experimentalphysik)**

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

**Pflichtbestandteile**

|               |                           |      |                      |
|---------------|---------------------------|------|----------------------|
| T-PHYS-104578 | <b>Theoretische Optik</b> | 6 LP | Narozhnyy, Rockstuhl |
|---------------|---------------------------|------|----------------------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Qualifikationsziele**

The students deepen their knowledge about the theory and the mathematical tools in optics and photonics. They learn how to apply these tools to describe fundamental phenomena and how to predict observable quantities that reflect the actual physics from the theory by way of a corresponding purposeful mathematical analyses. They learn how to solve problems of both, interpretative and predictive nature with regards to model systems and real life situations.

**Inhalt**

- Review of Electromagnetism (Maxwell's Equations, Stress Tensor, Material Properties, Kramers-Kronig Relation, Wave Propagation, Poynting's Theorem)
- Diffraction Theory (The Principles of Huygens and Fresnel, Scalar Diffraction Theory: Green's Function, Helmholtz-Kirchhoff Theorem, Kirchhoff Formulation of Diffraction, Fresnel-Kirchhoff Diffraction Formula, Rayleigh-Sommerfeld Formulation of Diffraction, Angular Spectrum Method, Fresnel and Fraunhofer Diffraction, Method of Stationary Phases, Basics of Holography)
- Crystal Optics (Polarization, Anisotropic Media, Fresnel Equation, Applications)
- Classical Coherence Theory (Elementary Coherence Phenomena, Theory of Stochastic Processes, Correlation Functions)
- Quantum Optics and Quantum Optical Coherence Theory (Review of Quantum Mechanics, Quantization of the EM Field, Quantum Coherence Functions)

**Anmerkungen**

Für Studierende der KIT-Fakultät für Informatik gilt: Die Prüfungen in diesem Modul sind über Zulassungen vom ISS (KIT-Fakultät für Informatik) anzumelden. Dafür reicht eine E-Mail mit Matrikeln. und Name der gewünschten Prüfung an [Beratung-informatik@informatik.kit.edu](mailto:Beratung-informatik@informatik.kit.edu) aus.

**Arbeitsaufwand**

180 hours composed of active time (45 hours), wrap-up of the lecture incl. preparation of the examination (135 hours)

**Empfehlungen**

Solid mathematical background, good knowledge of classical electromagnetism and basic knowledge of quantum mechanics.

**Literatur**

- "Classical Electrodynamics" John David Jackson
- "Theoretical Optics: An Introduction" Hartmann Römer
- "Introduction to Fourier Optics" Joseph W. Goodman
- "Introduction to the Theory of Coherence and Polarization of Light" Emil Wolf
- "The Quantum Theory of Light " Rodney Loudon

**M****3.204 Modul: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen [M-PHYS-102054]**

**Verantwortung:** PD Dr. Robert Eder  
 Prof. Dr. Markus Garst  
 Prof. Dr. Alexander Mirlin  
 Prof. Dr. Alexander Shnirman

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** **Experimentalphysik (Experimentalphysik)**

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Sprache  | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|----------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                        |      |                               |
|---------------------|--------------------------------------------------------|------|-------------------------------|
| T-PHYS-102559       | <b>Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen</b> | 8 LP | Eder, Garst, Mirlin, Shnirman |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Ergänzend zur Vorlesung werden Übungen angeboten. Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung in den Übungen. Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

**Voraussetzungen**

keine

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102053 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen** darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**

Gaining understanding of phenomena and concepts in condensed matter theory, mastering basic theoretical tools for their description, and acquiring the ability to analyze and solve theoretically a limited class of problems in the field of condensed matter physics.

**Inhalt**

Lectures and exercises convey and deepen the basic concepts of condensed matter theory, particular attention is paid to crystalline solids. The main subjects of the lecture are:

- Crystal lattices, electrons in periodic potentials, dynamics of Bloch electrons;
- Electronic transport properties of solids, Boltzmann equation;
- Solids in an external magnetic field: Pauli paramagnetism, Landau diamagnetism, de Haas-van Alphen effect;
- Electron-electron interaction, Stoner theory of ferromagnetism;
- Landau theory of Fermi liquids; Phonons and electron-phonon interaction

**Arbeitsaufwand**

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden)

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, der statistischen Physik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

**Literatur**

- C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenburg, 1980) / Introduction to Solid State Physics.
- C. Kittel, Quantum Theory of Solids.
- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart & Winston, N.Y 1976).
- J.H. Ziman, Principles of the Theory of Solids (Cambridge, Univ. Press, 1972).
- A. A. Abrikosov, Fundamentals of the Theory of Metals

**M****3.205 Modul: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen [M-PHYS-102053]**

**Verantwortung:** PD Dr. Robert Eder  
 Prof. Dr. Markus Garst  
 Prof. Dr. Alexander Mirlin  
 Prof. Dr. Alexander Shnirman

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** **Experimentalphysik (Experimentalphysik)**

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Sprache  | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|----------|-------|---------|
| 12              | Zehntelnoten | Jedes Wintersemester | 1 Semester | Englisch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                         |       |                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------|
| T-PHYS-102558       | <b>Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen</b> | 12 LP | Eder, Garst, Mirlin, Shnirman |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Ergänzend zur Vorlesung werden Übungen angeboten. Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung in den Übungen. Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

**Voraussetzungen**

keine

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102054 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen** darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**

Gaining understanding of phenomena and concepts in condensed matter theory, mastering basic theoretical tools for their description, and acquiring the ability to analyze and solve theoretically a broader class of problems in the field of condensed matter physics.

**Inhalt**

Lectures and exercises convey and deepen the basic concepts of condensed matter theory, particular attention is paid to crystalline solids. The main subjects of the lecture are:

- Crystal lattices, electrons in periodic potentials, dynamics of Bloch electrons;
- Electronic transport properties of solids, Boltzmann equation;
- Solids in the external magnetic field: Pauli paramagnetism, Landau diamagnetism, de Haas-van Alphen effect;
- Electron-electron interaction, Stoner theory of ferromagnetism;
- Landau theory of Fermi liquids; Phonons and electron-phonon interaction;
- Superconductivity: BCS theory, electrodynamics of superconductors, Ginzburg-Landau theory.

**Arbeitsaufwand**

360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270 Stunden)

**Empfehlungen**

Grundlagenkenntnisse der Festkörperphysik, Quantenmechanik, der statistischen Physik und der Thermodynamik werden vorausgesetzt.

**Literatur**

- C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenburg, 1980) / Introduction to Solid State Physics.
- C. Kittel, Quantum Theory of Solids.
- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart & Winston, N.Y 1976).
- J.H. Ziman, Principles of the Theory of Solids (Cambridge, Univ. Press, 1972).
- A. A. Abrikosov, Fundamentals of the Theory of Metals

**M****3.206 Modul: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen [M-PHYS-102313]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Garst  
 PD Dr. Igor Gornyi  
 Prof. Dr. Alexander Mirlin  
 PD Dr. Boris Narozhnyy  
 Prof. Dr. Jörg Schmalian

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** **Experimentalphysik (Experimentalphysik)**

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer      | Sprache  | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------------|------------|----------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Semester | Englisch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                              |      |                                             |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|
| T-PHYS-104591       | <b>Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen</b> | 8 LP | Garst, Gornyi, Mirlin, Narozhnyy, Schmalian |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Ergänzend zur Vorlesung werden Übungen angeboten. Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung in den Übungen. Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

**Voraussetzungen**

keine

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul **M-PHYS-102308 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen** darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**

Mastering advanced field-theoretical approaches of condensed matter physics. Acquiring an ability to apply these methods for the solution of a limited class of advanced problems in the field of condensed matter physics.

**Inhalt**

Estimated structure of the lecture:

1. Green's functions for non-interacting particles
2. Many-body Green's functions
3. Feynman diagrams (interacting fermions, Fermi fluids, collective excitations)
4. Green's functions and diagrammatic technique at finite temperatures (Matsubara diagrammatic technique)
5. Functional formulation of many-body theory
6. Superconducting systems
7. Non-equilibrium systems and Keldysh technique
8. Many-body systems in one dimension

**Arbeitsaufwand**

240 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (60 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (180 Stunden)

**Empfehlungen**

In der Regel soll diese Vorlesung nach der Theorie der Kondensierten Materie I besucht werden.

**Lehr- und Lernformen**

Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

**Literatur**

- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I.E. Dzyaloshinskii, Methods of QFT in statistical physics
- L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Statistische Physik, Teil II (Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd IX)
- G.D. Mahan, Many-particle physics
- A.L. Fetter, J.D. Valecka, Quantum theory of many-particle systems.
- J.W. Negele, H. Orland, Quantum many-particle systems.
- J.R. Schrieffer, Theory of superconductivity.
- A. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory.
- T. Giamarchi, Quantum physics in one dimension.
- A. Kamenev, Field theory of non-equilibrium systems.
- G. Giuliani, G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid.

**M****3.207 Modul: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen [M-PHYS-102308]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Markus Garst  
 PD Dr. Igor Gornyi  
 Prof. Dr. Alexander Mirlin  
 PD Dr. Boris Narozhnyy  
 Prof. Dr. Jörg Schmalian

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** [Experimentalphysik \(Experimentalphysik\)](#)

**Leistungspunkte**  
12

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Englisch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                                                                        |       |                                             |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------|
| T-PHYS-102560       | <a href="#">Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen</a> | 12 LP | Garst, Gornyi, Mirlin, Narozhnyy, Schmalian |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung. Im Rahmen des Schwerpunktfachs des MSc Physik wird das Modul zusammen mit weiteren belegten Modulen geprüft. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.

Ergänzend zur Vorlesung werden Übungen angeboten. Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistung in den Übungen. Die Studienleistung findet in Form von Übungsaufgaben statt. Zum Bestehen müssen 50% der Übungsaufgaben bestanden werden.

**Voraussetzungen**

keine

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Das Modul [M-PHYS-102313 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen](#) darf nicht begonnen worden sein.

**Qualifikationsziele**

Mastering advanced field-theoretical approaches of condensed matter physics. Acquiring an ability to apply these methods for the solution of a broader class of advanced problems in the field of condensed matter physics.

**Inhalt**

Estimated structure of the lecture:

1. Green's functions for non-interacting particles
2. Many-body Green's functions
3. Feynman diagrams (interacting fermions, Fermi fluids, collective excitations)
4. Green's functions and diagrammatic technique at finite temperatures (Matsubara diagrammatic technique)
5. Functional formulation of many-body theory
6. Superconducting systems
7. Non-equilibrium systems and Keldysh technique
8. Many-body systems in one dimension
9. Kondo effect
10. Strongly correlated electrons: Hubbard model and Mott metal-insulator transition
11. Introduction to mesoscopic physics

**Arbeitsaufwand**

360 Stunden bestehend aus Präsenzzeiten (90 Stunden), Nachbereitung der Vorlesung inkl. Prüfungsvorbereitung und Bearbeitung der Übungen (270 Stunden)

**Empfehlungen**

In der Regel soll diese Vorlesung nach der Theorie der Kondensierten Materie I besucht werden.

**Lehr- und Lernformen**

Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS

## Literatur

- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I.E. Dzyaloshinskii, Methods of QFT in statistical physics
- L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Statistische Physik, Teil II (Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd IX)
- G.D. Mahan, Many-particle physics
- A.L. Fetter, J.D. Valecka, Quantum theory of many-particle systems.
- J.W. Negele, H. Orland, Quantum many-particle systems.
- J.R. Schrieffer, Theory of superconductivity.
- A. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory.
- T. Giamarchi, Quantum physics in one dimension.
- A. Kamenev, Field theory of non-equilibrium systems.
- G. Giuliani, G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid.

**M****3.208 Modul: Thermodynamik III [M-CIWVT-103058]****Verantwortung:** Prof. Dr. Sabine Enders**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                   |      |        |
|---------------------|-----------------------------------|------|--------|
| T-CIWVT-106033      | <a href="#">Thermodynamik III</a> | 6 LP | Enders |

**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von 90 Minuten

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden sind vertraut mit den grundlegenden Prinzipien zur Beschreibung von komplexen Mischphasen und von Gleichgewichten einschließlich Gleichgewichten mit chemischen Reaktionen. Sie sind in der Lage, geeignete Stoffmodelle auszuwählen und die Zustandsgrößen realer Mehrstoffsysteme zu berechnen.

**Inhalt**

Phasen- und Reaktionsgleichgewichte realer Systeme, Zustandsgleichungen für reale Mischungen, Aktivitätskoeffizientenmodelle, Polymerlösungen, Proteinlösungen, Elektrolytlösungen.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

**Empfehlungen**

Thermodynamik I und II

**Literatur**

1. Stephan, P., Schaber, K., Stephan, K., Mayinger, F.: Thermodynamik, Band 2, 15. Auflage, Springer Verlag, 2010.
2. Sandler, S. I.: Chemical, Biochemical and Engineering Thermodynamics, J. Wiley & Sons, 2008.
3. Gmehling, J., Kolbe, B., Kleiber, M., Rarey, J.: Chemical Thermodynamics for Process Simulations, Wiley-VCH Verlag, 2012

**M****3.209 Modul: Topologische Datenanalyse [M-MATH-105487]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Hartnick  
Prof. Dr. Roman Sauer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 6               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                           |      |                 |
|---------------------|-------------------------------------------|------|-----------------|
| T-MATH-111031       | <a href="#">Topologische Datenanalyse</a> | 6 LP | Hartnick, Sauer |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (20 Minuten).

**Voraussetzungen**

Grundkenntnisse in Linearer Algebra und Analysis.

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- verstehen grundlegende Konzepte der simplizialen Homologie und können diese auf einfache Beispiele anwenden
- verstehen grundlegende Konzepte der persistenten Homologie und können diese auf einfache Beispiele anwenden
- kennen Algorithmen zur Berechnung von persistenter Homologie und können diese auf einem Computer implementieren
- kennen konkrete Anwendungsbeispiele von topologischer Datenanalyse und können diese erklären
- haben einen Überblick über die aktuelle Fachliteratur zur topologischen Datenanalyse.

**Inhalt**

- Wiederholung elementarer Konzepte aus der Topologie
- Homologie simplizialer Komplexe
- Persistente Homologie
- Algorithmen zur Berechnung von persistenter Homologie
- Implementierungen dieser Algorithmen auf dem Computer
- Anwendungen auf Praxisbeispiele, z.B. Phylogenetik (Mutationen des Coronavirus SARS-CoV-2)
- Alle oben genannten Themen werden jeweils durch konkrete Beispiele motiviert und illustriert.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Elementare Kenntnisse in Topologie und Computerprogrammierung.



## 3.210 Modul: Topologische Genomik [M-MATH-106064]

**Verantwortung:** Dr. Andreas Ott

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                      |      |     |
|---------------------|--------------------------------------|------|-----|
| T-MATH-112281       | <a href="#">Topologische Genomik</a> | 3 LP | Ott |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtpfprüfung (ca. 20 Minuten).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- erwerben Grundkenntnisse in Methoden der topologischen Datenanalyse;
- lernen konkrete Beispiele zur Anwendung von topologischer Datenanalyse in den Lebenswissenschaften (Genomik) kennen;
- verstehen, warum die Anwendung von topologischer Datenanalyse in den Lebenswissenschaften (Genomik) sinnvoll und nützlich sein kann;
- sind mit den grundlegenden Algorithmen der topologischen Datenanalyse und ihrer Anwendung in den Lebenswissenschaften (Genomik) vertraut.

### Inhalt

- Grundideen der topologischen Datenanalyse (persistente Homologie und Mapper-Algorithmus)
- Anwendungsbeispiele von topologischer Datenanalyse in der Genomik
- Einführung in die Algorithmen der topologischen Datenanalyse
- praktische Programmierbeispiele

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Elementare Grundkenntnisse in Linearer Algebra und Python werden empfohlen, sowie die Bereitschaft, sich mit einigen elementaren Grundprinzipien der Biologie vertraut zu machen



## 3.211 Modul: Translationsflächen [M-MATH-105973]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Herrlich

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                     |      |          |
|---------------------|-------------------------------------|------|----------|
| T-MATH-112128       | <a href="#">Translationsflächen</a> | 8 LP | Herrlich |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- können wesentliche Konzepte zur Untersuchung von Translationsflächen nennen und erörtern,
- wesentliche Methoden zur Klassifikation von Translationsflächen beschreiben und in Beispielen benutzen,
- sind darauf vorbereitet, Forschungsarbeiten über Translationsflächen zu lesen und eine Abschlussarbeit in diesem Bereich zu schreiben.

### Inhalt

- Charakterisierung von endlichen Translationsflächen
- Riemannsche Flächen und algebraische Kurven
- Modulraum von Riemannschen Flächen
- Klassifikation von Translationsflächen
- Strata und  $SL(2, \mathbb{R})$ -Aktion
- Periodenkoordinaten

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Grundlagen der Flächentopologie (etwa aus dem Modul "Elementare Geometrie") und der Funktionentheorie (etwa aus dem Modul "Analysis 4") werden dringend empfohlen. Das Modul "Algebraische Geometrie" wird ebenfalls empfohlen.



## 3.212 Modul: Unendlich dimensionale dynamische Systeme [M-MATH-103544]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Jens Rottmann-Matthes  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                           |      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|------|------------------|
| T-MATH-107070       | <a href="#">Unendlich dimensionale dynamische Systeme</a> | 4 LP | Rottmann-Matthes |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min)

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- wesentliche Konzepte der dynamischen Systeme nennen und erörtern.
- erklären, wie Reaktions- Diffusionsgleichungen als dynamische Systeme aufgefasst werden können.
- Reaktions- Diffusionsgleichungen mit dynamische Systeme Methoden untersuchen und wesentliche Lösungseigenschaften erklären.

### Inhalt

Zeitabhängige partielle Differentialgleichungen als Dynamische Systeme.

Insbesondere:

- Beispiele von Reaktions- Diffusionsgleichung
- Reaktions- Diffusionsgleichungen und ihre Wohlgestelltheit
- Reaktions- Diffusionsgleichungen als Erzeuger unendlich-dimensionaler dynamischer Systeme
- Invariante Mengen und Attraktoren für Reaktions-Diffusionsgleichungen
- Relative Gleichgewichte

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Gute Kenntnisse der gewöhnlichen Differentialgleichungen, gewisse Kenntnisse über partielle Differentialgleichungen, Funktionalanalysis, (z.B. Modul "Dynamische Systeme")

**M****3.213 Modul: Unscharfe Mengen [M-INFO-100839]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** Informatik**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                  |      |          |
|---------------------|------------------|------|----------|
| T-INFO-101376       | Unscharfe Mengen | 6 LP | Hanebeck |

**Erfolgskontrolle(n)**

Siehe Teilleistung.

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung.

**Qualifikationsziele**

- Der Studierende soll im Rahmen der Veranstaltung die Darstellung und Verarbeitung von unscharfem Wissen in Rechnersystemen erlernen. Er soll in der Lage sein, ausgehend von natürlichsprachlichen Regeln und Wissen komplexe Systeme mittels unscharfer Mengen zu beschreiben.
- Neben dem Rechnen mit unscharfen Zahlen sowie logischen Operationen soll ein umfassender Überblick über die Regelanwendung auf unscharfe Mengen gegeben werden.

**Inhalt**

In diesem Modul wird die Theorie und die praktische Anwendung von unscharfen Mengen grundlegend vermittelt. In der Veranstaltung werden die Bereiche der unscharfen Arithmetik, der unscharfen Logik, der unscharfen Relationen und das unscharfe Schließen behandelt. Die Darstellung und die Eigenschaften von unscharfen Mengen bilden die theoretische Grundlage, worauf aufbauend arithmetische und logische Operationen axiomatisch hergeleitet und untersucht werden. Hier wird ebenfalls gezeigt, wie sich beliebige Abbildungen und Relationen auf unscharfe Mengen übertragen lassen. Das unscharfe Schließen als Anwendung des Logik-Teils zeigt verschiedene Möglichkeiten der Umsetzung von regelbasierten Systemen auf unscharfe Mengen. Im abschließenden Teil der Vorlesung wird die unscharfe Regelung als Anwendung betrachtet.

**Arbeitsaufwand**

180 Stunden

**Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

**M****3.214 Modul: Variationsmethoden [M-MATH-105093]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                    |      |         |
|---------------------|------------------------------------|------|---------|
| T-MATH-110302       | <a href="#">Variationsmethoden</a> | 8 LP | Reichel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- die Bedeutung von Variationsproblemen in Bezug auf ihre Anwendungen in den Natur- bzw. Ingenieurwissenschaften oder der Geometrie beurteilen und an Hand von Beispielen illustrieren,
- eigenständig variationelle Probleme formulieren,
- die spezifischen Schwierigkeiten innerhalb der Variationsrechnung erkennen,
- konkrete, prototypische Probleme analysieren und lösen,
- Techniken einsetzen, um die Existenz von Lösungen gewisser Klassen variationeller Probleme zu beweisen, und in Spezialfällen diese Lösungen berechnen.

**Inhalt**

- eindimensionale Variationsprobleme
- Euler-Lagrange-Gleichung
- notwendige und hinreichende Kriterien
- mehrdimensionale Variationsprobleme
- direkte Methoden der Variationsrechnung
- Existenz kritischer Punkte von Funktionalen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Kurse Funktionalanalysis, Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen oder Rand- und Eigenwertprobleme werden empfohlen.

**M****3.215 Modul: Verarbeitung nanoskaliger Partikel [M-CIWVT-103073]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Hermann Nirschl**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                    |      |         |
|---------------------|----------------------------------------------------|------|---------|
| T-CIWVT-106107      | <a href="#">Verarbeitung nanoskaliger Partikel</a> | 6 LP | Nirschl |

**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Fähigkeit zur Entwicklung eines Verarbeitungsprozesses für die Herstellung und Verarbeitung von nanoskaligen Partikeln

**Inhalt**

Ideenfindung für technische Prozesse; Toxizität, Messtechnische Methoden, Grenzflächeneffekte, Partikelsynthese, Verarbeitungsverfahren: Zerkleinern, Separieren, selektive Separation, Klassierung, Mischen, Granulieren; Apparatetechnische Grundlagen, Produktformulierung, Grundlagen der Simulation partikulärer Prozesse (SolidSim), Diskrete Simulationsmethoden.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Präsenzzeit: 60 h

Selbststudium: 60 h

Prüfungsvorbereitung: 60 h

**Literatur**

Skriptum zur Vorlesung



## 3.216 Modul: Vergleichsgeometrie [M-MATH-102940]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilderich Tuschmann

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                     |      |           |
|---------------------|-------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-105917       | <a href="#">Vergleichsgeometrie</a> | 5 LP | Tuschmann |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 20 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen haben ein tieferes Verständnis exemplarischer Konzepte und Methoden der Vergleichsgeometrie, einem Teilgebiet der modernen Differentialgeometrie und Riemannschen Geometrie erworben und sind auf eigenständige Forschung und weiterführende Seminare im Gebiet der Differentialgeometrie vorbereitet.

### Inhalt

The course provides a thorough introduction to comparison theory in Riemannian geometry:

What can be said about a complete Riemannian manifold when (mainly lower) bounds for the sectional or Ricci curvature are given? Starting from the comparison theory for the Riccati ODE which describes the evolution of the principal curvatures of equidistant hypersurfaces, we discuss the global estimates for volume and length given by Bishop-Gromov and Toponogov. An application is Gromov's estimate of the number of generators of the fundamental group and the Betti numbers when lower curvature bounds are given. Using convexity arguments, we prove the "soul theorem" of Cheeger and Gromoll and the sphere theorem of Berger and Klingenberg for nonnegative curvature. If lower Ricci curvature bounds are given we exploit subharmonicity instead of convexity and show the rigidity theorems of Myers-Cheng and the splitting theorem of Cheeger and Gromoll. The Bishop-Gromov inequality shows polynomial growth of finitely generated subgroups of the fundamental group of a space with nonnegative Ricci curvature (Milnor). We also discuss briefly Bochner's method.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Vorlesung 'Differentialgeometrie'.



## 3.217 Modul: Verzweigungstheorie [M-MATH-103259]

**Verantwortung:** Dr. Rainer Mandel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                     |      |        |
|---------------------|-------------------------------------|------|--------|
| T-MATH-106487       | <a href="#">Verzweigungstheorie</a> | 5 LP | Mandel |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- die Bedeutung des Satzes über implizit definierte Funktionen für die Verzweigungstheorie erläutern
- die Lyapunov-Schmidt-Reduktion erklären
- die Energiemethode auf gewöhnliche Differentialgleichungen anwenden
- den Satz von Crandall-Rabinowitz auf gewöhnliche und elliptische partielle Differentialgleichungen anwenden
- Verzweigung von Unendlich erklären und nachweisen
- nichtkonstante periodische Lösungen von gewöhnlichen Differentialgleichungen mittels Hopf-Verzweigung nachweisen

### Inhalt

- Verzweigungen bei gewöhnlichen Differentialgleichungen via Energiemethode
- Satz über implizit definierte Funktionen in Banachräumen, Lyapunov-Schmidt-Reduktion
- Satz von Crandall-Rabinowitz und Anwendungen
- Verzweigung von Unendlich
- Hopf-Verzweigung und Anwendungen

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Anmerkungen

Unterrichtssprache: Englisch

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Funktionalanalysis oder Rand- und Eigenwertprobleme

**M****3.218 Modul: Vorhersagen: Theorie und Praxis [M-MATH-102956]****Verantwortung:** Prof. Dr. Tilmann Gneiting**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
2 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                                                 |      |          |
|---------------------|-------------------------------------------------|------|----------|
| T-MATH-105928       | <a href="#">Vorhersagen: Theorie und Praxis</a> | 8 LP | Gneiting |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Begriffe der maß- und wahrscheinlichkeitstheoretisch begründeten Theorie der Vorhersage nennen und an Beispielen verdeutlichen
- grundlegende Begriffe der entscheidungstheoretisch begründeten Evaluierung von Vorhersagen nennen und an Beispielen verdeutlichen
- Regressionsverfahren für Vorhersagen adaptieren, interpretieren und implementieren
- prinzipielle Vorgehensweisen bei der Erstellung und Evaluierung meteorologischer und ökonomischer Prognosen erläutern
- in Simulationsstudien und Fallbeispielen Vorhersage- und Evaluierungsverfahren selbständig entwickeln und programmieren

**Inhalt**

- Fallstudien aus Meteorologie und Ökonomie
- Punktvorhersagen und Wahrscheinlichkeitsvorhersagen
- Vorhersageräume, Kalibration und Schärfe
- Proper scoring rules und consistent scoring functions
- Aggregation von Vorhersagen
- prädiktive Aspekte von Regressionsverfahren

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**

- Turnus: jedes zweite Jahr, beginnend Wintersemester 16/17
- Unterrichtssprache: Englisch

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen. Das Modul "Statistik" wird empfohlen.



## 3.219 Modul: Wahrscheinlichkeitstheorie und kombinatorische Optimierung [M-MATH-102947]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Daniel Hug

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer      | Level | Version |
|-----------------|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| 8               | Zehntelnoten | Unregelmäßig | 1 Semester | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |                                                                            |      |           |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|------|-----------|
| T-MATH-105923       | <a href="#">Wahrscheinlichkeitstheorie und kombinatorische Optimierung</a> | 8 LP | Hug, Last |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- kennen die behandelten Fragestellungen der kombinatorischen Optimierung und können diese erläutern,
- kennen typische Methoden zur probabilistischen Analyse von Algorithmen und kombinatorischen Optimierungsproblemen und können diese zur Lösung von konkreten Optimierungsproblemen einsetzen,
- sind mit wesentlichen Beweismethoden vertraut und können diese vorstellen,
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

### Inhalt

Gegenstand der Vorlesung ist die Analyse von Algorithmen und kombinatorischen Optimierungsproblemen in einem probabilistischen Rahmen. Die behandelten Fragestellungen lassen sich häufig mit Hilfe von (geometrischen) Graphen beschreiben. Untersucht wird dann das zu erwartende oder wahrscheinliche Verhalten eines Zielfunktional des betrachteten Systems (Graphen). Neben asymptotischen Resultaten, die das Verhalten eines Systems zum Beispiel für wachsende Systemgröße beschreiben, werden quantitative Gesetzmäßigkeiten für Systeme fester Größe vorgestellt. Insbesondere behandelt werden

- das Problem langer gemeinsamer Teilfolgen,
- Packungsprobleme,
- das euklidische Problem des/der Handlungsreisenden,
- minimale euklidische Paarungen,
- minimale euklidische Spannbäume.

Für die Analyse von Problemen dieser Art wurden Techniken und Konzepte entwickelt, die in der Vorlesung vorgestellt und angewendet werden. Hierzu gehören

- Konzentrationsungleichungen und Konzentration von Maßen,
- Subadditivität und Superadditivität,
- Martingalmethoden,
- Isoperimetrie,
- Entropie.

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen.

**M****3.220 Modul: Wandernde Wellen [M-MATH-102927]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Analysis\)](#)  
[Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)

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

| Pflichtbestandteile |                                  |      |                  |
|---------------------|----------------------------------|------|------------------|
| T-MATH-105897       | <a href="#">Wandernde Wellen</a> | 6 LP | de Rijk, Reichel |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 min. Bitte beachten Sie die Bonusregelung (siehe unter *Modulnote*).

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls

- können Studierende die Bedeutung von wandernden Wellen und deren dynamischer Stabilität erklären;
- kennen Studierende die grundlegenden Methoden zur Untersuchung der Existenz von wandernden Wellen;
- können Studierende die wichtigsten Schritte einer Stabilitätsanalyse beschreiben und mögliche Schwierigkeiten thematisieren;
- haben Studierende mathematische Werkzeuge zur Berechnung oder Abschätzung des Spektrums erworben;
- beherrschen Studierende Techniken, um die (In-)Stabilität einer Welle aus der spektralen Information abzuleiten;
- verstehen Studierende, wie Spektrum und Stabilität von der Störungsart abhängen.

**Inhalt**

Wandernde Wellen sind Lösungen nichtlinearer partieller Differentialgleichungen (PDEs), die sich zeitlich mit konstanten Geschwindigkeit ausbreiten, ohne dabei ihr Profil zu verändern. Diese speziellen Lösungen treten bei vielen angewandten Problemen auf, bei denen sie zum Beispiel Wasserwellen, Nervenimpulse in Axonen oder Licht in Lichtwellenleitern modellieren. Daher sind die Existenz wandernder Wellen und die damit einhergehende Frage nach ihrer dynamischen Stabilität von Interesse, denn nur stabile Wellen können in der Praxis beobachtet werden.

Der erste Schritt in der Stabilitätsanalyse ist die zugrundeliegende PDE an dieser Welle zu linearisieren und das zugehörige Spektrum auszurechnen, was im Allgemeinen eine nichttriviale Aufgabe ist. Wir führen die folgenden Werkzeuge zum Abschätzen von Spektren unterschiedlicher Wellen wie Wellenfronten, Pulswellen und periodischen Wellenpaketen ein:

- Sturm-Liouville-Theorie
- exponentielle Dichotomien
- Fredholm-Theorie
- die Evans-Funktion
- Paritätsargumente
- essentielles Spektrum, Punktspektrum und absolutes Spektrum
- exponentielle Gewichte

Ausgehend von der spektralen Information werden im nächsten Schritt nützliche Schranken des linearen Lösungsoperators, oder der Halbgruppe, hergeleitet. Ein erschwerender Faktor ist, dass jede nichtkonstante wandernde Welle Spektrum bis zur imaginären Achse besitzt. Für dissipative PDEs, wie zum Beispiel Reaktions-Diffusionssysteme, verwenden wir die Schranken des linearen Lösungsoperators, um ein nichtlineares Argument mittels iterativer Abschätzungen der Duhamel-Formel abzuschließen. Für wandernde Wellen in Hamiltonschen PDEs, wie der NLS- oder der KdV-Gleichung, verwenden wir einen anderen Weg hin zur Stabilität, der auf den variationellen Argumenten von Grillakis, Shatah und Strauss basiert.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Bei erfolgreichem Ablegen der mündlichen Prüfung am Ende des Semesters ergibt sich die Abschlussnote aus  $\min(0.7X + 0.3Y, X)$ , wobei X die Note der mündlichen Prüfung und Y die Note für die freiwillige Ausarbeitung und Präsentation eines Modellproblems in einer der Übungen ist.

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Folgende Module werden dringend empfohlen: Analysis 1-4.

**Literatur**

Kapitula, Todd; Promislow, Keith. Spectral and dynamical stability of nonlinear waves. Applied Mathematical Sciences, 185. Springer, New York, 2013.

**M****3.221 Modul: Wärmeübertragung II [M-CIWVT-103051]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Wetzel**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik \(Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik\)](#)**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
4

| Pflichtbestandteile |                                     |      |        |
|---------------------|-------------------------------------|------|--------|
| T-CIWVT-106067      | <a href="#">Wärmeübertragung II</a> | 6 LP | Wetzel |

**Erfolgskontrolle(n)**

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.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden können die grundlegenden Differentialgleichungen der Thermofluidodynamik herleiten und kennen mögliche Vereinfachungen bis hin zur instationären Wärmeleitung in ruhenden Medien. Die Studierenden kennen verschiedene analytische und numerische Lösungsmethoden für die instationäre Temperaturfeldgleichung in ruhenden Medien. Die dabei eingesetzten Lösungsmethoden können die Studierenden selbständig auf stationäre Wärmeleitungsprobleme wie die Wärmeübertragung in Rippen und Nadeln anwenden.

**Inhalt**

Fortgeschrittene Themen der Wärmeübertragung: Thermofluiddynamische Transportgleichungen, Instationäre Wärmeleitung; Thermische Randbedingungen; Analytische Methoden (Kombinations- und Separationsansatz, Laplace-Transformation); Numerische Methoden (Finite Differenzen- und Volumenverfahren); Wärmeübertragung in Rippen und Nadeln.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**

Ab dem Wintersemester 20/21 wird das Modul ohne Übung mit einem Umfang von 4 LP angeboten!

**Arbeitsaufwand**

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

**Literatur**

Von Böckh/Wetzel: „Wärmeübertragung“, Springer, 6. Auflage 2015

VDI-Wärmeatlas, Springer-VDI, 10. Auflage, 2011



## 3.222 Modul: Wavelets [M-MATH-102895]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Rieder

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                          |      |        |
|---------------------|--------------------------|------|--------|
| T-MATH-105838       | <a href="#">Wavelets</a> | 8 LP | Rieder |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen können

- die funktionalanalytischen Grundlagen der kontinuierlichen und diskreten Wavelet-Transformation nennen, erörtern und analysieren.
- die Wavelet-Transformation als Analysewerkzeug in der Signal- und Bildverarbeitung anwenden sowie die erzielten Ergebnisse bewerten.
- Designaspekte von Wavelet-Systemen erläutern.

### Inhalt

- Gefensterte Fourier-Transformation
- Integrale Wavelet-Transformation
- Wavelet-Frames
- Wavelet-Basen
- Schnelle Wavelet-Transformation
- Konstruktion orthogonaler und bi-orthogonaler Wavelet-Systeme
- Anwendungen in Signal- und Bildverarbeitung

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Das Modul "Funktionalanalysis" wird empfohlen.



## 3.223 Modul: Zeitreihenanalyse [M-MATH-102911]

**Verantwortung:** PD Dr. Bernhard Klar

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
 Zusatzleistungen

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Level**  
4

**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |                                   |      |                                              |
|---------------------|-----------------------------------|------|----------------------------------------------|
| T-MATH-105874       | <a href="#">Zeitreihenanalyse</a> | 4 LP | Ebner, Fasen-Hartmann, Gneiting, Klar, Trabs |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).

### Voraussetzungen

Keine

### Qualifikationsziele

Absolventinnen und Absolventen

- kennen und verstehen die Standardmodelle der Zeitreihenanalyse,
- kennen exemplarisch statistische Methoden zur Modellwahl und Modellvalidierung,
- wenden Modelle und Methoden der Vorlesung eigenständig auf reale und simulierte Daten an,
- kennen spezifische mathematische Techniken und können damit Zeitreihenmodelle analysieren.

### Inhalt

Die Vorlesung behandelt die grundlegenden Begriffe der klassischen Zeitreihenanalyse:

- Stationäre Zeitreihen
- Trends und Saisonalitäten
- Autokorrelation
- Autoregressive Modelle
- ARMA-Modelle
- Parameterschätzung
- Vorhersage
- Spektraldichte und Periodogramm

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Arbeitsaufwand

Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des
- Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

### Empfehlungen

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen. Das Modul "Statistik" wird empfohlen.

**M****3.224 Modul: Zufällige Graphen und Netzwerke [M-MATH-106052]****Verantwortung:** Prof. Dr. Daniel Hug**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [Angewandte Mathematik \(Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik\)](#)  
[Mathematische Vertiefung \(Wahlpflichtbereich Mathematische Vertiefung\)](#)  
[Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Semester**Sprache**  
Englisch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |                                                 |      |     |
|---------------------|-------------------------------------------------|------|-----|
| T-MATH-112241       | <a href="#">Zufällige Graphen und Netzwerke</a> | 8 LP | Hug |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Qualifikationsziele**

Absolventinnen und Absolventen

- kennen die grundlegenden Modelle für zufällige Graphen und deren Eigenschaften,
- sind mit probabilistischen Techniken zur Untersuchung zufälliger Graphen vertraut,
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

**Inhalt**

In der Vorlesung werden Modelle zufälliger Graphen und Netzwerke vorgestellt und Methoden entwickelt, mit deren Hilfe strukturelle Aussagen über solche Modelle formuliert und bewiesen werden.

Insbesondere werden die folgenden Modelle studiert:

- Erdős--Renyi-Graphen
- Konfigurationsmodelle
- Preferential-Attachment-Graphen
- Verallgemeinerte inhomogene Zufallsgraphen
- Geometrische Zufallsgraphen

sowie die folgenden Methoden behandelt:

- Verzweigungsprozesse
- Kopplungsargumente
- Probabilistische Schranken
- Martingale
- Lokale Konvergenz von Zufallsgraphen

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Anmerkungen**

kann nicht zusammen mit M-MATH-102951 - Zufällige Graphen belegt werden

**Arbeitsaufwand**

Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen.

## 4 Teilleistungen

T

### 4.1 Teilleistung: Adaptive Finite Elemente Methoden [T-MATH-105898]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102900 - Adaptive Finite Elemente Methoden](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen |         |                                                                            |       |           |         |
|---------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|---------|
| SS 2024             | 0160610 | <a href="#">Tutorial for 0160600 (Numerical Methods in Fluidmechanics)</a> | 1 SWS | Übung (Ü) | Dörfler |

#### Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.

#### Voraussetzungen

keine

#### Empfehlungen

Grundlagenkenntnisse in Finite Element Methoden, in einer Programmiersprache und der Analysis von Randwertproblemen werden dringend empfohlen. Kenntnisse in Funktionalanalysis werden empfohlen.

**T****4.2 Teilleistung: Advanced Inverse Problems: Nonlinearity and Banach Spaces [T-MATH-105927]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Rieder  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102955 - Advanced Inverse Problems: Nonlinearity and Banach Spaces](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 5               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

T

4.3 Teilleistung: Algebra [T-MATH-102253]

**Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein  
Prof. Dr. Roman Sauer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-101315 - Algebra](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 2       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                              |       |                                                                                                     |       |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| WS 24/25                | 0102200 | <a href="#">Algebra</a>                      | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Sauer |
| WS 24/25                | 0102210 | <a href="#">Übungen zu 0102200 (Algebra)</a> | 2 SWS | Übung (Ü) /      | Sauer |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                              |       |                                                                                                     |       |
| SS 2024                 | 7700134 | <a href="#">Algebra</a>                      |       |                                                                                                     | Sauer |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**  
Mündliche Prüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**  
keine

## T

## 4.4 Teilleistung: Algebraische Geometrie [T-MATH-103340]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Herrlich  
PD Dr. Stefan Kühnlein

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-101724 - Algebraische Geometrie](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                 |       |               |          |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------|-------|---------------|----------|
| SS 2024                 | 0152000 | <a href="#">Algebraische Geometrie</a>                          | 4 SWS | Vorlesung (V) | Herrlich |
| SS 2024                 | 0152010 | <a href="#">Übungen zu 0152000<br/>(Algebraische Geometrie)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Herrlich |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                 |       |               |          |
| SS 2024                 | 7715200 | <a href="#">Algebraische Geometrie</a>                          |       |               | Herrlich |

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.5 Teilleistung: Algebraische Topologie [T-MATH-105915]**

**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Manuel Krannich  
Prof. Dr. Roman Sauer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102948 - Algebraische Topologie](#)

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung schriftlich | 8               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.6 Teilleistung: Algebraische Topologie II [T-MATH-105926]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roman Sauer  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102953 - Algebraische Topologie II](#)

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung schriftlich | 8               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
Keine

**T****4.7 Teilleistung: Algebraische Zahlentheorie [T-MATH-103346]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Herrlich  
PD Dr. Stefan Kühnlein

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-101725 - Algebraische Zahlentheorie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.).

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.8 Teilleistung: Analytische und numerische Homogenisierung [T-MATH-111272]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
TT-Prof. Dr. Roland Maier  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-105636 - Analytische und numerische Homogenisierung](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.9 Teilleistung: Anmeldung zur Zertifikatsausstellung - Begleitstudium  
Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft [T-FORUM-113587]**

**Verantwortung:** Dr. Christine Mielke  
Christine Myglas

**Einrichtung:** Zentrale Einrichtungen/Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM)

**Bestandteil von:** [M-FORUM-106753 - Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft](#)

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala        | Turnus         | Version |
|------------------|-----------------|-------------------|----------------|---------|
| Studienleistung  | 0               | best./nicht best. | Jedes Semester | 1       |

**Voraussetzungen**

Für die Anmeldung ist es verpflichtend, dass die Grundlageneinheit und die Vertiefungseinheit vollständig absolviert wurden und die Benotungen der Teilleistungen in der Vertiefungseinheit vorliegen.

**T****4.10 Teilleistung: Anwendungen von topologischer Datenanalyse [T-MATH-111290]****Verantwortung:** Dr. Andreas Ott**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-105651 - Anwendungen von topologischer Datenanalyse](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

keine

T

4.11 Teilleistung: Aspekte der Geometrischen Analysis [T-MATH-106461]

Verantwortung:

Einrichtung:

Bestandteil von:

Prof. Dr. Tobias Lamm

KIT-Fakultät für Mathematik

M-MATH-103251 - Aspekte der Geometrischen Analysis

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                          |       |             |      |
|---------------------|---------|--------------------------|-------|-------------|------|
| SS 2024             | 0176600 | AG Geometrische Analysis | 2 SWS | Seminar (S) | Lamm |

Voraussetzungen

Keine

Anmerkungen

neu ab SS 2017

T

4.12 Teilleistung: Astroteilchenphysik I [T-PHYS-102432]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin  
Prof. Dr. Kathrin Valerius

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** [M-PHYS-102075 - Astroteilchenphysik I](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                                   |       |                 |                       |
|---------------------|---------|---------------------------------------------------|-------|-----------------|-----------------------|
| WS 24/25            | 4022011 | Astroparticle Physics I: Dark Matter              | 3 SWS | Vorlesung (V) / | Drexlin, Schlösser    |
| WS 24/25            | 4022012 | Exercises to Astroparticle Physics I: Dark Matter | 1 SWS | Übung (Ü) /     | Drexlin, Heyns, Kovac |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.13 Teilleistung: Ausgewählte Themen der harmonischen Analysis [T-MATH-109065]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dirk Hundertmark  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-104435 - Ausgewählte Themen der harmonischen Analysis](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 3               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.14 Teilleistung: Banachalgebren [T-MATH-105886]**

**Verantwortung:** PD Dr. Gerd Herzog  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102913 - Banachalgebren](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 3               | Drittelnoten | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

## T

## 4.15 Teilleistung: Batterien und Brennstoffzellen [T-ETIT-100983]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Ulrike Krewer  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
**Bestandteil von:** [M-ETIT-100532 - Batterien und Brennstoffzellen](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 5

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Wintersemester

**Version**  
 3

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                   |       |                 |                |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------|-------|-----------------|----------------|
| WS 24/25                | 2304207 | <a href="#">Batterien und Brennstoffzellen</a>                    | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Krewer         |
| WS 24/25                | 2304213 | <a href="#">Übungen zu 2304207 Batterien und Brennstoffzellen</a> | 1 SWS | Übung (Ü) /     | Krewer, Sonder |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                   |       |                 |                |
| SS 2024                 | 7300006 | <a href="#">Batterien und Brennstoffzellen</a>                    |       |                 | Krewer         |
| WS 24/25                | 7304207 | <a href="#">Batterien und Brennstoffzellen</a>                    |       |                 | Krewer         |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**

keine

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

**Batterien und Brennstoffzellen**

2304207, WS 24/25, 2 SWS, Sprache: Deutsch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**  
**Präsenz/Online gemischt**

**Inhalt**

Die Vorlesung vermittelt einen praxisnahen Einblick in die aktuellen Anwendungsgebiete und Forschungsthemen von Brennstoffzellen und Batterien. Im Rahmen der Vorlesung werden Aufbau und Funktionsweise von elektrochemischen Energiewandlern und Energiespeichern behandelt sowie Kenntnisse über Werkstoffe, Baukonzepte, Messverfahren, Messdatenanalyse und Modellierung vermittelt.

**Organisatorisches**

Veranstaltungstermine: 28.10.2024 - 10.02.2025

[ILIAS Kurs](#)

## T

**4.16 Teilleistung: Bayes'sche inverse Probleme und deren Verbindungen zum maschinellen Lernen [T-MATH-112842]****Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Sebastian Krumscheid**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-106328 - Bayes'sche inverse Probleme und deren Verbindungen zum maschinellen Lernen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Dauer  | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------|--------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1 Sem. | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                                            |            |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| SS 2024                 | 7700131 | <a href="#">Bayes'sche inverse Probleme und deren Verbindungen zum maschinellen Lernen</a> | Krumscheid |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten).

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.17 Teilleistung: Berufspraktikum [T-MATH-105888]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
PD Dr. Markus Neher

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102861 - Berufspraktikum](#)

**Teilleistungsart**  
Studienleistung

**Leistungspunkte**  
10

**Notenskala**  
best./nicht best.

**Version**  
1

**Voraussetzungen**

Keine

## T

## 4.18 Teilleistung: Bildverarbeitung mit Methoden der numerischen linearen Algebra [T-MATH-108402]

**Verantwortung:** PD Dr. Volker Grimm

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-104058 - Bildverarbeitung mit Methoden der numerischen linearen Algebra](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |       |                                                                                |       |
|-------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------|-------|
| SS 2024                 | 00024 | <a href="#">Bildverarbeitung mit Methoden der numerischen linearen Algebra</a> | Grimm |

### Voraussetzungen

keine

## T

## 4.19 Teilleistung: Biopharmazeutische Aufarbeitungsverfahren [T-CIWWT-106029]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Jürgen Hubbuch

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik

**Bestandteil von:** [M-CIWWT-103065 - Biopharmazeutische Aufarbeitungsverfahren](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                            |       |                                                                                                     |                   |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| WS 24/25                | 2214010 | <a href="#">Biopharmazeutische Aufarbeitungsverfahren</a>                  | 3 SWS | Vorlesung (V) /  | Hubbuch, Franzreb |
| WS 24/25                | 2214011 | <a href="#">Übung zu 2214010 Biopharmazeutische Aufarbeitungsverfahren</a> | 1 SWS | Übung (Ü) /      | Hubbuch, Franzreb |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                            |       |                                                                                                     |                   |
| SS 2024                 | 7223011 | <a href="#">Biopharmazeutische Aufarbeitungsverfahren</a>                  |       |                                                                                                     | Hubbuch           |
| WS 24/25                | 7223011 | <a href="#">Biopharmazeutische Aufarbeitungsverfahren</a>                  |       |                                                                                                     | Hubbuch           |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von ca. 120 Minuten (Gesamtprüfung im nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO).

### Voraussetzungen

keine

**T****4.20 Teilleistung: Bott-Periodizität [T-MATH-108905]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilderich Tuschmann  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-104349 - Bott-Periodizität](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 5               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.21 Teilleistung: Brownsche Bewegung [T-MATH-105868]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Nicole Bäuerle  
Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann  
Prof. Dr. Günter Last

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102904 - Brownsche Bewegung](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden dringend empfohlen.

**T****4.22 Teilleistung: Compressive Sensing [T-MATH-105894]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Rieder  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102935 - Compressive Sensing](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 5               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
Keine

**T****4.23 Teilleistung: Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab [T-MATH-113373]**

**Verantwortung:** PD Dr. Mathias Krause  
PD Dr. Gudrun Thäter

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-106634 - Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung anderer Art

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                 |       |               |                         |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------|-------|---------------|-------------------------|
| SS 2024                 | 0161700 | <a href="#">Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab</a> | 4 SWS | Praktikum (P) | Thäter, Krause, Simonis |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                 |       |               |                         |
| SS 2024                 | 7700108 | <a href="#">Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab</a> |       |               | Thäter                  |

**Voraussetzungen**

Keine

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

**V****Computational Fluid Dynamics and Simulation Lab**

0161700, SS 2024, 4 SWS, Sprache: Deutsch/Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Praktikum (P)**

**Inhalt**

Der Kurs ist in zwei Teile gegliedert. Der Vorlesungsteil enthält Einführungen in die Modellierung und Simulation, die zugehörigen numerischen Methoden sowie die zugehörige Software bzw. Hochleistungsrechnerhardware. Der zweite Teil basiert auf betreuter Gruppenarbeit der Studierenden. Die Teilnehmer bearbeiten Projekte, in denen Modellierung, Diskretisierung, Simulation und Auswertung (z.B. Visualisierung) zu bestimmten Themen aus dem Katalog durchgeführt werden. Der Katalog umfasst z.B.: Diffusionsprozesse, turbulente Strömungen, Mehrphasenströmungen, reaktive Strömungen, Partikeldynamik, optimale Steuerung und Optimierung unter Nebenbedingungen, Stabilisierungsmethoden für advektionsdominierte Transportprobleme.

Am Ende des Kurses sind die Studierenden in der Lage, über ihr eigenes Fachgebiet hinausgehende Probleme gemeinsam zu modellieren und auf Hochleistungsrechnern zu simulieren. Sie haben eine kritische Distanz zu ihren Ergebnissen erworben und sind in der Lage diese zu präsentieren und analytisch zu diskutieren. Sie haben die Bedeutung von Stabilität, Konvergenz und Parallelität numerischer Verfahren aus eigener Erfahrung verstanden und sind in der Lage, Fehler bei Modellierung, Approximation, Berechnung und Visualisierung zu bewerten.

Grundlegende Vorkenntnisse in der Analyse von Randwertproblemen und in numerischen Methoden für Differentialgleichungen werden empfohlen. Kenntnisse in einer Programmiersprache werden ausdrücklich empfohlen.

## T

## 4.24 Teilleistung: Computergrafik [T-INFO-101393]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Carsten Dachsbacher

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** [M-INFO-100856 - Computergrafik](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                |       |                   |                            |
|-------------------------|---------|--------------------------------|-------|-------------------|----------------------------|
| WS 24/25                | 24081   | <a href="#">Computergrafik</a> | 4 SWS | Vorlesung (V) / ● | Dachsbacher, Alber, Lerzer |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                |       |                   |                            |
| SS 2024                 | 7500257 | <a href="#">Computergrafik</a> |       |                   | Dachsbacher                |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Zu Vorlesungsbeginn wird bekanntgegeben, ob durch erfolgreiche Bearbeitung von Praxisaufgaben Bonuspunkte erworben werden können. Es wird ein Notenbonus von max. 0,4 (entspricht einem Notenschritt) vergeben. Der erlangte Notenbonus wird auf eine bestandene schriftliche Prüfung (Klausur) im gleichen Semester angerechnet. Danach verfällt der Notenbonus.

### Voraussetzungen

Keine.

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

### Computergrafik

24081, WS 24/25, 4 SWS, Sprache: Deutsch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**  
**Präsenz**

### Inhalt

Die Erfolgskontrolle wird in der Modulbeschreibung erläutert.

Diese Vorlesung vermittelt grundlegende Algorithmen der Computergrafik, Farbmodelle, Beleuchtungsmodelle, Bildsynthese-Verfahren (Ray Tracing, Rasterisierung), Transformationen und Abbildungen, Texturen und Texturierungstechniken, Grafik-Hardware und APIs (z.B. OpenGL), geometrisches Modellieren und Dreiecksnetze.

Die Studierenden sollen grundlegende Konzepte und Algorithmen der Computergrafik verstehen und anwenden lernen, verschiedene Algorithmen bewerten und für Anwendungen in der Computergrafik einsetzen und implementieren können. Die erworbenen Kenntnisse ermöglichen einen erfolgreichen Besuch weiterführender Veranstaltungen im Vertiefungsgebiet Computergrafik.

## T

**4.25 Teilleistung: Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme [T-MATH-105854]****Verantwortung:** Prof. Dr. Michael Plum**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102883 - Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

## T

## 4.26 Teilleistung: Deep Learning und Neuronale Netze [T-INFO-109124]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Jan Niehues**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** [M-INFO-104460 - Deep Learning und Neuronale Netze](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                            |       |                                                                                                     |                 |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| SS 2024                 | 2400024 | <a href="#">Deep Learning und Neuronale Netze</a>                          | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Niehues         |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                            |       |                                                                                                     |                 |
| SS 2024                 | 7500044 | <a href="#">Deep Learning und Neuronale Netze</a>                          |       |                                                                                                     | Niehues, Waibel |
| SS 2024                 | 7500367 | <a href="#">Deep Learning und Neuronale Netze ... muendl. fuer Erasmus</a> |       |                                                                                                     | Niehues         |
| WS 24/25                | 7500259 | <a href="#">Deep Learning und Neuronale Netze (Nachklausur)</a>            |       |                                                                                                     | Niehues         |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Voraussetzungen**[T-INFO-101383 - Neuronale Netze](#) darf nicht begonnen sein.**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-INFO-101383 - Neuronale Netze](#) darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**

Der vorherige erfolgreiche Abschluss des Stamm-Moduls „Kognitive Systeme“ wird empfohlen.

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

**Deep Learning und Neuronale Netze**2400024, SS 2024, 4 SWS, Sprache: Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)**Vorlesung (V)**  
**Präsenz****Inhalt**

Die Vorlesung hat wie im Modulhandbuch beschrieben 4 SWS und damit 6 ECTS-Punkte.

Die Vorlesung Deep Learning und Neuronale Netze führt ein die Verwendung von Neuronalen Netzen zur Lösung verschiedener Fragestellungen im Bereich des Maschinellen Lernens, etwa der Klassifikation, Prediktion, Steuerung oder Inferenz. Verschiedene Typen von Neuronalen Netzen werden dabei behandelt und ihre Anwendungsgebiete an Hand von Beispielen aufgezeigt.

Lernziele:

- Die Studierenden sollen den Aufbau und die Funktion verschiedener Typen von neuronalen Netzen lernen.
- Die Studierenden sollen die Methoden zum Training der verschiedenen Netze lernen, sowie ihre Anwendung auf Probleme.
- Die Studierenden sollen die Anwendungsgebiete der verschiedener Netztypen erlernen.
- Gegeben ein konkretes Szenario sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, den geeigneten Typs eines neuronalen Netzes auswählen zu können.

## T

## 4.27 Teilleistung: Der Poisson-Prozess [T-MATH-105922]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann  
 Prof. Dr. Daniel Hug  
 Prof. Dr. Günter Last  
 Dr. Franz Nestmann  
 PD Dr. Steffen Winter

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102922 - Der Poisson-Prozess](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 5

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                     |       |               |                |
|-------------------------|---------|-------------------------------------|-------|---------------|----------------|
| SS 2024                 | 0152700 | <a href="#">Der Poisson-Prozess</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) | Nestmann       |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                     |       |               |                |
| SS 2024                 | 7700011 | <a href="#">Der Poisson-Prozess</a> |       |               | Nestmann, Last |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

T

4.28 Teilleistung: Differentialgeometrie [T-MATH-102275]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilderich Tuschmann  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-101317 - Differentialgeometrie](#)

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung schriftlich | 8               | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                              |       |               |                |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------------|-------|---------------|----------------|
| SS 2024                 | 0100300 | <a href="#">Differential Geometry</a>                        | 4 SWS | Vorlesung (V) | Sorcar         |
| SS 2024                 | 0100310 | <a href="#">Tutorial for 0100300 (Differential Geometry)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Kupper, Sorcar |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                              |       |               |                |
| SS 2024                 | 7700033 | <a href="#">Differentialgeometrie - Prüfung</a>              |       |               | Tuschmann      |

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.29 Teilleistung: Diskrete dynamische Systeme [T-MATH-110952]**

**Verantwortung:** PD Dr. Gerd Herzog  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-105432 - Diskrete dynamische Systeme](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 3               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.30 Teilleistung: Dispersive Gleichungen [T-MATH-109001]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-104425 - Dispersive Gleichungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.31 Teilleistung: Dynamische Systeme [T-MATH-106114]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-103080 - Dynamische Systeme](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
keine

## T

## 4.32 Teilleistung: Echtzeitsysteme [T-INFO-101340]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Längle  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** [M-INFO-100803 - Echtzeitsysteme](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Sommersemester

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |        |                                 |       |                            |        |
|-------------------------|--------|---------------------------------|-------|----------------------------|--------|
| SS 2024                 | 24576  | <a href="#">Echtzeitsysteme</a> | 4 SWS | Vorlesung / Übung (VÜ) / ● | Längle |
| Prüfungsveranstaltungen |        |                                 |       |                            |        |
| SS 2024                 | 750002 | <a href="#">Echtzeitsysteme</a> |       |                            | Längle |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO Informatik.

**Voraussetzungen**

Keine.

**Empfehlungen**

Der vorherige Abschluss der Module **Grundbegriffe der Informatik** und **Programmieren** wird empfohlen.

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

**Echtzeitsysteme**

24576, SS 2024, 4 SWS, Sprache: Deutsch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung / Übung (VÜ)**  
**Präsenz**

**Organisatorisches**

Infos - im ILIAS-Portal

**Literaturhinweise**

Heinz Wörn, Uwe Brinkschulte 'Echtzeitsysteme', Springer, 2005, ISBN: 3-540-20588-8

## T

**4.33 Teilleistung: Einführung in aperiodische Ordnung [T-MATH-110811]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Hartnick  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-105331 - Einführung in aperiodische Ordnung](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
keine

## T

**4.34 Teilleistung: Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen [T-MATH-105837]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
 Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
 Prof. Dr. Tobias Jahnke  
 Prof. Dr. Andreas Rieder  
 Prof. Dr. Christian Wieners

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102889 - Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 2

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                                    |       |               |         |
|-------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|---------|
| SS 2024                 | 0165000 | <a href="#">Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen</a>                        | 3 SWS | Vorlesung (V) | Wieners |
| SS 2024                 | 0165010 | <a href="#">Praktikum zu 0165000 (Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen)</a> | 3 SWS | Praktikum (P) | Wieners |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                                    |       |               |         |
| SS 2024                 | 7731415 | <a href="#">Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen</a>                        |       |               | Wieners |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.35 Teilleistung: Einführung in die dynamischen Systeme [T-MATH-113263]**

**Verantwortung:** Dr. Björn de Rijk  
Prof. Dr. Wolfgang Reichel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-106591 - Einführung in die dynamischen Systeme](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

mündliche Prüfung von ca. 30 min

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.36 Teilleistung: Einführung in die geometrische Maßtheorie [T-MATH-105918]**

**Verantwortung:** PD Dr. Steffen Winter  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102949 - Einführung in die geometrische Maßtheorie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.37 Teilleistung: Einführung in die homogene Dynamik [T-MATH-110323]****Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Hartnick**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-105101 - Einführung in die homogene Dynamik](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

keine

## T

## 4.38 Teilleistung: Einführung in die kinetische Theorie [T-MATH-108013]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Martin Frank**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-103919 - Einführung in die kinetische Theorie](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                       |       |                                                                                                     |       |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| WS 24/25                | 0155450 | <a href="#">Introduction to Kinetic Theory</a>                        | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Frank |
| WS 24/25                | 0155460 | <a href="#">Tutorial for 0155450 (Introduction to Kinetic Theory)</a> | 1 SWS | Übung (Ü)                                                                                           | Frank |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                       |       |                                                                                                     |       |
| SS 2024                 | 7700158 | <a href="#">Introduction to Kinetic Theory</a>                        |       |                                                                                                     | Frank |
| WS 24/25                | 7700078 | <a href="#">Introduction to Kinetic Theory</a>                        |       |                                                                                                     | Frank |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

**Introduction to Kinetic Theory**0155450, WS 24/25, 2 SWS, Sprache: Englisch, [im Studierendenportal anzeigen](#)**Vorlesung (V)**  
**Präsenz/Online gemischt****Inhalt**

Kinetische Beschreibungen spielen eine wichtige Rolle in einer Vielzahl physikalischer, biologischer und sogar sozialer Anwendungen, z. B. bei der Beschreibung von Gasen, Strahlung, Bakterien oder Finanzmärkten. In der Regel werden diese Systeme lokal nicht durch eine endliche Menge von Variablen beschrieben, sondern durch eine Wahrscheinlichkeitsdichte, die die Verteilung eines mikroskopischen Zustands beschreibt. Deren Entwicklung wird typischerweise durch eine Integro-Differentialgleichung beschrieben. Leider hat der große Phasenraum, der mit der kinetischen Beschreibung verbunden ist, in der Vergangenheit Simulationen in den meisten Fällen unpraktisch gemacht. Jüngste Fortschritte bei den Computerressourcen, der Modellierung mit reduzierter Ordnung und den numerischen Algorithmen machen jedoch eine genaue Annäherung an kinetische Modelle immer praktikabler, und dieser Trend wird sich in Zukunft fortsetzen. Auf der theoretisch-mathematischen Seite deuten zwei kürzlich erhaltene Fields-Medaillen (Pierre-Louis Lions 1994, Cédric Villani 2010) auf das anhaltende Interesse an diesem Gebiet hin, das bereits Gegenstand von Hilberts sechstem der 23 Probleme war, die auf dem Weltkongress der Mathematiker im Jahr 1900 vorgestellt wurden.

Dieser Kurs gibt eine Einführung in die kinetische Theorie. Unser Ziel ist es, den mathematischen Übergang von einer mikroskopischen Beschreibung eines Systems von Teilchen über eine probabilistische Beschreibung zu einer makroskopischen Betrachtung zu diskutieren. Dies geschieht vollständig für den linearen Fall von Teilchen, die mit einem Hintergrundmedium wechselwirken. Der nichtlineare Fall von paarweise wechselwirkenden Teilchen wird auf einer eher phänomenologischen Ebene behandelt.

In diesem Kurs wird ein extrem breites Spektrum an mathematischen Techniken eingesetzt. Neben der mathematischen Modellierung kommen Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie, gewöhnliche Differentialgleichungen, hyperbolische partielle Differentialgleichungen, Integralgleichungen (und damit Funktionalanalysis) und unendlich-dimensionale Optimierung zum Einsatz. Zu den erstaunlichen Entdeckungen der kinetischen Theorie gehören die statistische Interpretation des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik, die durch den Boltzmann-Grad-Limes induziert wird, und das Ergebnis, dass die makroskopischen Gleichungen, die die Dynamik von Flüssigkeiten und Gasen beschreiben (nämlich die Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen), aus abstrakten geometrischen Eigenschaften von integralen Streuungsoperatoren abgeleitet werden können.

**Organisatorisches**

The course will be offered in flipped classroom format. Flipped classroom means that the lectures will be made available as videos. We will regularly meet for tutorials and discussion sessions.

T

4.39 Teilleistung: Einführung in die Kosmologie [T-PHYS-102384]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Guido Drexlin  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik  
**Bestandteil von:** [M-PHYS-102175 - Einführung in die Kosmologie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                                        |       |                 |                 |
|---------------------|---------|--------------------------------------------------------|-------|-----------------|-----------------|
| WS 24/25            | 4022021 | <a href="#">Introduction to Cosmology</a>              | 2 SWS | Vorlesung (V) / | Drexlin, Lokhov |
| WS 24/25            | 4022022 | <a href="#">Exercises to Introduction to Cosmology</a> | 1 SWS | Übung (Ü) /     | Drexlin, Hinz   |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, x Abgesagt

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.40 Teilleistung: Einführung in die Strömungslehre [T-MATH-111297]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-105650 - Einführung in die Strömungslehre](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 3               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.41 Teilleistung: Einführung in die Strömungsmechanik [T-MATH-112927]****Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Xian Liao**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-106401 - Einführung in die Strömungsmechanik](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Sem.**Version**  
1**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 25 min.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**Folgende Module werden dringend empfohlen: *Funktionalanalysis*

**T****4.42 Teilleistung: Einführung in Partikuläre Strömungen [T-MATH-105911]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102943 - Einführung in Partikuläre Strömungen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
Keine

## T

## 4.43 Teilleistung: Einführung in Python [T-MATH-106119]

**Verantwortung:** Dr. Daniel Weiß  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102994 - Schlüsselqualifikationen](#)

**Teilleistungsart**  
Studienleistung

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
best./nicht best.

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                      |       |               |      |
|-------------------------|---------|--------------------------------------|-------|---------------|------|
| SS 2024                 | 0169000 | <a href="#">Einführung in Python</a> | 1 SWS | Vorlesung (V) | Weiß |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                      |       |               |      |
| SS 2024                 | 7700018 | <a href="#">Einführung in Python</a> |       |               | Weiß |

**Erfolgskontrolle(n)**

Anwesenheitspflicht

**Voraussetzungen**

Keine

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse der Programmierung

**Anmerkungen**

Gesamter Arbeitsaufwand 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden

- Lehrveranstaltung und Bearbeitung von Übungsaufgaben in den Praktika

Selbststudium: 60 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes

- Bearbeitung von Übungsaufgaben

Absolventinnen und Absolventen können

1. mit grundlegenden, Python spezifischen Techniken der Programmierung umgehen.
2. Python-Programme in Hinblick auf Effizienz implementieren und optimieren.
3. naturwissenschaftliche und technische Anwendungen mit graphischer Oberfläche realisieren.

Programmieren mit Python:

1. Laufzeitmodell (Speicherverwaltung)
2. Elementare Datentypen
3. Funktionen, Namensräume
4. Objektorientierung
5. Modularisierung
6. parallele Programmierung
7. Fehlerbehandlung
8. Graphische Oberflächen
9. Wissenschaftliches Rechnen mit Python
10. Iterator- und Generatorkonzept

**T****4.44 Teilleistung: Einführung in Python - Programmierprojekt [T-MATH-111851]**

**Verantwortung:** Dr. Daniel Weiß  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102994 - Schlüsselqualifikationen](#)

**Teilleistungsart**  
Studienleistung

**Leistungspunkte**  
1

**Notenskala**  
best./nicht best.

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Version**  
1

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                           |      |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------------------|------|
| SS 2024                 | 7700121 | <a href="#">Einführung in Python - Programmierprojekt</a> | Weiß |

**Erfolgskontrolle(n)**

Unbenotetes Projekt in Form einer umfangreichen Programmieraufgabe (selbständig in Kleingruppen bis zu drei Studierende)

**Voraussetzungen**

Keine

**Empfehlungen**

Der vorherige Besuch der Veranstaltung "Einführung in Python" wird empfohlen.

**Anmerkungen**

Arbeitsaufwand 30 Stunden

Absolventinnen und Absolventen können

1. im Team die Bearbeitung einer umfangreichen Programmieraufgabe organisieren.
2. spezifische Anforderungen in Form eines Pythonprogramms umsetzen.
3. graphische Oberflächen zur User-Interaktion oder Visualisierung realisieren.

**T****4.45 Teilleistung: Einführung in Stochastische Differentialgleichungen [T-MATH-112234]**

**Verantwortung:** Josef Janák  
Prof. Dr. Mathias Trabs

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-106045 - Einführung in Stochastische Differentialgleichungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen. Das Modul "Finanzmathematik in stetiger Zeit" wird empfohlen.

## T

## 4.46 Teilleistung: Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields [T-ETIT-100640]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Zwick

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

**Bestandteil von:** [M-ETIT-100386 - Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                                           |       |                   |                           |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|---------------------------|
| WS 24/25                | 2308263 | <a href="#">Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields</a>                      | 2 SWS | Vorlesung (V) / ● | Pauli                     |
| WS 24/25                | 2308265 | <a href="#">Exercise for 2308263 Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields</a> | 1 SWS | Übung (Ü) / ●     | Pauli, Giroto de Oliveira |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                                           |       |                   |                           |
| SS 2024                 | 7308263 | <a href="#">Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields</a>                      |       |                   | Pauli                     |
| WS 24/25                | 7308263 | <a href="#">Electromagnetics and Numerical Calculation of Fields</a>                      |       |                   | Pauli                     |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

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

### Voraussetzungen

keine

### Empfehlungen

Grundlagen der Elektromagnetischen Feldtheorie.

T

4.47 Teilleistung: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen [T-PHYS-102577]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon  
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer  
Prof. Dr. Wulf Wulfhekel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102089 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, mit Übungen

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 10              | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                                |       |                                                                                                     |                  |
|---------------------|---------|------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| WS 24/25            | 4021011 | Electronic Properties of Solids I              | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Le Tacon, Willke |
| WS 24/25            | 4021012 | Exercises to Electronic Properties of Solids I | 1 SWS | Übung (Ü) /      | Le Tacon, Willke |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen  
keine

T

4.48 Teilleistung: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen [T-PHYS-102578]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon  
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer  
Prof. Dr. Wulf Wulfhekel

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102090 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern I, ohne Übungen

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                   |       |                                                                                                     |                  |
|---------------------|---------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| WS 24/25            | 4021011 | Electronic Properties of Solids I | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Le Tacon, Willke |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen  
keine

T

4.49 Teilleistung: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen [T-PHYS-104422]

Verantwortung: Prof. Dr. Matthieu Le Tacon  
Dr. Johannes Rotzinger  
Prof. Dr. Alexey Ustinov  
Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102108 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, mit Übungen

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                                           |       |                                                                                                     |                  |
|---------------------|---------|-----------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| SS 2024             | 4021111 | Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II            | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Ustinov          |
| SS 2024             | 4021112 | Übungen zu Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II | 2 SWS | Übung (Ü) /      | Ustinov, Fischer |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen  
keine

**T****4.50 Teilleistung: Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen [T-PHYS-104423]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Matthieu Le Tacon  
 Dr. Johannes Rotzinger  
 Prof. Dr. Alexey Ustinov  
 Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** [M-PHYS-102109 - Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II, ohne Übungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                                                |       |                                                                                                     |         |
|---------------------|---------|----------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| SS 2024             | 4021111 | <a href="#">Elektronische Eigenschaften von Festkörpern II</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Ustinov |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Voraussetzungen**

keine

## T

## 4.51 Teilleistung: Ergodentheorie [T-MATH-113086]

**Verantwortung:** Dr. Gabriele Link  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-106473 - Ergodentheorie](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Unregelmäßig

**Dauer**  
 1 Sem.

**Version**  
 1

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                |      |
|-------------------------|---------|--------------------------------|------|
| SS 2024                 | 7700114 | <a href="#">Ergodentheorie</a> | Link |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 20-30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse in Maßtheorie, Topologie, Geometrie, Gruppentheorie und Funktionalanalysis werden empfohlen.

T

4.52 Teilleistung: Evolutionsgleichungen [T-MATH-105844]

Verantwortung:

Prof. Dr. Dorothee Frey  
apl. Prof. Dr. Peer Kunstmann  
Prof. Dr. Roland Schnaubelt

Einrichtung:

KIT-Fakultät für Mathematik

Bestandteil von:

M-MATH-102872 - Evolutionsgleichungen

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                       |            |
|-------------------------|---------|-----------------------|------------|
| SS 2024                 | 7700118 | Evolutionsgleichungen | Schnaubelt |

Voraussetzungen

Keine

**T****4.53 Teilleistung: Exponentielle Integratoren [T-MATH-107475]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
Prof. Dr. Tobias Jahnke

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-103700 - Exponentielle Integratoren](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.54 Teilleistung: Extremale Graphentheorie [T-MATH-105931]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Maria Aksenovich  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102957 - Extremale Graphentheorie](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
2

**Voraussetzungen**

Keine

## T

## 4.55 Teilleistung: Extremwerttheorie [T-MATH-105908]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102939 - Extremwerttheorie](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 4

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 2

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                        |       |               |                |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------|-------|---------------|----------------|
| SS 2024                 | 0155600 | <a href="#">Extremwerttheorie</a>                      | 2 SWS | Vorlesung (V) | Fasen-Hartmann |
| SS 2024                 | 0155610 | <a href="#">Übungen zu 0155600 (Extremwerttheorie)</a> | 1 SWS | Übung (Ü)     | Fasen-Hartmann |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                        |       |               |                |
| SS 2024                 | 7700100 | <a href="#">Extremwerttheorie (Juli Prüfung)</a>       |       |               | Fasen-Hartmann |
| SS 2024                 | 7700142 | <a href="#">Extremwerttheorie (Prüfung August)</a>     |       |               | Fasen-Hartmann |
| SS 2024                 | 7700143 | <a href="#">Extremwerttheorie (Prüfung September)</a>  |       |               | Fasen-Hartmann |

**Voraussetzungen**  
 Keine

T

4.56 Teilleistung: Finanzmathematik in diskreter Zeit [T-MATH-105839]

Verantwortung: Prof. Dr. Nicole Bäuerle  
Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann  
Prof. Dr. Mathias Trabs

Einrichtung: KIT-Fakultät für Mathematik

Bestandteil von: [M-MATH-102919 - Finanzmathematik in diskreter Zeit](#)

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung schriftlich | 8               | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                         |       |                                                                                                     |                |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| WS 24/25                | 0108400 | <a href="#">Finanzmathematik in diskreter Zeit</a>                      | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Fasen-Hartmann |
| WS 24/25                | 0108500 | <a href="#">Übungen zu 0108400 (Finanzmathematik in diskreter Zeit)</a> | 2 SWS | Übung (Ü) /      | Fasen-Hartmann |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                         |       |                                                                                                     |                |
| WS 24/25                | 7700038 | <a href="#">Finanzmathematik in diskreter Zeit</a>                      |       |                                                                                                     | Fasen-Hartmann |
| WS 24/25                | 7700050 | <a href="#">Finanzmathematik in diskreter Zeit</a>                      |       |                                                                                                     | Fasen-Hartmann |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Erfolgskontrolle(n)

Schriftliche Prüfung im Umfang von ca. 120 Minuten.

Voraussetzungen

keine

Empfehlungen

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen.

## T

## 4.57 Teilleistung: Finanzmathematik in stetiger Zeit [T-MATH-105930]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Nicole Bäuerle  
 Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann  
 Prof. Dr. Mathias Trabs

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102860 - Finanzmathematik in stetiger Zeit](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                       |       |               |                |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------|-------|---------------|----------------|
| SS 2024                 | 0159400 | <a href="#">Continuous Time Finance</a>                               | 4 SWS | Vorlesung (V) | Fasen-Hartmann |
| SS 2024                 | 0159410 | <a href="#">Tutorial for 0159400 (Continuous Time Finance)</a>        | 2 SWS | Übung (Ü)     | Fasen-Hartmann |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                       |       |               |                |
| SS 2024                 | 7700092 | <a href="#">Finanzmathematik in stetiger Zeit (Prüfung Juli)</a>      |       |               | Fasen-Hartmann |
| SS 2024                 | 7700144 | <a href="#">Finanzmathematik in stetiger Zeit (Prüfung August)</a>    |       |               | Fasen-Hartmann |
| SS 2024                 | 7700145 | <a href="#">Finanzmathematik in stetiger Zeit (Prüfung September)</a> |       |               | Fasen-Hartmann |
| SS 2024                 | 7700161 | <a href="#">Finanzmathematik in stetiger Zeit</a>                     |       |               | Fasen-Hartmann |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.58 Teilleistung: Finite Elemente Methoden [T-MATH-105857]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
 Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
 Prof. Dr. Tobias Jahnke  
 TT-Prof. Dr. Roland Maier  
 Prof. Dr. Andreas Rieder  
 Prof. Dr. Christian Wieners

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** **M-MATH-102891 - Finite Elemente Methoden**

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen |         |                                                               |       |               |       |
|---------------------|---------|---------------------------------------------------------------|-------|---------------|-------|
| WS 24/25            | 0110300 | <a href="#">Finite Element Methods</a>                        | 4 SWS | Vorlesung (V) | Maier |
| WS 24/25            | 0110310 | <a href="#">Tutorial for 0110300 (Finite Element Methods)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Maier |

**Voraussetzungen**

Keine

*Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:*

**V****Finite Element Methods**

0110300, WS 24/25, 4 SWS, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**

**Inhalt**

In dieser Vorlesung geht es um die numerische Lösung von Randwertproblemen mithilfe der Finite-Elemente-Methode. Neben grundlegenden Definitionen werden unter anderem Gittergenerierung, Fehlerabschätzungen und die praktische Umsetzung der Methode behandelt.

**T****4.59 Teilleistung: Formale Systeme [T-INFO-101336]****Verantwortung:** Prof. Dr. Bernhard Beckert**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** [M-INFO-100799 - Formale Systeme](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                        |       |                        |                         |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------|-------|------------------------|-------------------------|
| WS 24/25                | 24086   | <a href="#">Formale Systeme</a>                        | 4 SWS | Vorlesung / Übung (VÜ) | Beckert, Ulbrich, Weigl |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                        |       |                        |                         |
| SS 2024                 | 7500009 | <a href="#">Formale Systeme WS 23/24 - Nachklausur</a> |       |                        | Beckert                 |
| WS 24/25                | 7500036 | <a href="#">Formale Systeme</a>                        |       |                        | Beckert                 |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von i.d.R. 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 der SPO.

Zusätzlich werden Zwischentests und Praxisaufgaben angeboten, für die ein Notenbonus von max. 0,4 (entspricht einem Notenschritt) vergeben werden. Der erlangte Notenbonus wird auf eine *bestandene* schriftliche Prüfung (Klausur) im gleichen Semester angerechnet. Danach verfällt der Notenbonus.

**Voraussetzungen**

Keine.

**Empfehlungen**

Der erfolgreiche Abschluss des Moduls Theoretische Grundlagen der Informatik wird empfohlen.

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

**V****Formale Systeme**24086, WS 24/25, 4 SWS, Sprache: Deutsch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)**Vorlesung / Übung (VÜ)**

**Inhalt**

Diese Vorlesung soll die Studierenden einerseits in die Grundlagen der formalen Modellierung und Verifikation einführen und andererseits vermitteln, wie der Transfer von der Theorie zu einer praktisch einsetzbaren Methode betrieben werden kann.

Es wird unterschieden zwischen der Behandlung statischer und dynamischer Aspekte von Informatiksystemen.

- **Statische Modellierung und Verifikation**

Anknüpfend an Vorkenntnisse der Studierenden in der Aussagenlogik, werden Kalküle für die aussagenlogische Deduktion vorgestellt und Beweise für deren Korrektheit und Vollständigkeit besprochen. Es soll den Studierenden vermittelt werden, dass solche Kalküle zwar alle dasselbe Problem lösen, aber unterschiedliche Charakteristiken haben können. Beispiele solcher Kalküle können sein: der Resolutionskalkül, Tableauekalkül, Sequenzen- oder Hilbertkalkül. Weiterhin sollen Kalküle für Teilklassen der Aussagenlogik vorgestellt werden, z.B. für universelle Hornformeln.

Die Brücke zwischen Theorie und Praxis soll geschlagen werden durch die Behandlung von Programmen zur Lösung aussagenlogischer Erfüllbarkeitsprobleme (SAT-solver).

Aufbauend auf den aussagenlogischen Fall werden Syntax, Semantik der Prädikatenlogik eingeführt. Es werden zwei Kalküle behandelt, z.B. Resolutions-, Sequenzen-, Tableau- oder Hilbertkalkül. Wobei in einem Fall ein Beweis der Korrektheit und Vollständigkeit geführt wird.

Die Brücke zwischen Theorie und Praxis soll geschlagen werden durch die Behandlung einer gängigen auf der Prädikatenlogik fußenden Spezifikationssprache, wie z.B. OCL, JML oder ähnliche. Zusätzlich kann auf automatische oder interaktive Beweise eingegangen werden.

- **Dynamische Modellierung und Verifikation**

Als Einstieg in Logiken zur Formalisierung von Eigenschaften dynamischer Systeme werden aussagenlogische Modallogiken betrachtet in Syntax und Semantik (Kripke Strukturen) jedoch ohne Berücksichtigung der Beweistheorie.

Aufbauend auf dem den Studenten vertrauten Konzept endlicher Automaten werden omega-Automaten zur Modellierung nicht terminierender Prozesse eingeführt, z.B. Büchi Automaten oder Müller Automaten. Zu den dabei behandelten Themen gehören insbesondere die Abschlusseigenschaften von Büchi Automaten.

Als Spezialisierung der modalen Logiken wird eine temporale modale Logik in Syntax und Semantik eingeführt, z.B. LTL oder CTL.

Es wird der Zusammenhang hergestellt zwischen Verhaltensbeschreibungen durch omega-Automaten und durch Formeln temporalen Logiken.

Die Brücke zwischen Theorie und Praxis soll geschlagen werden durch die Behandlung eines Modellprüfungsverfahrens (model checking).

**Lernziele:**

Der Studierende soll in die Grundbegriffe der formalen Modellierung und Verifikation von Informatiksystemen eingeführt werden.

Der Studierende soll die grundlegende Definitionen und ihre wechselseitigen Abhängigkeiten verstehen und anwenden lernen.

Der Studierende soll für kleine Beispiele eigenständige Lösungen von Spezifikationsaufgaben finden können, gegebenenfalls mit Unterstützung entsprechender Softwarewerkzeuge.

Der Studierende soll für kleine Beispiele selbständig Verifikationsaufgaben lösen können, gegebenenfalls mit Unterstützung entsprechender Softwarewerkzeuge.

**Literaturhinweise**

Vorlesungsskriptum 'Formale Systeme',  
User manuals oder Bedienungsanleitungen der benutzten Werkzeuge (SAT-solver, Theorembeweiser, Modellprüfungsverfahren (model checker)).

**Weiterführende Literatur**

Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

T

## 4.60 Teilleistung: Fortgeschrittene Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungen [T-MATH-113691]

**Verantwortung:** Dr. Björn de Rijk  
Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-106822 - Fortgeschrittene Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 min.

### Voraussetzungen

Keine

### Empfehlungen

Folgende Module werden empfohlen: Analysis 1-3, Funktionalanalysis, Evolutionsgleichungen.

**T****4.61 Teilleistung: Fourier-Analyse und ihre Anwendungen auf PDG [T-MATH-109850]**

**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Xian Liao  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-104827 - Fourier-Analyse und ihre Anwendungen auf PDG](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 3       |

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.62 Teilleistung: Fraktale Geometrie [T-MATH-111296]**

**Verantwortung:** PD Dr. Steffen Winter  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-105649 - Fraktale Geometrie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
keine

## T

## 4.63 Teilleistung: Funktionalanalysis [T-MATH-102255]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey  
 PD Dr. Gerd Herzog  
 Prof. Dr. Dirk Hundertmark  
 Prof. Dr. Tobias Lamm  
 TT-Prof. Dr. Xian Liao  
 Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
 Prof. Dr. Roland Schnaubelt  
 Dr. rer. nat. Patrick Tolksdorf

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-101320 - Funktionalanalysis](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Wintersemester

**Version**  
 3

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                            |       |                                                                                                     |                         |
|-------------------------|---------|------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| WS 24/25                | 0104800 | <a href="#">Functional Analysis</a>                        | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Reichel                 |
| WS 24/25                | 0104810 | <a href="#">Tutorial for 0104800 (Functional Analysis)</a> | 2 SWS | Übung (Ü) /      | Reichel                 |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                            |       |                                                                                                     |                         |
| SS 2024                 | 7700078 | <a href="#">Funktionalanalysis</a>                         |       |                                                                                                     | Frey, Hundertmark, Liao |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 min).

### Voraussetzungen

keine

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

### Functional Analysis

0104800, WS 24/25, 4 SWS, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**  
**Präsenz**

### Literaturhinweise

- D. Werner: Funktionalanalysis.
- H.W. Alt: Lineare Funktionalanalysis.
- H. Brezis: Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations.
- J.B. Conway: A Course in Functional Analysis.
- M. Reed, B. Simon: Functional Analysis.
- W. Rudin: Functional Analysis.
- A.E. Taylor, D.C. Lay: Introduction to Functional Analysis.
- J. Wloka: Funktionalanalysis und Anwendungen.

## T

## 4.64 Teilleistung: Funktionale Datenanalyse [T-MATH-113102]

**Verantwortung:** Dr. rer. nat. Bruno Ebner  
PD Dr. Bernhard Klar  
Prof. Dr. Mathias Trabs

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-106485 - Funktionale Datenanalyse](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                          |       |
|-------------------------|---------|------------------------------------------|-------|
| SS 2024                 | 7700148 | <a href="#">Funktionale Datenanalyse</a> | Ebner |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (25 min.)

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module "Wahrscheinlichkeitstheorie" und "Mathematische Statistik" werden dringend empfohlen.

## T

## 4.65 Teilleistung: Generalisierte Regressionsmodelle [T-MATH-105870]

**Verantwortung:** Dr. rer. nat. Bruno Ebner  
 Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann  
 PD Dr. Bernhard Klar  
 Prof. Dr. Mathias Trabs

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102906 - Generalisierte Regressionsmodelle](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 4

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 3

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                        |       |               |      |
|-------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|------|
| SS 2024                 | 0161400 | <a href="#">Generalisierte Regressionsmodelle</a>                      | 2 SWS | Vorlesung (V) | Klar |
| SS 2024                 | 0161410 | <a href="#">Übungen zu 0161400 (generalisierte Regressionsmodelle)</a> | 1 SWS | Übung (Ü)     | Klar |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                        |       |               |      |
| SS 2024                 | 7700128 | <a href="#">Generalisierte Regressionsmodelle (Termin 1)</a>           |       |               | Klar |
| SS 2024                 | 7700129 | <a href="#">Generalisierte Regressionsmodelle (Termin 2)</a>           |       |               | Klar |
| WS 24/25                | 7700066 | <a href="#">Generalisierte Regressionsmodelle (Termin 3)</a>           |       |               | Klar |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Das Modul kann nicht zusammen mit der Lehrveranstaltung Statistische Modellierung von allgemeinen Regressionsmodellen [T-WIWI-103065] geprüft werden.

T4.66 Teilleistung: Geometrie der Schemata [T-MATH-105841]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Herrlich  
PD Dr. Stefan Kühnlein

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102866 - Geometrie der Schemata](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                                             |       |               |          |
|---------------------|---------|-------------------------------------------------------------|-------|---------------|----------|
| WS 24/25            | 0102600 | <a href="#">Geometrie der Schemata</a>                      | 4 SWS | Vorlesung (V) | Herrlich |
| WS 24/25            | 0102700 | <a href="#">Übungen zu 0102600 (Geometrie der Schemata)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Herrlich |

**Voraussetzungen**  
Keine

**T****4.67 Teilleistung: Geometrische Analysis [T-MATH-105892]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Lamm  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102923 - Geometrische Analysis](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
1

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

T

4.68 Teilleistung: Geometrische Gruppentheorie [T-MATH-105842]

Verantwortung:

Einrichtung:

Bestandteil von:

Prof. Dr. Frank Herrlich  
Dr. Gabriele Link  
Jun.-Prof. Dr. Claudio Llosa Isenrich  
Prof. Dr. Roman Sauer  
Prof. Dr. Wilderich Tuschmann

KIT-Fakultät für Mathematik

[M-MATH-102867 - Geometrische Gruppentheorie](#)

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung schriftlich | 8               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                               |       |               |                      |
|-------------------------|---------|---------------------------------------------------------------|-------|---------------|----------------------|
| SS 2024                 | 0153300 | <a href="#">Geometric Group Theory</a>                        | 4 SWS | Vorlesung (V) | <a href="#">Link</a> |
| SS 2024                 | 0153310 | <a href="#">Tutorial for 0153300 (Geometric Group Theory)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | <a href="#">Link</a> |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                               |       |               |                      |
| SS 2024                 | 7700149 | <a href="#">Geometrische Gruppentheorie</a>                   |       |               | <a href="#">Link</a> |
| WS 24/25                | 7700112 | <a href="#">Geometrische Gruppentheorie</a>                   |       |               | <a href="#">Link</a> |

Voraussetzungen

Keine

T

4.69 Teilleistung: Geometrische Gruppentheorie II [T-MATH-105875]

Verantwortung: Prof. Dr. Frank Herrlich  
Jun.-Prof. Dr. Claudio Llosa Isenrich  
Prof. Dr. Roman Sauer

Einrichtung: KIT-Fakultät für Mathematik

Bestandteil von: [M-MATH-102869 - Geometrische Gruppentheorie II](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                |                |
|-------------------------|---------|------------------------------------------------|----------------|
| SS 2024                 | 7700136 | <a href="#">Geometrische Gruppentheorie II</a> | Llosa Isenrich |

Voraussetzungen  
Keine

**T****4.70 Teilleistung: Geometrische numerische Integration [T-MATH-105919]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
Prof. Dr. Tobias Jahnke

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102921 - Geometrische numerische Integration](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

## T

## 4.71 Teilleistung: Geometrische Variationsprobleme [T-MATH-113418]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Lamm**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-106667 - Geometrische Variationsprobleme](#)

|                                                      |                             |                                   |                               |                     |
|------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>Teilleistungsart</b><br>Prüfungsleistung mündlich | <b>Leistungspunkte</b><br>8 | <b>Notenskala</b><br>Drittelnoten | <b>Turnus</b><br>Unregelmäßig | <b>Version</b><br>1 |
|------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------|

**Prüfungsveranstaltungen**

|         |         |                                                 |      |
|---------|---------|-------------------------------------------------|------|
| SS 2024 | 7700133 | <a href="#">Geometrische Variationsprobleme</a> | Lamm |
|---------|---------|-------------------------------------------------|------|

**Erfolgskontrolle(n)**

mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.72 Teilleistung: Globale Differentialgeometrie [T-MATH-105885]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilderich Tuschmann  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102912 - Globale Differentialgeometrie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

T

4.73 Teilleistung: Graphentheorie [T-MATH-102273]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Maria Aksenovich  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-101336 - Graphentheorie](#)

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung schriftlich | 8               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 2       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                |            |
|-------------------------|---------|--------------------------------|------------|
| SS 2024                 | 7700087 | <a href="#">Graphentheorie</a> | Aksenovich |

**Voraussetzungen**  
Keine

**T****4.74 Teilleistung: Grenzflächenthermodynamik [T-CIWVT-106100]****Verantwortung:** Prof. Dr. Sabine Enders**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [M-CIWVT-103063 - Grenzflächenthermodynamik](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus****Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |         |                                           |       |                                                                                                     |        |
|---------------------|---------|-------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| SS 2024             | 2250050 | <a href="#">Grenzflächenthermodynamik</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Enders |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.75 Teilleistung: Grundlagen der Kontinuumsmechanik [T-MATH-107044]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Christian Wieners  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-103527 - Grundlagen der Kontinuumsmechanik](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 3               | Drittelnoten | Einmalig | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.76 Teilleistung: Grundlagen der Künstlichen Intelligenz [T-INFO-112194]**

**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Pascal Friederich  
Prof. Dr. Gerhard Neumann

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** [M-INFO-106014 - Grundlagen der Künstlichen Intelligenz](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Version**  
6

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                        |       |                                                                                                              |                              |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| WS 24/25                | 2400158 | <a href="#">Grundlagen der künstlichen Intelligenz</a> | 3 SWS | Vorlesung / Übung (VÜ) /  | Neumann, Schäfer, Friederich |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                        |       |                                                                                                              |                              |
| SS 2024                 | 7500058 | <a href="#">Grundlagen der Künstlichen Intelligenz</a> |       |                                                                                                              | Neumann, Friederich          |
| WS 24/25                | 7500136 | <a href="#">Grundlagen der künstlichen Intelligenz</a> |       |                                                                                                              | Neumann, Schäfer, Friederich |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (90 min) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO erfolgen.

**Voraussetzungen**

Kognitive Systeme darf nicht begonnen sein.

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-INFO-101356 - Kognitive Systeme](#) darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**

LA II

*Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:*

**V****Grundlagen der künstlichen Intelligenz**

2400158, WS 24/25, 3 SWS, Sprache: Deutsch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung / Übung (VÜ)**  
**Präsenz**

**Inhalt**

Dieses Modul behandelt die theoretischen und praktischen Aspekte der künstlichen Intelligenz, incl. Methoden der klassischen KI (Problem Solving & Reasoning), Methoden des maschinellen Lernens (überwacht und unüberwacht), sowie deren Anwendung in den Bereichen computer vision, natural language processing, sowie der Robotik.

**Überblick****Einführung**

- Historischer Überblick und Entwicklungen der KI und des maschinellen Lernens, Erfolge, Komplexität, Einteilung von KI-Methoden und Systemen
- Lineare Algebra, Grundlagen, Lineare Regression

**Teil 1: Problem Solving & Reasoning**

- Problem Solving, Search, Knowledge, Reasoning & Planning
- Symbolische und logikbasierte KI
- Graphische Modelle, Kalman/Bayes Filter, Hidden Markov Models (HMMs), Viterbi
- Markov Decision Processes (MDPs)

**Teil 2: Machine Learning - Grundlagen**

- Klassifikation, Maximum Likelihood, Logistische Regression
- Deep Learning, MLPs, Back-Propagation
- Over/Underfitting, Model Selection, Ensembles
- Unsupervised Learning, Dimensionalitätsreduktion, PCA, (V)AE, k-means clustering
- Density Estimation, Gaussian Mixture models (GMMs), Expectation Maximization (EM)

**Teil 3: Machine Learning - Vertiefung und Anwendung**

- Computer Vision, Convolutions, CNNs
- Natural Language Processing, RNNs, Encoder/Decoder
- Robotik, Reinforcement Learning

**Qualifikations- /****Lernziele:**

- Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der klassischen künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens.
- Die Studierenden verstehen die Algorithmen und Methoden der klassischen KI, und können diese sowohl abstrakt beschreiben als auch praktisch implementieren und anwenden.
- Die Studierenden verstehen die Methoden des maschinellen Lernens und dessen mathematische Grundlagen. Sie kennen Verfahren aus den Bereichen des überwachten und unüberwachten Lernens sowie des bestärkenden Lernens, und können diese praktisch einsetzen.
- Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende Anwendungen von Methoden des maschinellen Lernens in den Bereichen Computer Vision, Natural Language Processing und Robotik.
- Die Studierenden können dieses Wissen auf neue Anwendungen übertragen, sowie verschiedene Methoden analysieren und vergleichen.

**Leistungspunkte/****ECTS: 5 ECTS****Als Pflichtvorlesung im BA (neue PO 2022): 5 ECTS****Erfolgskontrollen:**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (90 min) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO erfolgen.

**Arbeitsaufwand****2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung**

8 Stunden Arbeitsaufwand pro Woche, plus 30 Stunden Klausurvorbereitung: 150 Stunden

**Organisatorisches**

Montag: Vorlesung

Freitag: Übung

T

4.77 Teilleistung: Grundlagen der Nanotechnologie I [T-PHYS-102529]

**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Gernot Goll  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik  
**Bestandteil von:** [M-PHYS-102097 - Grundlagen der Nanotechnologie I](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                            |       |                                                                                                     |      |
|---------------------|---------|--------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| WS 24/25            | 4021041 | <a href="#">Basics of Nanotechnology I</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Goll |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.78 Teilleistung: Grundlagen der Nanotechnologie II [T-PHYS-102531]****Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Gernot Goll**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-102100 - Grundlagen der Nanotechnologie II](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Drittelnoten**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |         |                                             |       |                                                                                                     |      |
|---------------------|---------|---------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| SS 2024             | 4021151 | <a href="#">Basics of Nanotechnology II</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Goll |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

keine

## T

## 4.79 Teilleistung: Grundlagen der Verbrennungstechnik [T-CIWVT-106104]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik

**Bestandteil von:** [M-CIWVT-103069 - Grundlagen der Verbrennungstechnik](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                       |       |                   |                           |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|---------------------------|
| WS 24/25                | 2232010 | <a href="#">Grundlagen der Verbrennungstechnik</a>                    | 2 SWS | Vorlesung (V) / ● | Trimis                    |
| WS 24/25                | 2232011 | <a href="#">Übungen zu 2232010 Grundlagen der Verbrennungstechnik</a> | 1 SWS | Übung (Ü) / ●     | Trimis, und Mitarbeitende |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                       |       |                   |                           |
| SS 2024                 | 7231201 | <a href="#">Grundlagen der Verbrennungstechnik</a>                    |       |                   | Trimis                    |
| WS 24/25                | 7231201 | <a href="#">Grundlagen der Verbrennungstechnik</a>                    |       |                   | Trimis                    |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

### Voraussetzungen

Keine

**T****4.80 Teilleistung: Grundlagenseminar Begleitstudium Wissenschaft,  
Technologie und Gesellschaft - Selbstverbuchung [T-FORUM-113579]**

**Verantwortung:** Dr. Christine Mielke  
Christine Myglas

**Einrichtung:** Zentrale Einrichtungen/Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM)

**Bestandteil von:** [M-FORUM-106753 - Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft](#)

| Teilleistungsart<br>Studienleistung | Leistungspunkte<br>2 | Notenskala<br>best./nicht best. | Turnus<br>Jedes Sommersemester | Dauer<br>1 Sem. | Version<br>1 |
|-------------------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------|
|-------------------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------|

**Erfolgskontrolle(n)**

Studienleistung in Form eines Referats oder einer Haus- oder Projektarbeit in der gewählten Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**

Keine

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**

Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)
- FORUM (ehem. ZAK) Begleitstudium

**Empfehlungen**

Es wird empfohlen, das Grundlagenseminar im gleichen Semester wie die Ringvorlesung „Wissenschaft in der Gesellschaft“ zu absolvieren.

Falls ein Besuch von Ringvorlesung und Grundlagenseminar im gleichen Semester nicht möglich ist, kann das Grundlagenseminar auch in Semestern vor der Ringvorlesung besucht werden.

Der Besuch von Veranstaltungen in der Vertiefungseinheit vor dem Besuch des Grundlagenseminars sollte jedoch vermieden werden.

**T****4.81 Teilleistung: Gruppenwirkungen in der Riemannschen Geometrie [T-MATH-105925]****Verantwortung:** Prof. Dr. Wilderich Tuschmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102954 - Gruppenwirkungen in der Riemannschen Geometrie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 5               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.82 Teilleistung: Halbgruppentheorie für die Navier-Stokes-Gleichungen [T-MATH-113415]****Verantwortung:** Dr. rer. nat. Patrick Tolksdorf**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-106663 - Halbgruppentheorie für die Navier-Stokes-Gleichungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                      |           |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| SS 2024                 | 7700156 | <a href="#">Halbgruppentheorie für die Navier-Stokes-Gleichungen</a> | Tolksdorf |

**Erfolgskontrolle(n)**

mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 min

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.83 Teilleistung: Harmonische Analysis [T-MATH-111289]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey  
apl. Prof. Dr. Peer Kunstmann  
Prof. Dr. Roland Schnaubelt  
Dr. rer. nat. Patrick Tolksdorf

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-105324 - Harmonische Analysis](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

## T

## 4.84 Teilleistung: Harmonische Analysis 2 [T-MATH-113103]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey  
apl. Prof. Dr. Peer Kunstmann  
Dr. rer. nat. Patrick Tolksdorf

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-106486 - Harmonische Analysis 2](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                        |           |
|-------------------------|---------|----------------------------------------|-----------|
| SS 2024                 | 7700115 | <a href="#">Harmonische Analysis 2</a> | Kunstmann |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Empfehlungen**

Folgende Module werden dringend empfohlen: "Harmonische Analysis", "Funktionalanalysis".

## T

## 4.85 Teilleistung: Hochtemperatur-Verfahrenstechnik [T-CIWVT-106109]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Dieter Stapf**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [M-CIWVT-103075 - Hochtemperatur-Verfahrenstechnik](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                                     |       |                                                                                                     |                             |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| SS 2024                 | 2232210 | <a href="#">Hochtemperaturverfahrenstechnik</a>                                     | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Stapf                       |
| SS 2024                 | 2232211 | <a href="#">Übung zu 2232210</a><br><a href="#">Hochtemperaturverfahrenstechnik</a> | 1 SWS | Übung (Ü) /      | Stapf, und<br>Mitarbeitende |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                                     |       |                                                                                                     |                             |
| SS 2024                 | 7231001 | <a href="#">Hochtemperatur-Verfahrenstechnik</a>                                    |       |                                                                                                     | Stapf                       |
| WS 24/25                | 7231001 | <a href="#">Hochtemperatur-Verfahrenstechnik</a>                                    |       |                                                                                                     | Stapf                       |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.86 Teilleistung: Homotopietheorie [T-MATH-105933]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roman Sauer  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102959 - Homotopietheorie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**  
Keine

## T

## 4.87 Teilleistung: Informationssicherheit [T-INFO-112195]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Hannes Hartenstein  
Prof. Dr. Thorsten Strufe

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** [M-INFO-106015 - Informationssicherheit](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Version**  
2

| Lehrveranstaltungen     |         |                                        |       |                        |                                                |
|-------------------------|---------|----------------------------------------|-------|------------------------|------------------------------------------------|
| SS 2024                 | 2400199 | <a href="#">Informationssicherheit</a> | 3 SWS | Vorlesung / Übung (VÜ) | Müller-Quade, Strufe, Hartenstein, Wressnegger |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                        |       |                        |                                                |
| SS 2024                 | 7500028 | <a href="#">Informationssicherheit</a> |       |                        | Müller-Quade, Wressnegger, Strufe              |
| SS 2024                 | 7500302 | <a href="#">Informationssicherheit</a> |       |                        | Strufe, Hartenstein                            |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (im Umfang von 90 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-INFO-101371 - Sicherheit](#) darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**

Vorkenntnisse aus **Theoretische Grundlagen der Informatik** und Betriebssysteme werden dringend empfohlen.

T4.88 Teilleistung: Integralgleichungen [T-MATH-105834]

**Verantwortung:** PD Dr. Tilo Arens  
Prof. Dr. Roland Griesmaier  
PD Dr. Frank Hettlich

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102874 - Integralgleichungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                          |       |           |          |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------|-------|-----------|----------|
| SS 2024                 | 0160510 | <a href="#">Übungen zu 0160500 (Integralgleichungen)</a> | 2 SWS | Übung (Ü) | Hettlich |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                          |       |           |          |
| SS 2024                 | 7700146 | <a href="#">Integralgleichungen</a>                      |       |           | Hettlich |

**Voraussetzungen**  
Keine

## T

## 4.89 Teilleistung: Internetseminar für Evolutionsgleichungen [T-MATH-105890]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey  
 apl. Prof. Dr. Peer Kunstmann  
 Prof. Dr. Roland Schnaubelt  
 Dr. rer. nat. Patrick Tolksdorf

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102918 - Internetseminar für Evolutionsgleichungen](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen |         |                                                           |       |                   |                                        |
|---------------------|---------|-----------------------------------------------------------|-------|-------------------|----------------------------------------|
| WS 24/25            | 0105000 | <a href="#">Internetseminar für Evolutionsgleichungen</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) / ● | Schnaubelt, Kunstmann, Frey, Tolksdorf |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.90 Teilleistung: Introduction to Convex Integration [T-MATH-112119]****Verantwortung:** Dr. Christian Zillinger**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-105964 - Introduction to Convex Integration](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Sem.**Version**  
1**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Die Module "Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen" und "Funktionalanalysis" werden empfohlen.

**T****4.91 Teilleistung: Introduction to Kinetic Equations [T-MATH-111721]****Verantwortung:** Dr. Christian Zillinger**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-105837 - Introduction to Kinetic Equations](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Sem.**Version**  
1**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Das Modul "Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen" sollte belegt worden sein.

**T****4.92 Teilleistung: Introduction to Microlocal Analysis [T-MATH-111722]****Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Xian Liao**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-105838 - Introduction to Microlocal Analysis](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Sem.**Version**  
1**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein: "Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen" und "Funktionalanalysis"

T

4.93 Teilleistung: Inverse Probleme [T-MATH-105835]

Verantwortung:

PD Dr. Tilo Arens  
Prof. Dr. Roland Griesmaier  
PD Dr. Frank Hettlich  
Prof. Dr. Andreas Rieder

Einrichtung:

KIT-Fakultät für Mathematik

Bestandteil von:

M-MATH-102890 - Inverse Probleme

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                       |       |                                                                                                     |        |
|---------------------|---------|---------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| WS 24/25            | 0105100 | Inverse Probleme                      | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Rieder |
| WS 24/25            | 0105110 | Übungen zu 0105100 (Inverse Probleme) | 2 SWS | Übung (Ü) /      | Rieder |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen

Keine

## T

## 4.94 Teilleistung: IT-Sicherheit [T-INFO-112818]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Jörn Müller-Quade  
TT-Prof. Dr. Christian Wressnegger

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** [M-INFO-106315 - IT-Sicherheit](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Version**  
2

| Lehrveranstaltungen     |         |                               |       |                            |                                                |
|-------------------------|---------|-------------------------------|-------|----------------------------|------------------------------------------------|
| WS 24/25                | 2400010 | <a href="#">IT-Sicherheit</a> | 4 SWS | Vorlesung / Übung (VÜ) / ● | Müller-Quade, Wressnegger, Martin, Tiepelt     |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                               |       |                            |                                                |
| SS 2024                 | 7500024 | <a href="#">IT-Sicherheit</a> |       |                            | Wressnegger, Müller-Quade, Strufe, Hartenstein |

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (im Umfang von 90 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

### Voraussetzungen

Keine.

### Empfehlungen

Der Stoff der Pflichtvorlesung Informationssicherheit soll bekannt sein.

## T

## 4.95 Teilleistung: Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen [T-MATH-105832]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey  
 Prof. Dr. Dirk Hundertmark  
 Prof. Dr. Tobias Lamm  
 Prof. Dr. Michael Plum  
 Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
 Prof. Dr. Roland Schnaubelt

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102870 - Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                                                |       |               |                                      |
|-------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|--------------------------------------|
| WS 24/25                | 0105300 | <a href="#">Klassische Methoden für partiellen Differentialgleichungen</a>                     | 4 SWS | Vorlesung (V) | Zillinger                            |
| WS 24/25                | 0105310 | <a href="#">Übungen zu 0105300 (klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Zillinger                            |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                                                |       |               |                                      |
| SS 2024                 | 7700052 | <a href="#">Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen</a>                      |       |               | Reichel, Liao, Hundertmark, Lewintan |

### Voraussetzungen

Keine

## T

**4.96 Teilleistung: Kognitive Systeme [T-INFO-101356]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Gerhard Neumann  
Prof. Dr. Alexander Waibel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** **M-INFO-100819 - Kognitive Systeme**

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6               | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                    |  |         |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------|--|---------|
| SS 2024                 | 7500304 | <b>Grundlagen der künstlichen Intelligenz mit Extra Leistungen</b> |  | Neumann |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 der SPO.

Durch die Bearbeitung von Übungsblättern kann zusätzlich ein Notenbonus von max. 0,4 Punkte (entspricht einem Notenschritt) erreicht werden. Dieser Bonus ist nur gültig für eine Prüfung im gleichen Semester.

**Voraussetzungen**

Keine.

**Empfehlungen**

- Einfache Programmierkenntnisse (für die Übungen)
- Kenntnisse in der Programmierung von Python. Die Grundlagen werden aber am Anfang der Vorlesung kurz wiederholt sodass man sich diese Kenntnisse auch noch für diese Vorlesung aneignen kann.
- Gute mathematische Grundkenntnisse

**Anmerkungen**

**Diese Lehrveranstaltung wird nicht mehr angeboten.**

**Bis Ende des WS23/24 werden die Prüfungen (inkl. Wiederholungsversuche) wie folgt angeboten:**

- **Kognitive Systeme mit den alten Inhalten Prüfung > Letztmalig 18.09.23**
- **GKI + Zusatzleistungen Prüfung > Letztmalig im WS23/24**

Die Stammmodule Kognitive Systeme und Sicherheit werden ab WS 2022 / 2023 nicht mehr angeboten. Übergangsweise können alle Studierenden der SPO 15 die neuen Pflichtmodule *Grundlagen der künstlichen Intelligenz* und *Informationssicherheit* als Stammmodule (mit 6 statt 5 ECTS) belegen. Um die Pflichtmodule als Stammmodule anzuerkennen, müssen Studierende 1 bis 2 Kapitel mehr belegen und bekommen voraussichtlich 1 bis 2 Aufgaben mehr in der Klausur.

T4.97 Teilleistung: Kombinatorik [T-MATH-105916]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Maria Aksenovich  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102950 - Kombinatorik](#)

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus            | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|-------------------|---------|
| Prüfungsleistung schriftlich | 8               | Drittelnoten | siehe Anmerkungen | 3       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                      |       |               |            |
|-------------------------|---------|------------------------------------------------------|-------|---------------|------------|
| SS 2024                 | 0150300 | <a href="#">Combinatorics</a>                        | 4 SWS | Vorlesung (V) | Aksenovich |
| SS 2024                 | 0150310 | <a href="#">Tutorial for 0150300 (Combinatorics)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Liu        |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                      |       |               |            |
| SS 2024                 | 7700085 | <a href="#">Kombinatorik</a>                         |       |               | Aksenovich |

**Voraussetzungen**  
Keine

**Anmerkungen**  
Der Kurs wird jedes zweite Jahr angeboten.

**T****4.98 Teilleistung: Komplexe Analysis [T-MATH-105849]**

**Verantwortung:** PD Dr. Gerd Herzog  
Prof. Dr. Michael Plum  
Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
Prof. Dr. Roland Schnaubelt  
Dr. rer. nat. Patrick Tolksdorf

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102878 - Komplexe Analysis](#)

| Teilleistungsart          |
|---------------------------|
| Prüfungsleistung mündlich |

| Leistungspunkte |
|-----------------|
| 8               |

| Notenskala   |
|--------------|
| Drittelnoten |

| Version |
|---------|
| 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.99 Teilleistung: Komplexe Geometrie [T-MATH-113614]****Verantwortung:** Jun.-Prof. Dr. Claudio Llosa Isenrich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-106776 - Komplexe Geometrie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

mündliche Prüfung (ca. 30 min)

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.100 Teilleistung: Konvexe Geometrie [T-MATH-105831]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Daniel Hug  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102864 - Konvexe Geometrie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**  
Keine

T4.101 Teilleistung: Kurven auf Flächen [T-MATH-113364]

**Verantwortung:** Dr. Elia Fioravanti  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-106632 - Kurven auf Flächen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 3               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                    |            |
|-------------------------|---------|------------------------------------|------------|
| SS 2024                 | 7700153 | <a href="#">Kurven auf Flächen</a> | Fioravanti |
| SS 2024                 | 7700162 | <a href="#">Kurven auf Flächen</a> | Fioravanti |

**Erfolgskontrolle(n)**  
mündliche Prüfung (ca. 20-30 min)

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.102 Teilleistung: L2-Invarianten [T-MATH-105924]**

**Verantwortung:** Dr. Holger Kammeyer  
Prof. Dr. Roman Sauer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102952 - L2-Invarianten](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 5               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**  
Keine

**T****4.103 Teilleistung: Lie Gruppen und Lie Algebren [T-MATH-108799]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Hartnick  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-104261 - Lie Gruppen und Lie Algebren](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
Keine

**T****4.104 Teilleistung: Lie-Algebren (Lineare Algebra 3) [T-MATH-111723]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-105839 - Lie-Algebren \(Lineare Algebra 3\)](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer  | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1 Sem. | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von 30 Minuten Dauer.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Sichere Kenntnisse der Linearen Algebra werden dringend empfohlen. Querbezüge zu den Vorlesungen Elementare Geometrie und Einführung in Algebra und Zahlentheorie sowie zur Theoretischen Physik werden in der Vorlesung erwähnt, sind aber zum Verständnis des Moduls nicht erforderlich und auch nicht prüfungsrelevant.

**T****4.105 Teilleistung: Logical Foundations of Cyber-Physical Systems [T-INFO-112360]****Verantwortung:** Prof. Dr. André Platzer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** [M-INFO-106102 - Logical Foundations of Cyber-Physical Systems](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Version**  
3

| Lehrveranstaltungen |         |                                                               |       |                                                                                                     |         |
|---------------------|---------|---------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| WS 24/25            | 2400161 | <a href="#">Logical Foundations of Cyber-Physical Systems</a> | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Platzer |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Erfolgskontrolle(n)**

The assessment is usually carried out as a written examination (§ 4 Abs. 2 No. 1 SPO) lasting 120 minutes.

A bonus can be earned by successful participation in the exercises. In order to receive a bonus, you must earn 50% of the points for solving the exercises in the first half and 50% of the points in the second half. 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).

**Voraussetzungen**

Keine.

**Empfehlungen**

The course assumes prior exposure to basic computer programming and mathematical reasoning. This course covers the basic required mathematical and logical background of cyber-physical systems. You will be expected to follow the textbook as needed: André Platzer. Logical Foundations of Cyber-Physical Systems. Springer 2018. DOI:10.1007/978-3-319-63588-0

**Anmerkungen**Course web page: <https://lfcps.org/course/lfcps.html>

*Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:*

**V****Logical Foundations of Cyber-Physical Systems**2400161, WS 24/25, 4 SWS, Sprache: Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)**Vorlesung (V)**  
**Präsenz****Inhalt**

**Please sign up to Moodle :** <http://i34-gpu01.informatik.kit.edu/>

Cyber-physical systems (CPSs) combine cyber capabilities (computation and/or communication) with physical capabilities (motion or other physical processes). Cars, aircraft, and robots are prime examples, because they move physically in space in a way that is determined by discrete computerized control algorithms. Designing these algorithms to control CPSs is challenging due to their tight coupling with physical behavior. At the same time, it is vital that these algorithms be correct, since we rely on CPSs for safety-critical tasks like keeping aircraft from colliding. In this course we will strive to answer the fundamental question posed by Jeannette Wing: "How can we provide people with cyber-physical systems they can bet their lives on?"

This course will give you the required skills to formally analyze the CPSs that are all around us -- from power plants to pace makers and everything in between -- so that when you contribute to the design of a CPS, you are able to understand important safety-critical aspects and feel confident designing and analyzing system models. It will provide an excellent foundation for students who seek industry positions and for students interested in pursuing research.

**Organisatorisches**

The lectures will be English unless everyone prefers German. English videos, slides, and a textbook are available for most lectures.

**Literaturhinweise**

André Platzer. [Logical Foundations of Cyber-Physical Systems](#). Springer, Cham, 2018. DOI:10.1007/978-3-319-63588-0

**T****4.106 Teilleistung: Lokalisierung mobiler Agenten [T-INFO-101377]**

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** [M-INFO-100840 - Lokalisierung mobiler Agenten](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                               |       |                                                                                                     |                  |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| SS 2024                 | 24613   | <a href="#">Lokalisierung mobiler Agenten</a> | 3 SWS | Vorlesung (V) /  | Hanebeck, Frisch |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                               |       |                                                                                                     |                  |
| SS 2024                 | 7500004 | <a href="#">Lokalisierung mobiler Agenten</a> |       |                                                                                                     | Hanebeck         |
| WS 24/25                | 7500020 | <a href="#">Lokalisierung mobiler Agenten</a> |       |                                                                                                     | Hanebeck         |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

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.

**Voraussetzungen**

Keine.

**Empfehlungen**

Grundlegende Kenntnisse der linearen Algebra und Stochastik sind hilfreich.

*Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:*

**V****Lokalisierung mobiler Agenten**

24613, SS 2024, 3 SWS, Sprache: Deutsch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**  
**Präsenz**

**Inhalt**

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 Kartografierung (SLAM), welche eine Lokalisierung auch bei teilweise unbekannter Landmarkenlage gestattet.

**Organisatorisches**

Prüfungsterminvorschläge und das Verfahren dazu sind auf der Webseite der Vorlesung zu finden.

**Literaturhinweise**

Grundlegende Kenntnisse der linearen Algebra und Stochastik sind hilfreich.

**T****4.107 Teilleistung: Markovsche Entscheidungsprozesse [T-MATH-105921]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Nicole Bäuerle  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102907 - Markovsche Entscheidungsprozesse](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.108 Teilleistung: Masterarbeit [T-MATH-105878]**

**Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102917 - Modul Masterarbeit](#)

**Teilleistungsart**  
Abschlussarbeit

**Leistungspunkte**  
30

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

**Voraussetzungen**

Keine

**Abschlussarbeit**

Bei dieser Teilleistung handelt es sich um eine Abschlussarbeit. Es sind folgende Fristen zur Bearbeitung hinterlegt:

**Bearbeitungszeit** 6 Monate  
**Maximale Verlängerungsfrist** 3 Monate  
**Korrekturfrist** 8 Wochen

**T****4.109 Teilleistung: Mathematische Methoden der Bildgebung [T-MATH-106488]****Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Rieder**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-103260 - Mathematische Methoden der Bildgebung](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
5**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                            |       |               |        |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|--------|
| SS 2024                 | 0102900 | <a href="#">Mathematische Methoden der Bildgebung</a>                      | 2 SWS | Vorlesung (V) | Rieder |
| SS 2024                 | 0102910 | <a href="#">Übungen zu 0102900 (mathematische Methoden der Bildgebung)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Rieder |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                            |       |               |        |
| SS 2024                 | 7700091 | <a href="#">Mathematische Methoden der Bildgebung</a>                      |       |               | Rieder |

**Voraussetzungen**

Keine

**Anmerkungen**

neu ab SS 2017

**T****4.110 Teilleistung: Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung  
[T-MATH-105862]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Rieder  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102897 - Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.111 Teilleistung: Mathematische Modellierung und Simulation in der Praxis  
[T-MATH-105889]****Verantwortung:** PD Dr. Gudrun Thäter**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102929 - Mathematische Modellierung und Simulation in der Praxis](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | 2       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.112 Teilleistung: Mathematische Statistik [T-MATH-105872]**

**Verantwortung:** Dr. rer. nat. Bruno Ebner  
 Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann  
 PD Dr. Bernhard Klar  
 Prof. Dr. Mathias Trabs

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102909 - Mathematische Statistik](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 2

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                         |                |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------|----------------|
| SS 2024                 | 7700112 | <a href="#">Mathematische Statistik</a> | Fasen-Hartmann |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module "Wahrscheinlichkeitstheorie" und "Statistik" werden dringend empfohlen.

**T****4.113 Teilleistung: Mathematische Themen in der kinetischen Theorie [T-MATH-108403]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dirk Hundertmark  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-104059 - Mathematische Themen in der kinetischen Theorie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
keine

T

4.114 Teilleistung: Matrixfunktionen [T-MATH-105906]

Verantwortung: PD Dr. Volker Grimm

Einrichtung: KIT-Fakultät für Mathematik

Bestandteil von: [M-MATH-102937 - Matrixfunktionen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |       |                                  |       |
|-------------------------|-------|----------------------------------|-------|
| SS 2024                 | 00054 | <a href="#">Matrixfunktionen</a> | Grimm |
| WS 24/25                | 00017 | <a href="#">Matrixfunktionen</a> | Grimm |

Voraussetzungen

Keine

**T****4.115 Teilleistung: Maxwellgleichungen [T-MATH-105856]**

**Verantwortung:** PD Dr. Tilo Arens  
Prof. Dr. Roland Griesmaier  
PD Dr. Frank Hettlich

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102885 - Maxwellgleichungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.116 Teilleistung: Medical Imaging Technology [T-ETIT-113625]**

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Maria Francesca Spadea  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
**Bestandteil von:** [M-ETIT-106778 - Medical Imaging Technology](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Version**  
1

**Erfolgskontrolle(n)**

The examination takes place in form of a written examination lasting 90 minutes. The course grade is the grade of the written exam.

**Voraussetzungen**

none

## T

## 4.117 Teilleistung: Medical Imaging Technology II [T-ETIT-113421]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Maria Francesca Spadea

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

**Bestandteil von:** [M-ETIT-106670 - Medical Imaging Technology II](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                               |               |                                                                                                     |               |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| SS 2024                 | 2305262 | <a href="#">Medical Imaging Technology II</a> | 2 SWS         | Vorlesung (V) /  | Spadea, Arndt |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                               |               |                                                                                                     |               |
| SS 2024                 | 7305262 | <a href="#">Medical Imaging Technology II</a> | Spadea, Arndt |                                                                                                     |               |
| WS 24/25                | 7305262 | <a href="#">Medical Imaging Technology II</a> | Spadea        |                                                                                                     |               |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

The examination takes place in form of a written examination lasting 90 minutes. The course grade is the grade of the written exam.

### Voraussetzungen

none

**T****4.118 Teilleistung: Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren [T-MATH-105863]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Christian Wieners  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102898 - Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**  
keine

**Empfehlungen**  
Finite Elemente Methoden sollten bereits belegt worden sein.

**T****4.119 Teilleistung: Metrische Geometrie [T-MATH-111933]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Alexander Lytchak  
Dr. Artem Nepechiy

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-105931 - Metrische Geometrie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (ca. 20 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse in mengentheoretischer Topologie, elementarer Geometrie und Fundamentalgruppen, wie etwa im Modul "M-MATH-103152 - Elementare Geometrie" vermittelt, werden empfohlen.

T

4.120 Teilleistung: Minimalflächen [T-MATH-113417]

**Verantwortung:** Dr. Peter Lewintan  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-106666 - Minimalflächen](#)

|                                                      |                             |                                   |                               |                        |                     |
|------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------|
| <b>Teilleistungsart</b><br>Prüfungsleistung mündlich | <b>Leistungspunkte</b><br>3 | <b>Notenskala</b><br>Drittelnoten | <b>Turnus</b><br>Unregelmäßig | <b>Dauer</b><br>1 Sem. | <b>Version</b><br>1 |
|------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------|

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                |          |
|-------------------------|---------|--------------------------------|----------|
| SS 2024                 | 7700110 | <a href="#">Minimalflächen</a> | Lewintan |

**Voraussetzungen**  
Keine

**T****4.121 Teilleistung: Modelle der Mathematischen Physik [T-MATH-105846]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dirk Hundertmark  
Prof. Dr. Michael Plum  
Prof. Dr. Wolfgang Reichel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102875 - Modelle der Mathematischen Physik](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

T

4.122 Teilleistung: Modellierung und Simulation von Lithium-Ionen Batterien [T-MATH-113382]

Verantwortung: Prof. Dr. Willy Dörfler

Einrichtung: KIT-Fakultät für Mathematik

Bestandteil von: [M-MATH-106640 - Modellierung und Simulation von Lithium-Ionen Batterien](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                         |       |               |         |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|---------|
| SS 2024                 | 0166150 | <a href="#">Modelling and Simulation of Li-Ion Batteries</a>            | 2 SWS | Vorlesung (V) | Dörfler |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                         |       |               |         |
| SS 2024                 | 7700155 | <a href="#">Modellierung und Simulation von Lithium-Ionen Batterien</a> |       |               | Dörfler |

Erfolgskontrolle(n)

mündliche Prüfung (ca. 20 min)

Voraussetzungen

Keine

## T

## 4.123 Teilleistung: Moderne Experimentalphysik I, Atome, Kerne und Moleküle [T-PHYS-112846]

**Verantwortung:** Studiendekan Physik

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** [M-PHYS-106331 - Moderne Experimentalphysik I, Atome, Kerne und Moleküle](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |         |                                                                         |       |                                                                                                     |              |
|---------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| SS 2024             | 4010041 | <a href="#">Moderne Experimentalphysik I, Atome, Kerne und Moleküle</a> | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Müller       |
| SS 2024             | 4010042 | <a href="#">Übungen zu Moderne Experimentalphysik I</a>                 | 2 SWS | Übung (Ü) /      | Müller, Hinz |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

Mündliche Prüfung, ca. 45 min

### Voraussetzungen

erfolgreiche Übungsteilnahme

### Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

**T****4.124 Teilleistung: Moderne Experimentalphysik II, Struktur der Materie [T-PHYS-112847]****Verantwortung:** Studiendekan Physik**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik**Bestandteil von:** [M-PHYS-106332 - Moderne Experimentalphysik II, Struktur der Materie](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |         |                                                                      |       |                                                                                                     |                                          |
|---------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| WS 24/25            | 4010051 | <a href="#">Moderne Experimentalphysik II (Struktur der Materie)</a> | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Klute, Ustinov                           |
| WS 24/25            | 4010052 | <a href="#">Übungen zu Moderne Experimentalphysik II</a>             | 2 SWS | Übung (Ü) /      | Klute, Ustinov, von den Driesch, Fischer |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung, ca. 45 min

**Voraussetzungen**

erfolgreiche Übungsteilnahme

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

**T****4.125 Teilleistung: Modulformen [T-MATH-105843]**

**Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102868 - Modulformen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
Keine

T

4.126 Teilleistung: Monotoniemethoden in der Analysis [T-MATH-105877]

Verantwortung:

Einrichtung:

Bestandteil von:

PD Dr. Gerd Herzog

KIT-Fakultät für Mathematik

M-MATH-102887 - Monotoniemethoden in der Analysis

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 3               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                   |       |               |        |
|---------------------|---------|-----------------------------------|-------|---------------|--------|
| WS 24/25            | 0106100 | Monotoniemethoden in der Analysis | 2 SWS | Vorlesung (V) | Herzog |

Voraussetzungen

Keine

## T

## 4.127 Teilleistung: Mustererkennung [T-INFO-101362]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer  
Tim Zander

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** [M-INFO-100825 - Mustererkennung](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Version**  
2

| Lehrveranstaltungen     |         |                                 |       |                                                                                                              |         |
|-------------------------|---------|---------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| SS 2024                 | 24675   | <a href="#">Mustererkennung</a> | 4 SWS | Vorlesung / Übung (VÜ) /  | Beyerer |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                 |       |                                                                                                              |         |
| SS 2024                 | 7500032 | <a href="#">Mustererkennung</a> |       |                                                                                                              | Beyerer |
| WS 24/25                | 7500111 | <a href="#">Mustererkennung</a> |       |                                                                                                              | Beyerer |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (im Umfang von i.d.R. 60 Minuten) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Abhängig von der Teilnehmerzahl wird sechs Wochen vor der Prüfungsleistung angekündigt (§ 6 Abs. 3 SPO), ob die Erfolgskontrolle

- in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO **oder**
- in Form einer schriftlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO

stattfindet.

### Voraussetzungen

Keine.

### Empfehlungen

Kenntnisse der Grundlagen der Stochastik, Signal- und Bildverarbeitung sind hilfreich.

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

### Mustererkennung

24675, SS 2024, 4 SWS, Sprache: Deutsch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung / Übung (VÜ)**  
**Präsenz**

### Organisatorisches

Vorlesung: montags 15:45 bis 16:30 Uhr und mittwochs 14:00 bis 15:30 Uhr

Übung: montags 16:30 bis 17:15 Uhr

### Literaturhinweise

#### Weiterführende Literatur

- Richard O. Duda, Peter E. Hart, Stork G. David. Pattern Classification. Wiley-Interscience, second edition, 2001
- K. Fukunaga. Introduction to Statistical Pattern Recognition. Academic Press, second edition, 1997
- R. Hoffman. Signalanalyse und -erkennung. Springer, 1998
- H. Niemann. Pattern analysis and understanding. Springer, second edition, 1990
- J. Schürmann. Pattern classification. Wiley & Sons, 1996
- S. Theodoridis, K. Koutroumbas. Pattern recognition. London: Academic, 2003
- V. N. Vapnik. The nature of statistical learning theory. Springer, second edition, 2000

## T

## 4.128 Teilleistung: Neuronale Netze [T-INFO-101383]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Alexander Waibel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** [M-INFO-100846 - Neuronale Netze](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Sommersemester

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                            |       |                                                                                                     |                 |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| SS 2024                 | 2400024 | <a href="#">Deep Learning und Neuronale Netze</a>                          | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Niehues         |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                            |       |                                                                                                     |                 |
| SS 2024                 | 7500044 | <a href="#">Deep Learning und Neuronale Netze</a>                          |       |                                                                                                     | Niehues, Waibel |
| SS 2024                 | 7500367 | <a href="#">Deep Learning und Neuronale Netze ... muendl. fuer Erasmus</a> |       |                                                                                                     | Niehues         |
| WS 24/25                | 7500259 | <a href="#">Deep Learning und Neuronale Netze (Nachklausur)</a>            |       |                                                                                                     | Niehues         |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

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.

### Voraussetzungen

Keine.

### Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-INFO-109124 - Deep Learning und Neuronale Netze](#) darf nicht begonnen worden sein.

### Empfehlungen

Der vorherige, erfolgreiche Abschluss des Stammoduls *Kognitive Systeme* wird empfohlen.

### Anmerkungen

Auslaufend ab WS18/19.

Titeländerung > Wird ersetzt durch **Deep Learning und Neuronale Netze** M-INFO-104460/T-INFO-109124.

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

### Deep Learning und Neuronale Netze

2400024, SS 2024, 4 SWS, Sprache: Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**  
**Präsenz**

**Inhalt**

Die Vorlesung hat wie im Modulhandbuch beschrieben 4 SWS und damit 6 ECTS-Punkte.

Die Vorlesung Deep Learning und Neuronale Netze führt ein die Verwendung von Neuronalen Netzen zur Lösung verschiedener Fragestellungen im Bereich des Maschinellen Lernens, etwa der Klassifikation, Prediktion, Steuerung oder Inferenz. Verschiedene Typen von Neuronalen Netzen werden dabei behandelt und ihre Anwendungsgebiete an Hand von Beispielen aufgezeigt.

Lernziele:

- Die Studierenden sollen den Aufbau und die Funktion verschiedener Typen von neuronalen Netzen lernen.
- Die Studierenden sollen die Methoden zum Training der verschiedenen Netze lernen, sowie ihre Anwendung auf Probleme.
- Die Studierenden sollen die Anwendungsgebiete der verschiedener Netztypen erlernen.
- Gegeben ein konkretes Szenario sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, den geeigneten Typs eines neuronalen Netzes auswählen zu können.

**T****4.129 Teilleistung: Nichtlineare Analysis [T-MATH-107065]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Lamm  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-103539 - Nichtlineare Analysis](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
keine

T

4.130 Teilleistung: Nichtlineare Evolutionsgleichungen [T-MATH-105848]

Verantwortung: Prof. Dr. Dorothee Frey  
Prof. Dr. Roland Schnaubelt

Einrichtung: KIT-Fakultät für Mathematik

Bestandteil von: [M-MATH-102877 - Nichtlineare Evolutionsgleichungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                    |       |               |            |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------|-------|---------------|------------|
| SS 2024                 | 0156500 | <a href="#">Nonlinear Evolution Equations</a>      | 4 SWS | Vorlesung (V) | Schnaubelt |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                    |       |               |            |
| SS 2024                 | 7700150 | <a href="#">Nichtlineare Evolutionsgleichungen</a> |       |               | Schnaubelt |
| WS 24/25                | 7700150 | <a href="#">Nichtlineare Evolutionsgleichungen</a> |       |               | Schnaubelt |

Voraussetzungen

Keine

**T****4.131 Teilleistung: Nichtlineare Funktionalanalysis [T-MATH-105876]**

**Verantwortung:** PD Dr. Gerd Herzog  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102886 - Nichtlineare Funktionalanalysis](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
Keine

## T

## 4.132 Teilleistung: Nichtlineare Maxwellgleichungen [T-MATH-110283]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Schnaubelt  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-105066 - Nichtlineare Maxwellgleichungen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
keine

## T

## 4.133 Teilleistung: Nichtlineare Regelungssysteme [T-ETIT-100980]

**Verantwortung:** Dr.-Ing. Mathias Kluwe**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**Bestandteil von:** [M-ETIT-100371 - Nichtlineare Regelungssysteme](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                               |       |                                                                                                     |       |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| SS 2024                 | 2303173 | <a href="#">Nichtlineare Regelungssysteme</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Kluwe |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                               |       |                                                                                                     |       |
| SS 2024                 | 7303173 | <a href="#">Nichtlineare Regelungssysteme</a> | Kluwe |                                                                                                     |       |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten über die Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Die Kenntnis der Inhalte des Moduls M-ETIT-100374 (Regelung linearer Mehrgrößensysteme) ist sehr zu empfehlen, da die dort im Linearen behandelten Grundlagen insbesondere für die Synthese hilfreich sind.

**T****4.134 Teilleistung: Nichtlineare Wellengleichungen [T-MATH-110806]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
Prof. Dr. Roland Schnaubelt

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-105326 - Nichtlineare Wellengleichungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.135 Teilleistung: Nichtparametrische Statistik [T-MATH-105873]**

**Verantwortung:** Dr. rer. nat. Bruno Ebner  
Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann  
PD Dr. Bernhard Klar  
Prof. Dr. Mathias Trabs

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102910 - Nichtparametrische Statistik](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | 2       |

**Erfolgskontrolle(n)**

mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten

**T****4.136 Teilleistung: Numerische Analysis für Helmholtzprobleme [T-MATH-111514]****Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Barbara Verfürth**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-105764 - Numerische Analysis für Helmholtzprobleme](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer  | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 3               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1 Sem. | 1       |

## T

**4.137 Teilleistung: Numerische Analysis von Neuronalen Netzen [T-MATH-113470]**

**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Roland Maier  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-106695 - Numerische Analysis von Neuronalen Netzen](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 1

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                                                                            |       |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| SS 2024                 | 7700151 | <a href="#">Numerische Analysis von Neuronalen Netzen (examination on August 7 to 9)</a>                                   | Maier |
| SS 2024                 | 7700152 | <a href="#">Numerische Analysis von Neuronalen Netzen (examination on September 18) NEW: September 17 is also possible</a> | Maier |
| WS 24/25                | 7700152 | <a href="#">Numerische Analysis von Neuronalen Netzen (examination on November 18)</a>                                     | Maier |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.138 Teilleistung: Numerische komplexe Analysis [T-MATH-112280]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-106063 - Numerische komplexe Analysis](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer  | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1 Sem. | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung im Umfang von ca 20 Minuten

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse in Funktionentheorie werden dringend empfohlen.

**T****4.139 Teilleistung: Numerische Lineare Algebra für das wissenschaftliche  
Rechnen auf Hochleistungsrechnern [T-MATH-107497]****Verantwortung:** Prof. Dr. Hartwig Anzt**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-103709 - Numerische Lineare Algebra für das wissenschaftliche Rechnen auf Hochleistungsrechnern](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung anderer Art**Leistungspunkte**  
5**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Version**  
2**Voraussetzungen**

keine

## T

**4.140 Teilleistung: Numerische Methoden für Differentialgleichungen [T-MATH-105836]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
 Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
 Prof. Dr. Tobias Jahnke  
 Prof. Dr. Andreas Rieder  
 Prof. Dr. Christian Wieners

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102888 - Numerische Methoden für Differentialgleichungen](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 3

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                                      |       |                                                                                                     |           |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| WS 24/25                | 0110700 | <a href="#">Numerische Methoden für Differentialgleichungen</a>                      | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Hochbruck |
| WS 24/25                | 0110800 | <a href="#">Übungen zu 0110700 (numerische Methoden für Differentialgleichungen)</a> | 2 SWS | Übung (Ü) /      | Hochbruck |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                                      |       |                                                                                                     |           |
| SS 2024                 | 00020   | <a href="#">Numerische Methoden für Differentialgleichungen</a>                      |       |                                                                                                     | Wieners   |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.141 Teilleistung: Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen [T-MATH-105900]****Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102915 - Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.142 Teilleistung: Numerische Methoden für Integralgleichungen [T-MATH-105901]**

**Verantwortung:** PD Dr. Tilo Arens  
PD Dr. Frank Hettlich

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102930 - Numerische Methoden für Integralgleichungen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |         |                                                                                 |       |               |          |
|---------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|----------|
| SS 2024             | 0160500 | <a href="#">Integralgleichungen</a>                                             | 4 SWS | Vorlesung (V) | Hettlich |
| WS 24/25            | 0112600 | <a href="#">Numerical Methods for Integral Equations</a>                        | 4 SWS | Vorlesung (V) | Arens    |
| WS 24/25            | 0112610 | <a href="#">Tutorial for 0112600 (Numerical Methods for Integral Equations)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Arens    |

**Voraussetzungen**

Keine

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

**V****Numerical Methods for Integral Equations**

0112600, WS 24/25, 4 SWS, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**

**Inhalt**

In dieser Vorlesung werden wir eine Reihe von numerischen Methoden zur Lösung von Integralgleichungen, wie das Nyström-Verfahren, die Kollokations- und die Galerkin-Methode kennenlernen. Die Vorlesung wird von einem Praktikum begleitet, in dem die Methoden implementiert und ausprobiert werden.

**T**

## 4.143 Teilleistung: Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen [T-MATH-105899]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
Prof. Dr. Tobias Jahnke

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102928 - Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.144 Teilleistung: Numerische Methoden in der Elektrodynamik [T-MATH-105860]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
Prof. Dr. Tobias Jahnke  
Prof. Dr. Andreas Rieder  
Prof. Dr. Christian Wieners

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102894 - Numerische Methoden in der Elektrodynamik](#)

| Teilleistungsart          |
|---------------------------|
| Prüfungsleistung mündlich |

| Leistungspunkte |
|-----------------|
| 6               |

| Notenskala   |
|--------------|
| Drittelnoten |

| Version |
|---------|
| 1       |

**Voraussetzungen**

keine

## T

**4.145 Teilleistung: Numerische Methoden in der Finanzmathematik [T-MATH-105865]****Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Jahnke**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102901 - Numerische Methoden in der Finanzmathematik](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Drittelnoten**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |         |                                                                                   |       |               |              |
|---------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|--------------|
| WS 24/25            | 0107800 | <a href="#">Numerical methods in mathematical finance</a>                         | 4 SWS | Vorlesung (V) | Jahnke       |
| WS 24/25            | 0107900 | <a href="#">Tutorial for 0107800 (numerical methods for mathematical finance)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Jahnke, Kirn |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.146 Teilleistung: Numerische Methoden in der Strömungsmechanik [T-MATH-105902]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
PD Dr. Gudrun Thäter

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102932 - Numerische Methoden in der Strömungsmechanik](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                              |       |               |         |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------------|-------|---------------|---------|
| SS 2024                 | 0161600 | <a href="#">Numerical Methods in Fluidmechanics</a>          | 2 SWS | Vorlesung (V) | Dörfler |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                              |       |               |         |
| SS 2024                 | 7700154 | <a href="#">Numerische Methoden in der Strömungsmechanik</a> |       |               | Dörfler |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.147 Teilleistung: Numerische Optimierungsmethoden [T-MATH-105858]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Willy Dörfler  
Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
Prof. Dr. Tobias Jahnke  
Prof. Dr. Andreas Rieder  
Prof. Dr. Christian Wieners

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102892 - Numerische Optimierungsmethoden](#)

| Teilleistungsart          |
|---------------------------|
| Prüfungsleistung mündlich |

| Leistungspunkte |
|-----------------|
| 8               |

| Notenskala   |
|--------------|
| Drittelnoten |

| Version |
|---------|
| 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.148 Teilleistung: Numerische Simulation in der Moleküldynamik [T-MATH-110807]****Verantwortung:** PD Dr. Volker Grimm**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-105327 - Numerische Simulation in der Moleküldynamik](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

keine

## T

## 4.149 Teilleistung: Numerische Strömungssimulation [T-CIWVT-106035]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Hermann Nirschl  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik  
**Bestandteil von:** [M-CIWVT-103072 - Numerische Strömungssimulation](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Semester

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                                        |       |                   |                            |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|----------------------------|
| WS 24/25                | 2245020 | <a href="#">Numerische Strömungssimulation</a>                                         | 2 SWS | Vorlesung (V) / ● | Nirschl, und Mitarbeitende |
| WS 24/25                | 2245021 | <a href="#">Übungen zu 2245020 Numerische Strömungssimulation (in kleinen Gruppen)</a> | 1 SWS | Übung (Ü) / ●     | Nirschl, und Mitarbeitende |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                                        |       |                   |                            |
| SS 2024                 | 7291932 | <a href="#">Numerische Strömungssimulation</a>                                         |       |                   | Nirschl                    |
| WS 24/25                | 7291020 | <a href="#">Numerische Strömungssimulation</a>                                         |       |                   | Nirschl                    |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von 90 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.150 Teilleistung: Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen [T-MATH-105920]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
Prof. Dr. Tobias Jahnke

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102931 - Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

**Voraussetzungen**

Keine

## T

## 4.151 Teilleistung: Numerische Verfahren für oszillatorische Differentialgleichungen [T-MATH-113437]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Jahnke

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-106682 - Numerische Verfahren für oszillatorische Differentialgleichungen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                                  |        |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| SS 2024                 | 7700159 | <a href="#">Numerische Verfahren für oszillatorische Differentialgleichungen</a> | Jahnke |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

keine

**T****4.152 Teilleistung: Operatorfunktionen [T-MATH-105905]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102936 - Operatorfunktionen](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Drittelnoten**Version**  
1**Voraussetzungen**

Keine

## T

## 4.153 Teilleistung: Optical Waveguides and Fibers [T-ETIT-101945]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Christian Koos  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
**Bestandteil von:** M-ETIT-100506 - Optical Waveguides and Fibers

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 4

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Wintersemester

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                    |       |                   |                 |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------|-------|-------------------|-----------------|
| WS 24/25                | 2309464 | Optical Waveguides and Fibers                      | 2 SWS | Vorlesung (V) / ● | Koos, N.N., Bao |
| WS 24/25                | 2309465 | Tutorial for 2309464 Optical Waveguides and Fibers | 1 SWS | Übung (Ü) / ●     | Koos, N.N.      |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                    |       |                   |                 |
| SS 2024                 | 7309464 | Optical Waveguides and Fibers                      |       |                   | Koos            |
| WS 24/25                | 7309464 | Optical Waveguides and Fibers                      |       |                   | Koos            |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

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

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Kenntnisse in folgenden Bereichen: Elemente der Wellenausbreitung, Physik des pn-Übergangs.

**Anmerkungen**

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Allerdings gibt es ein Bonus-System, das auf den Problem-Sets basiert, die in den Tutorials gelöst werden: Im Laufe des Tutorials werden ohne vorherige Ankündigung 3 Problem-Sets gesammelt und benotet. Wenn für jeden dieser Problem-Sets mehr als 70% der Aufgaben richtig gelöst sind, wird ein Bonus von 0,3 Noten auf die Abschlussnote der mündlichen Prüfung gewährt.

## T

## 4.154 Teilleistung: Optimale Regelung und Schätzung [T-ETIT-104594]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann

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

**Bestandteil von:** [M-ETIT-102310 - Optimale Regelung und Schätzung](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                 |       |                                                                                                     |       |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| SS 2024                 | 2303162 | <a href="#">Optimale Regelung und Schätzung</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Kluwe |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                 |       |                                                                                                     |       |
| SS 2024                 | 7303162 | <a href="#">Optimale Regelung und Schätzung</a> |       |                                                                                                     | Kluwe |
| WS 24/25                | 7303162 | <a href="#">Optimale Regelung und Schätzung</a> |       |                                                                                                     | Kluwe |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

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

### Voraussetzungen

keine

### Empfehlungen

Kenntnisse über die Inhalte der Module M-ETIT-100531 (Optimization of Dynamic Systems) sowie M-ETIT-100374 (Regelung linearer Mehrgrößensysteme) sind dringend zu empfehlen, da das Modul auf deren Ergebnissen aufbaut.

## T

## 4.155 Teilleistung: Optimierung in Banachräumen [T-MATH-105893]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Griesmaier  
PD Dr. Frank Hettlich

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102924 - Optimierung in Banachräumen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 5               | Drittelnoten | 2       |

**Erfolgskontrolle(n)**

mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Erwünscht sind grundlegende Kenntnisse zur endlichdimensionalen Optimierungstheorie und aus der Funktionalanalysis.

**T****4.156 Teilleistung: Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen [T-MATH-105864]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102899 - Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Drittelnoten**Version**  
1**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

## T

## 4.157 Teilleistung: Optimization of Dynamic Systems [T-ETIT-100685]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann

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

**Bestandteil von:** [M-ETIT-100531 - Optimization of Dynamic Systems](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                     |         |                                                                                                     |         |
|-------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| WS 24/25                | 2303183 | <a href="#">Optimization of Dynamic Systems</a>                     | 2 SWS   | Vorlesung (V) /  | Hohmann |
| WS 24/25                | 2303185 | <a href="#">Übungen zu 2303183 Optimization of Dynamic Systems</a>  | 1 SWS   | Übung (Ü) /      | Hess    |
| WS 24/25                | 2303851 | <a href="#">Tutorien zu 2303183 Optimization of Dynamic Systems</a> | 1 SWS   | Tutorium (Tu) /  | Hess    |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                     |         |                                                                                                     |         |
| SS 2024                 | 7303183 | <a href="#">Optimization of Dynamic Systems</a>                     | Hohmann |                                                                                                     |         |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

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

### Voraussetzungen

keine

**T****4.158 Teilleistung: Paralleles Rechnen [T-MATH-102271]**

**Verantwortung:** PD Dr. Mathias Krause  
Prof. Dr. Christian Wieners

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-101338 - Paralleles Rechnen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |         |                                    |       |               |                 |
|---------------------|---------|------------------------------------|-------|---------------|-----------------|
| WS 24/25            | 0100055 | <a href="#">Parallel Computing</a> | 3 SWS | Vorlesung (V) | Krause, Simonis |

**Voraussetzungen**  
keine

*Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:*

**V****Parallel Computing**

0100055, WS 24/25, 3 SWS, Sprache: Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**

**Inhalt**

Moderne Computerhardware ist massiv und heterogen parallel. Nur parallele Algorithmen ermöglichen es uns, die exponentiell wachsende Rechenleistung zu nutzen. Daher ist das parallele Rechnen das vorherrschende Paradigma zur Durchführung von Simulationen realistischer Phänomene in den Wirtschafts-, Natur- und Ingenieurwissenschaften. Neue physikalische Erkenntnisse, Referenzsimulationen oder groß angelegte Vorhersagen lassen sich daher nur mit hocheffizienten, massiv parallelen Algorithmen erreichen.

In diesem Kurs werden folgende Themen behandelt:

- Parallele Programmiermodelle
- Paralleles Lösen linearer Gleichungssysteme
- Parallele Finite Differenzen, Finite Elemente, Finite Volumen, Lattice Boltzmann Methoden
- Methoden der Gebietszerlegung
- Matrix-Matrix und Matrix-Vektor-Operationen
- Konvergenz- und parallele Leistungsanalyse
- Strategien der Lastverteilung
- Anwendungen aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften

**T****4.159 Teilleistung: Perkolation [T-MATH-105869]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Daniel Hug  
Prof. Dr. Günter Last  
PD Dr. Steffen Winter

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102905 - Perkolation](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 5               | Drittelnoten | 2       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

## T

## 4.160 Teilleistung: Physical Foundations of Cryogenics [T-CIWVT-106103]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik

**Bestandteil von:** [M-CIWVT-103068 - Physical Foundations of Cryogenics](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                |       |                   |          |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------|-------|-------------------|----------|
| SS 2024                 | 2250130 | <a href="#">Physical Foundations of Cryogenics</a>             | 2 SWS | Vorlesung (V) / ● | Grohmann |
| SS 2024                 | 2250131 | <a href="#">Physical Foundations of Cryogenics - Exercises</a> | 1 SWS | Übung (Ü) / ●     | Grohmann |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                |       |                   |          |
| SS 2024                 | 7200203 | <a href="#">Physical Foundations of Cryogenics</a>             |       |                   | Grohmann |
| WS 24/25                | 7250130 | <a href="#">Physical Foundations of Cryogenics</a>             |       |                   | Grohmann |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

### Erfolgskontrolle(n)

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

### Voraussetzungen

Keine

**T****4.161 Teilleistung: Potentialtheorie [T-MATH-105850]**

**Verantwortung:** PD Dr. Tilo Arens  
Prof. Dr. Roland Griesmaier  
PD Dr. Frank Hettlich  
Prof. Dr. Wolfgang Reichel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102879 - Potentialtheorie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

## T

## 4.162 Teilleistung: Prozessmodellierung in der Aufarbeitung [T-CIWVT-106101]

**Verantwortung:** apl. Prof. Dr. Matthias Franzreb**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [M-CIWVT-103066 - Prozessmodellierung in der Aufarbeitung](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                   |       |                   |          |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|----------|
| SS 2024                 | 2214110 | <a href="#">Prozessmodellierung in der Bioproduktaufarbeitung</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) / ● | Franzreb |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                   |       |                   |          |
| SS 2024                 | 7223015 | <a href="#">Prozessmodellierung in der Aufarbeitung</a>           |       |                   | Franzreb |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung

**Voraussetzungen**

Keine

## T

## 4.163 Teilleistung: Quantifizierung von Unsicherheiten [T-MATH-108399]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Martin Frank**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-104054 - Quantifizierung von Unsicherheiten](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
4**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                   |       |               |       |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------|-------|---------------|-------|
| SS 2024                 | 0164400 | <a href="#">Uncertainty Quantification</a>                        | 2 SWS | Vorlesung (V) | Frank |
| SS 2024                 | 0164410 | <a href="#">Tutorial for 0164400 (Uncertainty quantification)</a> | 1 SWS | Übung (Ü)     | Frank |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                   |       |               |       |
| SS 2024                 | 7700045 | <a href="#">Uncertainty Quantification</a>                        |       |               | Frank |

**Voraussetzungen**

keine

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

**Uncertainty Quantification**0164400, SS 2024, 2 SWS, Sprache: Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)**Vorlesung (V)****Inhalt**

"There are known knowns; there are things we know we know. We also know there are known unknowns; that is to say we know there are some things we do not know. But there are also unknown unknowns – there are things we do not know we don't know." (Donald Rumsfeld)

In this class, we learn to deal with the known unknowns, a field called Uncertainty Quantification (UQ). We particularly focus on the propagation of uncertainties (e.g. unknown data, unknown initial or boundary conditions) through models (mostly differential equations) and leave other important questions of UQ (especially inference) aside. Given uncertain input, how uncertain is the output? The uncertainties are modeled as random variables, and thus the solutions of the equations become random variables themselves.

Thus we summarize the necessary foundations of probability theory, with a focus on modeling correlated and uncorrelated random vectors. Furthermore, we will see that every uncertain parameter becomes a dimension in the problem. We are thus quickly led to high-dimensional problems. Standard numerical methods suffer from the so-called curse of dimensionality, i.e. to reach a certain accuracy one needs excessively many model evaluations. Thus we study the fundamentals of approximation theory.

The first part of the course ("how to do it") gives an overview on techniques that are used. Among these are:

- Sensitivity analysis
- Monte-Carlo methods
- Spectral expansions
- Stochastic Galerkin method
- Collocation methods, sparse grids

The second part of the course ("why to do it like this") deals with the theoretical foundations of these methods. The so-called "curse of dimensionality" leads us to questions from approximation theory. We look back at the very standard numerical algorithms of interpolation and quadrature, and ask how they perform in many dimensions.

**Organisatorisches**

The course will be offered in flipped classroom format. This means that the lectures will be made available as videos; students will also have lecture notes. We meet in presence for the tutorials, and there will also be office hours.

**Literaturhinweise**

- R.C. Smith: Uncertainty Quantification: Theory, Implementation, and Applications, SIAM, 2014.
- T.J. Sullivan: Introduction to Uncertainty Quantification, Springer-Verlag, 2015.
- D. Xiu: Numerical Methods for Stochastic Computations, Princeton University Press, 2010.
- O.P. Le Maître, O.M. Knio: Spectral Methods for Uncertainty Quantification, Springer-Verlag, 2010.
- R. Ghanem, D. Higdon, H. Owhadi: Handbook of Uncertainty Quantification, Springer-Verlag, 2017.

## T

## 4.164 Teilleistung: Rand- und Eigenwertprobleme [T-MATH-105833]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey  
 Prof. Dr. Dirk Hundertmark  
 Prof. Dr. Tobias Lamm  
 Prof. Dr. Michael Plum  
 Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
 Prof. Dr. Roland Schnaubelt

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102871 - Rand- und Eigenwertprobleme](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                         |       |               |                                            |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|--------------------------------------------|
| SS 2024                 | 0157500 | <a href="#">Boundary and Eigenvalue Problems</a>                        | 4 SWS | Vorlesung (V) | Lewintan                                   |
| SS 2024                 | 0157510 | <a href="#">Tutorial for 0157500 (Boundary and Eigenvalue Problems)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Lewintan                                   |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                         |       |               |                                            |
| SS 2024                 | 7700062 | <a href="#">Rand- und Eigenwertprobleme</a>                             |       |               | Reichel, Liao, Lamm, Hundertmark, Lewintan |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.165 Teilleistung: Randelementmethoden [T-MATH-109851]**

**Verantwortung:** PD Dr. Tilo Arens  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-103540 - Randelementmethoden](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.166 Teilleistung: Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen [T-MATH-105847]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Michael Plum  
Prof. Dr. Wolfgang Reichel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102876 - Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.167 Teilleistung: Raum- und Zeitdiskretisierung nichtlinearer Wellengleichungen [T-MATH-112120]****Verantwortung:** Prof. Dr. Marlis Hochbruck**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-105966 - Raum- und Zeitdiskretisierung nichtlinearer Wellengleichungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer  | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1 Sem. | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse über partielle Differentialgleichungen sowie die Inhalte der Module

[M-MATH-102888 - Numerische Methoden für Differentialgleichungen](#) und [M-MATH-102891 - Finite Elemente Methoden](#) werden dringend empfohlen. Kenntnisse in Funktionalanalysis werden ebenfalls empfohlen.

## T

## 4.168 Teilleistung: Räumliche Stochastik [T-MATH-105867]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Daniel Hug  
Prof. Dr. Günter Last  
PD Dr. Steffen Winter

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102903 - Räumliche Stochastik](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                                            |       |               |     |
|---------------------|---------|------------------------------------------------------------|-------|---------------|-----|
| WS 24/25            | 0105600 | <a href="#">Spatial Stochastics</a>                        | 4 SWS | Vorlesung (V) | Hug |
| WS 24/25            | 0105610 | <a href="#">Tutorial for 0105600 (Spatial Stochastics)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Hug |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

**Spatial Stochastics**

0105600, WS 24/25, 4 SWS, Sprache: Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**

**Inhalt**

Qualifikationsziele:

Die Studierenden kennen grundlegende räumliche stochastische Prozesse. Dabei verstehen sie nicht nur allgemeine Verteilungseigenschaften, sondern können auch konkrete Modelle (Poissonscher Prozess, Gaußsche Zufallsfelder) beschreiben und anwenden. Sie können ferner selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt:

Zufällige Mengen  
Punktprozesse  
Zufällige Maße  
Palmsche Verteilungen  
Zufällige Felder  
Gaußsche Felder  
Spektraltheorie zufälliger Felder  
Räumlicher Ergodensatz

**Literaturhinweise**

Skriptum/Lectures Notes

## T

## 4.169 Teilleistung: Rechnerstrukturen [T-INFO-101355]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Karl  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** [M-INFO-100818 - Rechnerstrukturen](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Sommersemester

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                   |       |                   |      |
|-------------------------|---------|-----------------------------------|-------|-------------------|------|
| SS 2024                 | 2424570 | <a href="#">Rechnerstrukturen</a> | 3 SWS | Vorlesung (V) / ● | Karl |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                   |       |                   |      |
| SS 2024                 | 7500190 | <a href="#">Rechnerstrukturen</a> |       |                   | Karl |

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Voraussetzungen**

Keine

**Empfehlungen**

Der vorherige Abschluss des Moduls *Technische Informatik* wird empfohlen.

T

4.170 Teilleistung: Regularität für elliptische Operatoren [T-MATH-113472]

Verantwortung: apl. Prof. Dr. Peer Kunstmann

Einrichtung: KIT-Fakultät für Mathematik

Bestandteil von: [M-MATH-106696 - Regularität für elliptische Operatoren](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                        |           |               |           |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------|-----------|---------------|-----------|
| SS 2024                 | 0156850 | <a href="#">Regularity for Elliptic Operators</a>      | 3 SWS     | Vorlesung (V) | Kunstmann |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                        |           |               |           |
| SS 2024                 | 7700130 | <a href="#">Regularität für elliptische Operatoren</a> | Kunstmann |               |           |

Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

Voraussetzungen

keine

**T****4.171 Teilleistung: Riemannsche Flächen [T-MATH-113081]****Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Herrlich**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-106466 - Riemannsche Flächen](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
8**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Sem.**Version**  
1**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.172 Teilleistung: Ringvorlesung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft - Selbstverbuchung [T-FORUM-113578]**

**Verantwortung:** Dr. Christine Mielke  
Christine Myglas

**Einrichtung:** Zentrale Einrichtungen/Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM)

**Bestandteil von:** [M-FORUM-106753 - Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft](#)

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala        | Turnus               | Dauer  | Version |
|------------------|-----------------|-------------------|----------------------|--------|---------|
| Studienleistung  | 2               | best./nicht best. | Jedes Sommersemester | 1 Sem. | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Aktive Teilnahme, ggfs. Lernprotokolle

**Voraussetzungen**

Keine

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**

Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)
- FORUM (ehem. ZAK) Begleitstudium

**Empfehlungen**

Empfohlen wird das Absolvieren der Ringvorlesung "Wissenschaft in der Gesellschaft" vor dem Besuch von Veranstaltungen im Vertiefungsmodul und parallel zum Besuch des Grundlagenseminars.

Falls ein Besuch von Ringvorlesung und Grundlagenseminar im gleichen Semester nicht möglich ist, kann die Ringvorlesung auch nach dem Besuch des Grundlagenseminars besucht werden.

Der Besuch von Veranstaltungen in der Vertiefungseinheit vor dem Besuch der Ringvorlesung sollte jedoch vermieden werden.

**Anmerkungen**

Die Grundlageneinheit besteht aus der Ringvorlesung „Wissenschaft in der Gesellschaft“ und dem Grundlagenseminar.

Die Ringvorlesung wird jeweils nur im Sommersemester angeboten.

Das Grundlagenseminar kann im Sommer- oder im Wintersemester besucht werden.

**T****4.173 Teilleistung: Robotik I - Einführung in die Robotik [T-INFO-108014]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** [M-INFO-100893 - Robotik I - Einführung in die Robotik](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Version**  
2

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                       |  |                                                                                                     |        |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| WS 24/25                | 2424152 | <a href="#">Robotik I - Einführung in die Robotik</a> |  | Vorlesung (V) /  | Asfour |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                       |  |                                                                                                     |        |
| SS 2024                 | 7500218 | <a href="#">Robotik I - Einführung in die Robotik</a> |  |                                                                                                     | Asfour |
| WS 24/25                | 7500106 | <a href="#">Robotik I - Einführung in die Robotik</a> |  |                                                                                                     | Asfour |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 120 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO Informatik.

**Voraussetzungen**

Keine.

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

**V****Robotik I - Einführung in die Robotik**2424152, WS 24/25, SWS, Sprache: Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)**Vorlesung (V)**  
**Präsenz**

**Inhalt**

Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über die Grundlagen der Robotik am Beispiel von Industrierobotern, Service-Robotern und autonomen humanoiden Robotern. Dabei wird ein Einblick in alle relevanten Themenbereiche gegeben. Dies umfasst Methoden und Algorithmen zur Modellierung von Robotern, Regelung und Bewegungsplanung, Bildverarbeitung und Roboterprogrammierung. Zunächst werden mathematische Grundlagen und Methoden zur kinematischen und dynamischen Robotermodellierung, Trajektorienplanung und Regelung sowie Algorithmen der kollisionsfreien Bewegungsplanung und Greifplanung behandelt. Anschließend werden Grundlagen der Bildverarbeitung, der intuitiven Roboterprogrammierung insbesondere durch Vormachen und der symbolischen Planung vorgestellt.

In der Übung werden die theoretischen Inhalte der Vorlesung anhand von Beispielen weiter veranschaulicht. Studierende vertiefen ihr Wissen über die Methoden und Algorithmen durch eigenständige Bearbeitung von Problemstellungen und deren Diskussion in der Übung. Insbesondere können die Studierenden praktische Programmiererfahrung mit in der Robotik üblichen Werkzeugen und Software-Bibliotheken sammeln.

**Empfehlungen:**

Zur Abrundung ist der nachfolgende Besuch der LVs „Robotik II“, „Robotik III“ und „Mechano-Informatik in der Robotik“ sinnvoll.

**Arbeitsaufwand:**

Vorlesung mit 3 SWS + 1 SWS Übung, 6 LP

6 LP entspricht ca. 180 Stunden, davon

ca. 45 Std. Vorlesungsbesuch

ca. 15 Std. Übungsbesuch

ca. 90 Std. Nachbearbeitung und Bearbeitung der Übungsblätter

ca. 30 Std. Prüfungsvorbereitung

**Lernziele:**

Studierende sind in der Lage, die vorgestellten Konzepte auf einfache und realistische Aufgaben aus der Robotik anzuwenden. Dazu zählt die Beherrschung und Herleitung der für die Robotermodellierung relevanten mathematischen Konzepte. Weiterhin beherrschen Studierende die kinematische und dynamische Modellierung von Robotersystemen, sowie die Modellierung und den Entwurf einfacher Regler. Die Studierenden kennen die algorithmischen Grundlagen der Bewegungs- und Greifplanung und können diese Algorithmen auf Problemstellungen der Robotik anwenden. Sie kennen Algorithmen aus dem Bereich der Bildverarbeitung und sind in der Lage, diese auf Problemstellungen der Robotik anzuwenden. Sie können Aufgabenstellungen als symbolisches Planungsproblem modellieren und lösen. Die Studierenden besitzen Kenntnisse über intuitive Programmierverfahren für Roboter und kennen Verfahren zum Programmieren und Lernen durch Vormachen.

**Organisatorisches**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 120 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Modul für Bachelor/Master Informatik, Maschinenbau, Mechatronik und Informationstechnik, Elektrotechnik und Informationstechnik****Literaturhinweise****Weiterführende Literatur**

Fu, Gonzalez, Lee: Robotics - Control, Sensing, Vision, and Intelligence

Russel, Norvig: Artificial Intelligence - A Modern Approach, 2nd. Ed.

## T

**4.174 Teilleistung: Robotik II - Humanoide Robotik [T-INFO-105723]**

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** [M-INFO-102756 - Robotik II - Humanoide Robotik](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 3

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Sommersemester

**Version**  
 4

| Lehrveranstaltungen     |         |                                               |       |                                                                                                     |        |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| SS 2024                 | 2400074 | <a href="#">Robotik II: Humanoide Robotik</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Asfour |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                               |       |                                                                                                     |        |
| SS 2024                 | 7500086 | <a href="#">Robotik II: Humanoide Robotik</a> |       |                                                                                                     | Asfour |
| WS 24/25                | 7500211 | <a href="#">Robotik II: Humanoide Robotik</a> |       |                                                                                                     | Asfour |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

The assessment is carried out as a written examination (§ 4 Abs. 2 No. 1 SPO) of, in general, 60 minutes.

**Voraussetzungen**

- M-INFO-100816 - Robotik II - Lernende und planende Roboter Modul darf nicht begonnen sein.
- T-INFO-101391 - Anthropomatik: Humanoide Robotik Teilleistung darf nicht begonnen sein.

**Empfehlungen**

Having visited the lectures on Robotics I - Introduction to Robotics and Mechano-Informatics and Robotics is recommended.

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

**Robotik II: Humanoide Robotik**

2400074, SS 2024, 2 SWS, Sprache: Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**  
**Präsenz**

**Inhalt**

Die Vorlesung stellt aktuelle Arbeiten auf dem Gebiet der humanoiden Robotik vor, die sich mit der Implementierung komplexer sensomotorischer und kognitiver Fähigkeiten beschäftigen. In den einzelnen Themenkomplexen werden verschiedene Methoden und Algorithmen, deren Vor- und Nachteile sowie der aktuelle Stand der Forschung diskutiert.

Es werden folgende Themen behandelt: Anwendungen und reale Beispiele der humanoiden Robotik; biomechanische Modell des menschlichen Körpers; biologisch inspirierte und datengetriebene Methoden des Greifens, Imitationslernen und Programmieren durch Vormachen; semantische Repräsentationen von sensomotorischem Erfahrungswissen sowie kognitive Software-Architekturen der humanoiden Robotik.

**Lernziele:**

Die Studierenden haben einen Überblick über aktuelle Forschungsthemen bei autonomen lernenden Robotersystemen am Beispiel der humanoiden Robotik und sind dazu in der Lage aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der kognitiven humanoiden Robotik einzuordnen und zu bewerten.

Die Studierenden kennen die wesentlichen Problemstellungen der humanoiden Robotik und können auf der Basis der existierenden Forschungsarbeiten Lösungsvorschläge erarbeiten.

**Organisatorisches**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Arbeitsaufwand: 90 h

Empfehlungen: Der Besuch der Vorlesungen *Robotik I – Einführung in die Robotik* und *Mechano-Informatik in der Robotik* wird empfohlen

Zielgruppe: **Modul für Master Informatik, Master Maschinenbau, Mechatronik und Informationstechnik, Elektrotechnik und Informationstechnik**

**Literaturhinweise**

**Weiterführende Literatur**

Wissenschaftliche Veröffentlichungen zum Thema, werden auf der VL-Website bereitgestellt.

**T****4.175 Teilleistung: Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik [T-INFO-109931]****Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** [M-INFO-104897 - Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Version**  
2

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                      |       |                                                                                                     |        |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| SS 2024                 | 2400067 | <a href="#">Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Asfour |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                      |       |                                                                                                     |        |
| SS 2024                 | 7500242 | <a href="#">Robotik III - Sensoren und Perzeption in der Robotik</a> |       |                                                                                                     | Asfour |
| WS 24/25                | 7500207 | <a href="#">Robotik III - Sensoren und Perzeption in der Robotik</a> |       |                                                                                                     | Asfour |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Voraussetzungen**

Keine.

**Modellierte Voraussetzungen**

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung [T-INFO-101352 - Robotik III - Sensoren in der Robotik](#) darf nicht begonnen worden sein.

**Empfehlungen**Der Besuch der Vorlesung *Robotik I – Einführung in die Robotik* wird empfohlen.

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

**V****Robotik III – Sensoren und Perzeption in der Robotik**2400067, SS 2024, 2 SWS, Sprache: Deutsch/Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)**Vorlesung (V)**  
**Präsenz****Inhalt**

Die Vorlesung ergänzt die Vorlesung Robotik I um einen breiten Überblick über in der Robotik verwendete Sensorik und Methoden der Perzeption in der Robotik. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der visuellen Perzeption, der Objekterkennung, der 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.

**Lernziele:**

Studierende kennen die wesentlichen in der Robotik gebräuchlichen Sensorprinzipien und verstehen den Datenfluss von der physikalischen Messung über die Digitalisierung bis hin zur Verwendung der aufgenommen Daten für Merkmalsextraktion, Zustandsabschätzung und Umweltmodellierung.

Studierende sind in der Lage, für gängige Aufgabenstellungen der Robotik, geeignete Sensorkonzepte vorzuschlagen und zu begründen.

**Organisatorisches**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Modul für Master Maschinenbau, Mechatronik und Informationstechnik, Elektrotechnik und Informationstechnik**

Empfehlungen: **Der Besuch der Vorlesung *Robotik I – Einführung in die Robotik* wird empfohlen**

Zielgruppe: Die Vorlesung richtet sich an Studierende der Informatik, der Elektrotechnik und des Maschinenbaus sowie an alle Interessenten an der Robotik.

Arbeitsaufwand: 90 h

**Literaturhinweise**

Eine Foliensammlung wird im Laufe der Vorlesung angeboten.

Begleitende Literatur wird zu den einzelnen Themen in der Vorlesung bekannt gegeben.

**T****4.176 Teilleistung: Ruintheorie [T-MATH-108400]****Verantwortung:** Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-104055 - Ruintheorie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.177 Teilleistung: Schlüsselmomente der Geometrie [T-MATH-108401]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wilderich Tuschmann  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-104057 - Schlüsselmomente der Geometrie](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.178 Teilleistung: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-1-benotet [T-MATH-111515]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102994 - Schlüsselqualifikationen](#)

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|----------------|---------|
| Prüfungsleistung anderer Art | 2               | Drittelnoten | Jedes Semester | 1       |

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**

Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)

**Anmerkungen**

Platzhalter zur Selbstverbuchung einer benoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Sprachenzentrum oder am Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale erbracht wurde.

**T****4.179 Teilleistung: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-2-benotet [T-MATH-111517]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102994 - Schlüsselqualifikationen](#)

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|----------------|---------|
| Prüfungsleistung anderer Art | 2               | Drittelnoten | Jedes Semester | 1       |

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**

Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)

**Anmerkungen**

Platzhalter zur Selbstverbuchung einer benoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Sprachenzentrum oder am Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale erbracht wurde.

**T****4.180 Teilleistung: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-5-unbenotet [T-MATH-111516]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102994 - Schlüsselqualifikationen](#)

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala        | Turnus         | Version |
|------------------|-----------------|-------------------|----------------|---------|
| Studienleistung  | 2               | best./nicht best. | Jedes Semester | 1       |

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**

Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)

**Anmerkungen**

Platzhalter zur Selbstverbuchung einer benoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Sprachenzentrum oder am Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale erbracht wurde.

**T****4.181 Teilleistung: Selbstverbuchung-HOC-SPZ-ZAK-6-unbenotet [T-MATH-111520]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102994 - Schlüsselqualifikationen](#)

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala        | Turnus         | Version |
|------------------|-----------------|-------------------|----------------|---------|
| Studienleistung  | 2               | best./nicht best. | Jedes Semester | 1       |

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**

Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- House of Competence
- Sprachenzentrum
- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)

**Anmerkungen**

Platzhalter zur Selbstverbuchung einer benoteten überfachlichen Qualifikation, die am House of Competence, am Sprachenzentrum oder am Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale erbracht wurde.

**T****4.182 Teilleistung: Selected Methods in Fluids and Kinetic Equations [T-MATH-111853]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-105897 - Selected Methods in Fluids and Kinetic Equations](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Dauer  | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 3               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1 Sem. | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Die Module "Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen" und "Funktionalanalysis" werden empfohlen.

**T****4.183 Teilleistung: Seminar Advanced Topics in Parallel Programming [T-INFO-103584]****Verantwortung:** Prof. Dr. Achim Streit**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** [M-INFO-101887 - Seminar Advanced Topics in Parallel Programming](#)

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3               | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO .

Es müssen eine schriftliche Ausarbeitung erstellt und eine Präsentation gehalten werden. Ein Rücktritt ist innerhalb von zwei Wochen nach Vergabe des Themas möglich. Es sind insgesamt zwei Wiederholungen möglich.

**Voraussetzungen**

Keine.

**Empfehlungen**

Kenntnisse zu Grundlagen aus der Vorlesung „Parallelrechner und Parallelprogrammierung“ sind hilfreich.

**Anmerkungen**

**Diese Lehrveranstaltung wird nicht mehr angeboten.**

**T****4.184 Teilleistung: Seminar Mathematik [T-MATH-105686]**

**Verantwortung:** PD Dr. Stefan Kühnlein  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102730 - Seminar](#)

**Teilleistungsart**  
Studienleistung

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
best./nicht best.

**Version**  
1

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                    |          |
|-------------------------|---------|------------------------------------|----------|
| SS 2024                 | 7700025 | <a href="#">Seminar Mathematik</a> | Kühnlein |
| WS 24/25                | 7700048 | <a href="#">Seminar Mathematik</a> | Kühnlein |

**Voraussetzungen**

keine

## T

## 4.185 Teilleistung: Signal Processing Methods [T-ETIT-113837]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Sander Wahls  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
**Bestandteil von:** [M-ETIT-106899 - Signal Processing Methods](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Wintersemester

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                              |       |                                                                                                     |                   |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| WS 24/25                | 2302113 | <a href="#">Signal Processing Methods</a>                    | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Wahls             |
| WS 24/25                | 2302115 | <a href="#">Übungen zu 2302113 Signal Processing Methods</a> | 2 SWS | Übung (Ü) /      | Wahls, Al-Hammadi |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                              |       |                                                                                                     |                   |
| WS 24/25                | 7302113 | <a href="#">Signal Processing Methods</a>                    | Wahls |                                                                                                     |                   |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Written exam, approx. 120 minutes.

The module grade is the grade of the written exam.

**Voraussetzungen**

none

**Empfehlungen**

Familiarity with signals and systems (in particular, Fourier transforms) and probability theory at the Bachelor level is assumed.

T

4.186 Teilleistung: Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators [T-ETIT-113428]

Verantwortung: Prof. Dr.-Ing. Sander Wahls

Einrichtung: KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Bestandteil von: M-ETIT-106675 - Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung schriftlich | 6               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                                            |       |                                                                                                     |       |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| SS 2024                 | 2302135 | Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators                  | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Wahls |
| SS 2024                 | 2302136 | Übung zu 2303135 Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators | 2 SWS | Übung (Ü) /      | Wahls |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                                            |       |                                                                                                     |       |
| SS 2024                 | 7302135 | Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators                  | Wahls |                                                                                                     |       |
| WS 24/25                | 7302135 | Signal Processing with Nonlinear Fourier Transforms and Koopman Operators                  | Wahls |                                                                                                     |       |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**  
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.

**Voraussetzungen**  
none

## T

## 4.187 Teilleistung: Sobolevräume [T-MATH-105896]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Schnaubelt  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102926 - Sobolevräume](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
2

**Voraussetzungen**

Keine

**Empfehlungen**

Grundkenntnisse der (elementaren) linearen Funktionalanalysis werden dringend empfohlen.

**T****4.188 Teilleistung: Softwaretechnik II [T-INFO-101370]**

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Anne Koziolk  
Prof. Dr. Ralf Reussner

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik

**Bestandteil von:** **M-INFO-100833 - Softwaretechnik II**

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Sommersemester

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                   |       |                                                                                                     |          |
|-------------------------|---------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| WS 24/25                | 24076   | Softwaretechnik II                | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Reussner |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                   |       |                                                                                                     |          |
| SS 2024                 | 7500207 | Softwaretechnik II (Zweitklausur) |       |                                                                                                     | Reussner |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 90 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Voraussetzungen**

Keine

**Empfehlungen**

Die Lehrveranstaltung *Softwaretechnik I* sollte bereits gehört worden sein.

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

**V****Softwaretechnik II**

24076, WS 24/25, 4 SWS, Sprache: Deutsch, [im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**  
**Präsenz**

**Literaturhinweise**

Craig Larman, Applying UML and Patterns, 3rd edition, Prentice Hall, 2004. Weitere Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben.

**T****4.189 Teilleistung: Spektraltheorie - Prüfung [T-MATH-103414]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey  
 PD Dr. Gerd Herzog  
 apl. Prof. Dr. Peer Kunstmann  
 Prof. Dr. Roland Schnaubelt  
 Dr. rer. nat. Patrick Tolksdorf

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-101768 - Spektraltheorie](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                      |                                          |               |      |
|-------------------------|---------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------|------|
| SS 2024                 | 0163700 | <a href="#">Spektraltheorie</a>                      | 4 SWS                                    | Vorlesung (V) | Frey |
| SS 2024                 | 0163710 | <a href="#">Übungen zu 0163700 (Spektraltheorie)</a> | 2 SWS                                    | Übung (Ü)     | Frey |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                      |                                          |               |      |
| SS 2024                 | 0100035 | <a href="#">Spektraltheorie - Prüfung</a>            | Kunstmann, Frey, Hundertmark, Schnaubelt |               |      |

**Erfolgskontrolle(n)**

mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten

**Voraussetzungen**

keine

*Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:*

**V****Spektraltheorie**

0163700, SS 2024, 4 SWS, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**

**Literaturhinweise**

- H.W. Alt: Lineare Funktionalanalysis.
- H. Brezis: Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations.
- J.B. Conway: A Course in Functional Analysis.
- N. Dunford, J.T. Schwartz: Linear Operators, Part I.
- T. Kato: Perturbation Theory of Linear Operators.
- B. Simon: Operator Theory. A Comprehensive Course in Analysis, Part 4.
- A.E. Taylor, D.C. Lay: Introduction to Functional Analysis.
- D. Werner: Funktionalanalysis.

**T****4.190 Teilleistung: Spektraltheorie für Differentialoperatoren [T-MATH-105851]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Michael Plum  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102880 - Spektraltheorie für Differentialoperatoren](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.191 Teilleistung: Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra [T-MATH-105891]**

**Verantwortung:** PD Dr. Volker Grimm  
 Prof. Dr. Marlis Hochbruck  
 PD Dr. Markus Neher

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102920 - Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                   |       |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------|-------|
| SS 2024                 | 0100083 | <a href="#">Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra</a> | Grimm |

**Voraussetzungen**  
 keine

**T****4.192 Teilleistung: Splittingverfahren für Evolutionsgleichungen [T-MATH-110805]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Jahnke  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-105325 - Splittingverfahren für Evolutionsgleichungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
keine

## T

## 4.193 Teilleistung: Statistische Thermodynamik [T-CIWVT-106098]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sabine Enders**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** [M-CIWVT-103059 - Statistische Thermodynamik](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Drittelnoten**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                               |       |                                                                                                     |        |
|-------------------------|---------|---------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| SS 2024                 | 2250040 | <a href="#">Statistische Thermodynamik</a>                    | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Enders |
| SS 2024                 | 2250041 | <a href="#">Übungen zu 2250040 Statistische Thermodynamik</a> | 1 SWS | Übung (Ü) /      | Enders |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                               |       |                                                                                                     |        |
| SS 2024                 | 7200103 | <a href="#">Statistische Thermodynamik</a>                    |       |                                                                                                     | Enders |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz, x Abgesagt**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten

**Voraussetzungen**

Thermodynamik III

## T

## 4.194 Teilleistung: Statistisches Lernen [T-MATH-111726]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Mathias Trabs  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-105840 - Statistisches Lernen](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 8

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 1

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                      |       |
|-------------------------|---------|--------------------------------------|-------|
| SS 2024                 | 7700122 | <a href="#">Statistisches Lernen</a> | Ebner |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).

**Voraussetzungen**

Keine

**Empfehlungen**

Das Modul "Einführung in die Stochastik" sollte bereits belegt worden sein. Zudem ist das Modul "Wahrscheinlichkeitstheorie" wünschenswert.

**T****4.195 Teilleistung: Steinsche Methode mit statistischen Anwendungen [T-MATH-111187]**

**Verantwortung:** Dr. rer. nat. Bruno Ebner  
Prof. Dr. Daniel Hug

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-105579 - Steinsche Methode mit statistischen Anwendungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                 |       |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------|-------|
| WS 24/25                | 7700117 | <a href="#">Steinsche Methode mit statistischen Anwendungen</a> | Ebner |

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.196 Teilleistung: Steuerung stochastischer Prozesse [T-MATH-105871]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Nicole Bäuerle  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102908 - Steuerung stochastischer Prozesse](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.197 Teilleistung: Steuerungstheorie [T-MATH-105909]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Schnaubelt  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102941 - Steuerungstheorie](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
Keine

**T****4.198 Teilleistung: Stochastische Differentialgleichungen [T-MATH-105852]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Dorothee Frey  
Prof. Dr. Roland Schnaubelt

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102881 - Stochastische Differentialgleichungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**  
Keine

**T****4.199 Teilleistung: Stochastische Geometrie [T-MATH-105840]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Daniel Hug  
Prof. Dr. Günter Last  
PD Dr. Steffen Winter

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102865 - Stochastische Geometrie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                            |       |               |        |
|-------------------------|---------|------------------------------------------------------------|-------|---------------|--------|
| SS 2024                 | 0152600 | <a href="#">Stochastic Geometry</a>                        | 4 SWS | Vorlesung (V) | Winter |
| SS 2024                 | 0152610 | <a href="#">Tutorial for 0152600 (Stochastic Geometry)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Winter |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                            |       |               |        |
| SS 2024                 | 7700035 | <a href="#">Stochastische Geometrie</a>                    |       |               | Winter |

**Voraussetzungen**

Keine

*Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:*

**V****Stochastic Geometry**

0152600, SS 2024, 4 SWS, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**

**Inhalt**

Eine Idee davon, worum es in der Vorlesung geht, bekommt man auf der Seite

<https://www.math.kit.edu/stoch/seite/raeumstoch-lehre/de>

**T****4.200 Teilleistung: Stochastische Informationsverarbeitung [T-INFO-101366]**

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** [M-INFO-100829 - Stochastische Informationsverarbeitung](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Wintersemester

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                        |       |                                                                                                     |                  |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| WS 24/25                | 24113   | <a href="#">Stochastische Informationsverarbeitung</a> | 3 SWS | Vorlesung (V) /  | Hanebeck, Frisch |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                        |       |                                                                                                     |                  |
| SS 2024                 | 7500010 | <a href="#">Stochastische Informationsverarbeitung</a> |       |                                                                                                     | Hanebeck         |
| WS 24/25                | 7500031 | <a href="#">Stochastische Informationsverarbeitung</a> |       |                                                                                                     | Hanebeck         |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 15 - 25 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Voraussetzungen**

Keine.

**Empfehlungen**

Kenntnisse zu Grundlagen aus der Wahrscheinlichkeitstheorie sind hilfreich.

**Anmerkungen**

Als theoretische Grundlagenvorlesung stellt "Stochastische Informationssysteme" einen optimalen Einstieg in die Vorlesungen des ISAS dar. Umgekehrt können Vorkenntnisse aus "Lokalisierung mobiler Agenten" (LMA) [LV-Nr. 24613] und "Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken" (IIS) [LV-Nr. 24102], aber je nach Lerntyp trotzdem hilfreich sein – dort werden mehr konkrete Anwendungen beleuchtet. Sämtliche Inhalte werden in allen unseren Vorlesungen grundsätzlich von Anfang an hergeleitet und ausführlich erklärt; es ist also möglich in SI, LMA oder IIS einzusteigen.

*Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:*

**V****Stochastische Informationsverarbeitung**

24113, WS 24/25, 3 SWS, Sprache: Deutsch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**  
**Präsenz**

**Inhalt**

Zur Handhabung komplexer dynamischer Systeme, wie sie beispielsweise aus der Robotik bekannt sind, werden typischerweise sowohl Systemmodelle als auch die zeitlichen Verläufe der Systemzustände benötigt. Sowohl für die Systemidentifikation als auch für die Zustandsrekonstruktion liegen dabei im Allgemeinen lediglich verrauschte Daten vor.

Für kontinuierliche Zustandsräume ist eine exakte Berechnung der gesuchten Wahrscheinlichkeitsdichten allerdings nur in wenigen Spezialfällen möglich. Allgemeine nichtlineare Systeme werden in der Praxis daher oft durch vereinfachende Annahmen auf diese Spezialfälle zurückgeführt. Das eine Extrem ist dabei eine Linearisierung mit nachfolgender Anwendung der linearen Schätztheorie. Dies führt jedoch häufig zu unbefriedigenden Ergebnissen und erfordert zusätzliche heuristische Maßnahmen. Das andere Extrem sind numerische Approximationsverfahren, welche die gewünschten Verteilungsdichten nur an diskreten Punkten des Zustandsraums auswerten. Obwohl das Arbeitsprinzip dieser Verfahren in der Regel recht einfach ist, stellt sich eine praktische Implementierung häufig als schwierig und speziell für höherdimensionale Systeme als rechenaufwändig heraus.

Als Mittelweg wären daher oft analytische nichtlineare Schätzverfahren wünschenswert. In dieser Vorlesung werden die Hauptschwierigkeiten bei der Entwicklung derartiger Schätzverfahren dargestellt und entsprechende Lösungsbausteine vorgestellt. Basierend auf diesen Bausteinen werden exemplarisch einige analytische Schätzverfahren im Detail diskutiert, welche sich sehr gut für die praktische Implementierung eignen und dabei einen guten Kompromiss zwischen Rechenaufwand und Leistungsfähigkeit bietet. Weiterhin werden nützliche Anwendungen dieser Schätzverfahren diskutiert. Dabei werden sowohl bekannte Verfahren als auch Ergebnisse aktueller Forschungsarbeiten vorgestellt.

**Organisatorisches**

Der Prüfungstermin ist per E-Mail zu vereinbaren. Zusätzliche Anmeldung im [CAS](#) nicht vergessen.

**Literaturhinweise**

**Weiterführende Literatur**

Skript zur Vorlesung

## T

## 4.201 Teilleistung: Stochastische Simulation [T-MATH-112242]

**Verantwortung:** TT-Prof. Dr. Sebastian Krumscheid

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-106053 - Stochastische Simulation](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
5

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |         |                                       |       |               |            |
|---------------------|---------|---------------------------------------|-------|---------------|------------|
| WS 24/25            | 0100027 | <a href="#">Stochastic Simulation</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) | Krumscheid |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 Minuten).

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.202 Teilleistung: Streutheorie [T-MATH-105855]**

**Verantwortung:** PD Dr. Tilo Arens  
Prof. Dr. Roland Griesmaier  
PD Dr. Frank Hettlich

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102884 - Streutheorie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

## T

## 4.203 Teilleistung: Streutheorie für zeitabhängige Wellen [T-MATH-113416]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Roland Griesmaier

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-106664 - Streutheorie für zeitabhängige Wellen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
6

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
1

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                       |            |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------|------------|
| SS 2024                 | 7700157 | <a href="#">Streutheorie für zeitabhängige Wellen</a> | Griesmaier |

**Erfolgskontrolle(n)**

mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 min

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.204 Teilleistung: Strukturelle Graphentheorie [T-MATH-111004]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Maria Aksenovich  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-105463 - Strukturelle Graphentheorie](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
keine

## T

## 4.205 Teilleistung: Technische Optik [T-ETIT-100804]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Cornelius Neumann  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
**Bestandteil von:** [M-ETIT-100538 - Technische Optik](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 5

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Wintersemester

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                     |       |                                                                                                     |         |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| WS 24/25                | 2313720 | <a href="#">Technische Optik</a>                    | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Neumann |
| WS 24/25                | 2313722 | <a href="#">Übungen zu 2313720 Technische Optik</a> | 1 SWS | Übung (Ü) /      | Neumann |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                     |       |                                                                                                     |         |
| SS 2024                 | 7313720 | <a href="#">Technische Optik</a>                    |       |                                                                                                     | Neumann |
| WS 24/25                | 7313720 | <a href="#">Technische Optik</a>                    |       |                                                                                                     | Neumann |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten. Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Vorhergehender Besuch der Vorlesung Lichttechnik.

## T

## 4.206 Teilleistung: Technomathematisches Seminar [T-MATH-105884]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Jahnke  
PD Dr. Stefan Kühnlein

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102863 - Technomathematisches Seminar](#)

**Teilleistungsart**  
Studienleistung

**Leistungspunkte**  
3

**Notenskala**  
best./nicht best.

**Version**  
1

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                              |          |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------|----------|
| SS 2024                 | 7700056 | <a href="#">Technomathematisches Seminar</a> | Kühnlein |
| WS 24/25                | 7700031 | <a href="#">Technomathematisches Seminar</a> | Kühnlein |

**Voraussetzungen**

Keine

T

4.207 Teilleistung: Teilchenphysik I [T-PHYS-102369]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Torben Ferber  
Prof. Dr. Ulrich Husemann  
Prof. Dr. Markus Klute  
Prof. Dr. Günter Quast  
PD Dr. Klaus Rabbertz

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** [M-PHYS-102114 - Teilchenphysik I](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                                 |       |                                                                                                             |                    |
|---------------------|---------|-------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| WS 24/25            | 4022031 | <a href="#">Particle Physics I</a>              | 3 SWS | Vorlesung (V) /          | Klute, Goldenzweig |
| WS 24/25            | 4022032 | <a href="#">Exercises to Particle Physics I</a> | 2 SWS | Praktische Übung (PÜ) /  | Klute, Goldenzweig |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Voraussetzungen**  
keine

## T

## 4.208 Teilleistung: Telematik [T-INFO-101338]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Martina Zitterbart  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik  
**Bestandteil von:** [M-INFO-100801 - Telematik](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Wintersemester

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                           |       |                                                                                                     |                                              |
|-------------------------|---------|---------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| WS 24/25                | 24128   | <a href="#">Telematik</a> | 4 SWS | Vorlesung (V) /  | Zitterbart, Kopmann, Seehofer, Mahrt, Helmig |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                           |       |                                                                                                     |                                              |
| SS 2024                 | 7500115 | <a href="#">Telematik</a> |       |                                                                                                     | Zitterbart                                   |
| WS 24/25                | 7500166 | <a href="#">Telematik</a> |       |                                                                                                     | Zitterbart                                   |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von ca. 90 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Bei unvertretbar hohem Prüfungsaufwand kann die Prüfungsmodalität geändert werden. Daher wird sechs Wochen im Voraus angekündigt (§ 6 Abs. 3 SPO), ob die Erfolgskontrolle

- in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO **oder**
- in Form einer schriftlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO

stattfindet.

**Voraussetzungen**

Keine

**Empfehlungen**

- Inhalte der Vorlesung **Einführung in Rechnernetze** oder vergleichbarer Vorlesungen werden vorausgesetzt.
- Der Besuch des modulbegleitenden **Basispraktikums Protokoll Engineering** wird empfohlen.

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

## V

**Telematik**

24128, WS 24/25, 4 SWS, Sprache: Deutsch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Vorlesung (V)**  
**Präsenz**

**Inhalt**

Die Vorlesung behandelt Protokolle, Architekturen, sowie Verfahren und Algorithmen, die u.a. im Internet für die Wegwahl und für das Zustandekommen einer zuverlässigen Ende-zu-Ende-Verbindung zum Einsatz kommen. Neben verschiedenen Medienzuteilungsverfahren in lokalen Netzen werden auch weitere Kommunikationssysteme, wie z.B. das leitungsvermittelte ISDN behandelt. Die Teilnehmer sollten ebenfalls verstanden haben, welche Möglichkeiten zur Verwaltung und Administration von Netzen zur Verfügung stehen.

Inhalte der Vorlesung *Einführung in Rechnernetze* oder vergleichbarer Vorlesungen werden vorausgesetzt.

**Lernziele**

Studierende

- beherrschen Protokolle, Architekturen, sowie Verfahren und Algorithmen, die im Internet für die Wegwahl 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.

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 Label Switching, 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 Architektur von ISDN und können insbesondere die Besonderheiten beim Aufbau des ISDN-Teilnehmeranschlusses wiedergeben. Studierende können die technischen Besonderheiten von DSL wiedergeben.

**Literaturhinweise**

S. Keshav. An Engineering Approach to Computer Networking. Addison-Wesley, 1997  
J.F. Kurose, K.W. Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet. 4rd Edition, Addison-Wesley, 2007  
W. Stallings. Data and Computer Communications. 8th Edition, Prentice Hall, 2006  
Weiterführende Literatur •D. Bertsekas, R. Gallager. Data Networks. 2nd Edition, Prentice-Hall, 1991  
•F. Halsall. Data Communications, Computer Networks and Open Systems. 4th Edition, Addison-Wesley Publishing Company, 1996  
•W. Haaß. Handbuch der Kommunikationsnetze. Springer, 1997  
•A.S. Tanenbaum. Computer-Networks. 4th Edition, Prentice-Hall, 2004  
•Internet-Standards  
•Artikel in Fachzeitschriften

T

4.209 Teilleistung: Theoretical Nanooptics [T-PHYS-104587]

Verantwortung: Prof. Dr. Markus Garst  
Prof. Dr. Carsten Rockstuhl

Einrichtung: KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von: M-PHYS-102295 - Theoretical Nanooptics

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                     |       |                                                                                                     |                               |
|---------------------|---------|-------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| WS 24/25            | 4023131 | Theoretical Nanooptics              | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Rockstuhl, Fernandez Corbaton |
| WS 24/25            | 4023132 | Exercises to Theoretical Nanooptics | 1 SWS | Übung (Ü) /      | Fernandez Corbaton, Rockstuhl |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

Voraussetzungen  
keine

T

4.210 Teilleistung: Theoretische Optik [T-PHYS-104578]

**Verantwortung:** PD Dr. Boris Narozhnyy  
Prof. Dr. Carsten Rockstuhl

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** [M-PHYS-102277 - Theoretical Optics](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Jedes Sommersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                                 |       |                                                                                                     |               |
|---------------------|---------|-------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| SS 2024             | 4023111 | <a href="#">Theoretical Optics</a>              | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Rockstuhl     |
| SS 2024             | 4023112 | <a href="#">Exercises to Theoretical Optics</a> | 1 SWS | Übung (Ü) /      | Rockstuhl, NN |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz, x Abgesagt

**Voraussetzungen**  
keine

T

4.211 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen [T-PHYS-102559]

Verantwortung:

PD Dr. Robert Eder  
Prof. Dr. Markus Garst  
Prof. Dr. Alexander Mirlin  
Prof. Dr. Alexander Shnirman

Einrichtung:

KIT-Fakultät für Physik

Bestandteil von:

M-PHYS-102054 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                        |       |                 |          |
|---------------------|---------|----------------------------------------|-------|-----------------|----------|
| WS 24/25            | 4024011 | Condensed Matter Theory I              | 4 SWS | Vorlesung (V) / | Eder     |
| WS 24/25            | 4024012 | Exercises to Condensed Matter Theory I | 2 SWS | Übung (Ü) /     | Eder, NN |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen

keine

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

V

Exercises to Condensed Matter Theory I

4024012, WS 24/25, 2 SWS, Sprache: Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

Übung (Ü)  
Präsenz

Inhalt

Übungsgruppen

**T****4.212 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen [T-PHYS-102558]**

**Verantwortung:** PD Dr. Robert Eder  
 Prof. Dr. Markus Garst  
 Prof. Dr. Alexander Mirlin  
 Prof. Dr. Alexander Shnirman

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Physik

**Bestandteil von:** [M-PHYS-102053 - Theorie der Kondensierten Materie I, Grundlagen und Vertiefungen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus               | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 12              | Drittelnoten | Jedes Wintersemester | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                                        |       |                 |          |
|---------------------|---------|--------------------------------------------------------|-------|-----------------|----------|
| WS 24/25            | 4024011 | <a href="#">Condensed Matter Theory I</a>              | 4 SWS | Vorlesung (V) / | Eder     |
| WS 24/25            | 4024012 | <a href="#">Exercises to Condensed Matter Theory I</a> | 2 SWS | Übung (Ü) /     | Eder, NN |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Voraussetzungen**

keine

Im Folgenden finden Sie einen Auszug der relevanten Lehrveranstaltungen zu dieser Teilleistung:

**V****Exercises to Condensed Matter Theory I**

4024012, WS 24/25, 2 SWS, Sprache: Englisch, [Im Studierendenportal anzeigen](#)

**Übung (Ü)  
Präsenz**

**Inhalt**

Übungsgruppen

T

4.213 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen [T-PHYS-104591]

Verantwortung:

Einrichtung:

Bestandteil von:

Prof. Dr. Markus Garst  
PD Dr. Igor Gornyi  
Prof. Dr. Alexander Mirlin  
PD Dr. Boris Narozhnyy  
Prof. Dr. Jörg Schmalian

KIT-Fakultät für Mathematik  
KIT-Fakultät für Physik

M-PHYS-102313 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                              |       |                 |                           |
|---------------------|---------|----------------------------------------------|-------|-----------------|---------------------------|
| SS 2024             | 4024111 | Condensed Matter Theory II: Many-Body Theory | 4 SWS | Vorlesung (V) / | Gornyi                    |
| SS 2024             | 4024112 | Exercises to Condensed Matter Theory II      | 2 SWS | Übung (Ü) /     | Poboiko, Scoquart, Gornyi |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen  
keine

T

4.214 Teilleistung: Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen [T-PHYS-102560]

Verantwortung:

Einrichtung:

Bestandteil von:

Prof. Dr. Markus Garst  
PD Dr. Igor Gornyi  
Prof. Dr. Alexander Mirlin  
PD Dr. Boris Narozhnyy  
Prof. Dr. Jörg Schmalian

KIT-Fakultät für Physik

M-PHYS-102308 - Theorie der Kondensierten Materie II: Vielteilchentheorie, Grundlagen und Vertiefungen

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 12              | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                              |       |                 |                           |
|---------------------|---------|----------------------------------------------|-------|-----------------|---------------------------|
| SS 2024             | 4024111 | Condensed Matter Theory II: Many-Body Theory | 4 SWS | Vorlesung (V) / | Gornyi                    |
| SS 2024             | 4024112 | Exercises to Condensed Matter Theory II      | 2 SWS | Übung (Ü) /     | Poboiko, Scoquart, Gornyi |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

Voraussetzungen  
keine

## T

## 4.215 Teilleistung: Thermodynamik III [T-CIWVT-106033]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Sabine Enders**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik**Bestandteil von:** M-CIWVT-103058 - Thermodynamik III
**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                         |       |                   |                              |
|-------------------------|---------|-----------------------------------------|-------|-------------------|------------------------------|
| WS 24/25                | 2250030 | Thermodynamik III                       | 2 SWS | Vorlesung (V) / ● | Enders                       |
| WS 24/25                | 2250031 | Übungen zu 2250030<br>Thermodynamik III | 1 SWS | Übung (Ü) / ●     | Enders, und<br>Mitarbeitende |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                         |       |                   |                              |
| SS 2024                 | 7200104 | Thermodynamik III                       |       |                   | Enders                       |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von 90 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.216 Teilleistung: Topologische Datenanalyse [T-MATH-111031]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Tobias Hartnick  
Prof. Dr. Roman Sauer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-105487 - Topologische Datenanalyse](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
keine

**T****4.217 Teilleistung: Topologische Genomik [T-MATH-112281]****Verantwortung:** Dr. Andreas Ott**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-106064 - Topologische Genomik](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
3**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Unregelmäßig**Dauer**  
1 Sem.**Version**  
1**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 Minuten).

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Elementare Grundkenntnisse in Linearer Algebra und Python werden empfohlen, sowie die Bereitschaft, sich mit einigen elementaren Grundprinzipien der Biologie vertraut zu machen

**T****4.218 Teilleistung: Translationsflächen [T-MATH-112128]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Herrlich  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-105973 - Translationsflächen](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
1

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung von ca. 30 Minuten Dauer.

**Voraussetzungen**

keine

**Empfehlungen**

Grundlagen der Flächentopologie (etwa aus dem Modul "Elementare Geometrie") und der Funktionentheorie (etwa aus dem Modul "Analysis 4") werden dringend empfohlen. Das Modul "Algebraische Geometrie" wird ebenfalls empfohlen.

## T

## 4.219 Teilleistung: Übungen zu Computergrafik [T-INFO-104313]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Carsten Dachsbacher**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** [M-INFO-100856 - Computergrafik](#)**Teilleistungsart**  
Studienleistung**Leistungspunkte**  
0**Notenskala**  
best./nicht best.**Turnus**  
Jedes Wintersemester**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                           |  |                               |                               |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|
| WS 24/25                | 24083   | <a href="#">Übungen zu Computergrafik</a> |  | Vorlesung / Übung<br>(VÜ) / ● | Alber, Lerzer,<br>Dachsbacher |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                           |  |                               |                               |
| WS 24/25                | 7500508 | <a href="#">Übungen zu Computergrafik</a> |  |                               | Dachsbacher                   |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt als Studienleistung nach § 4 Abs. 3 SPO.

Für das Bestehen müssen regelmäßig Programmieraufgaben abgegeben werden. Die konkreten Angaben dazu werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

**Voraussetzungen**

Keine.

**T****4.220 Teilleistung: Unendlich dimensionale dynamische Systeme [T-MATH-107070]****Verantwortung:** Prof. Dr. Jens Rottmann-Matthes**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-103544 - Unendlich dimensionale dynamische Systeme](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 4               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

keine

## T

## 4.221 Teilleistung: Unscharfe Mengen [T-INFO-101376]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Informatik**Bestandteil von:** [M-INFO-100839 - Unscharfe Mengen](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
6**Notenskala**  
Drittelnoten**Turnus**  
Jedes Sommersemester**Version**  
1

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                  |          |
|-------------------------|---------|----------------------------------|----------|
| SS 2024                 | 7500001 | <a href="#">Unscharfe Mengen</a> | Pfaff    |
| WS 24/25                | 7500011 | <a href="#">Unscharfe Mengen</a> | Hanebeck |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i. d. R. 15 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

**Voraussetzungen**

Keine.

**Empfehlungen**

Grundlegende Kenntnisse im Bereich der formalen Logik und Expertensystemen sind hilfreich.

T

4.222 Teilleistung: Variationsmethoden [T-MATH-110302]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Wolfgang Reichel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-105093 - Variationsmethoden](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 1       |

| Prüfungsveranstaltungen |         |                                    |      |
|-------------------------|---------|------------------------------------|------|
| SS 2024                 | 7700141 | <a href="#">Variationsmethoden</a> | Lamm |

**Voraussetzungen**  
Keine

## T

## 4.223 Teilleistung: Verarbeitung nanoskaliger Partikel [T-CIWVT-106107]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Hermann Nirschl  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik  
**Bestandteil von:** [M-CIWVT-103073 - Verarbeitung nanoskaliger Partikel](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Turnus**  
 Jedes Wintersemester

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                                |       |                   |         |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------------|-------|-------------------|---------|
| WS 24/25                | 2245030 | <a href="#">Verfahrenstechnik nanoskaliger Partikelsysteme</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) / ● | Nirschl |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                                |       |                   |         |
| SS 2024                 | 7291921 | <a href="#">Verarbeitung nanoskaliger Partikel</a>             |       |                   | Nirschl |
| WS 24/25                | 7291030 | <a href="#">Verfahrenstechnik nanoskaliger Partikel</a>        |       |                   | Nirschl |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.224 Teilleistung: Vergleichsgeometrie [T-MATH-105917]****Verantwortung:** Prof. Dr. Wilderich Tuschmann**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-102940 - Vergleichsgeometrie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 5               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****4.225 Teilleistung: Verzweigungstheorie [T-MATH-106487]**

**Verantwortung:** Dr. Rainer Mandel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-103259 - Verzweigungstheorie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 5               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**  
Keine

T

4.226 Teilleistung: Vorhersagen: Theorie und Praxis [T-MATH-105928]

Verantwortung: Prof. Dr. Tilmann Gneiting

Einrichtung: KIT-Fakultät für Mathematik

Bestandteil von: [M-MATH-102956 - Vorhersagen: Theorie und Praxis](#)

|                           |                 |              |         |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | 2       |

| Lehrveranstaltungen |         |                                                                       |       |               |          |
|---------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------|-------|---------------|----------|
| WS 24/25            | 0123100 | <a href="#">Forecasting: Theory and Praxis</a>                        | 2 SWS | Vorlesung (V) | Gneiting |
| WS 24/25            | 0123110 | <a href="#">Tutorial for 0123100 (Forecasting: Theory and Praxis)</a> | 2 SWS | Übung (Ü)     | Gneiting |

Voraussetzungen

Keine

**T****4.227 Teilleistung: Wahlpflicht Vertiefung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft / Über Wissen und Wissenschaft - Selbstverbuchung [T-FORUM-113580]****Verantwortung:** Dr. Christine Mielke  
Christine Myglas**Einrichtung:** Zentrale Einrichtungen/Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM)**Bestandteil von:** **M-FORUM-106753 - Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft**

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|----------------|---------|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3               | Drittelnoten | Jedes Semester | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Prüfungsleistung anderer Art nach § 5 (3) in Form eines Referats oder einer Haus- oder Projektarbeit in der gewählten Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**

Keine

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**

Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)
- FORUM (ehem. ZAK) Begleitstudium

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Grundlageneinheit sind hilfreich.

Die Grundlageneinheit sollte abgeschlossen sein oder parallel besucht werden, jedoch nicht nach der Vertiefungseinheit.

Lektüreempfehlung von Primär- und Fachliteratur wird von den jeweiligen Dozierenden individuell nach Gegenstandsbereich und Lehrveranstaltung festgelegt.

**Anmerkungen**

Dieser Platzhalter kann für alle Leistungen im Vertiefungsbereich des Begleitstudiums genutzt werden.

**T****4.228 Teilleistung: Wahlpflicht Vertiefung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft / Wissenschaft in der Gesellschaft - Selbstverbuchung [T-FORUM-113581]****Verantwortung:** Dr. Christine Mielke  
Christine Myglas**Einrichtung:** Zentrale Einrichtungen/Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM)**Bestandteil von:** **M-FORUM-106753 - Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft**

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|----------------|---------|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3               | Drittelnoten | Jedes Semester | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Prüfungsleistung anderer Art nach § 5 (3) in Form eines Referats oder einer Haus- oder Projektarbeit in der gewählten Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**

Keine

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**

Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)
- FORUM (ehem. ZAK) Begleitstudium

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Grundlageneinheit sind hilfreich.

Die Grundlageneinheit sollte abgeschlossen sein oder parallel besucht werden, jedoch nicht nach der Vertiefungseinheit.

Lektüreempfehlung von Primär- und Fachliteratur wird von den jeweiligen Dozierenden individuell nach Gegenstandsbereich und Lehrveranstaltung festgelegt.

**Anmerkungen**

Dieser Platzhalter kann für alle Leistungen im Vertiefungsbereich des Begleitstudiums genutzt werden.

**T****4.229 Teilleistung: Wahlpflicht Vertiefung Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft / Wissenschaft in gesellschaftlichen Debatten - Selbstverbuchung [T-FORUM-113582]****Verantwortung:** Dr. Christine Mielke  
Christine Myglas**Einrichtung:** Zentrale Einrichtungen/Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM)**Bestandteil von:** **M-FORUM-106753 - Begleitstudium Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft**

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|----------------|---------|
| Prüfungsleistung anderer Art | 3               | Drittelnoten | Jedes Semester | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Prüfungsleistung anderer Art nach § 5 (3) in Form eines Referats oder einer Haus- oder Projektarbeit in der gewählten Lehrveranstaltung.

**Voraussetzungen**

Keine

**Verbuchung von ÜQ-Leistungen**

Diese Teilleistung eignet sich zur Selbstverbuchung von SQ/ÜQ-Leistungen durch Studierende. Es können Leistungen der folgenden Anbieter ohne Antrag verbucht werden:

- Studium Generale. Forum Wissenschaft und Gesellschaft (FORUM) (ehem. ZAK)
- FORUM (ehem. ZAK) Begleitstudium

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Grundlageneinheit sind hilfreich.

Die Grundlageneinheit sollte abgeschlossen sein oder parallel besucht werden, jedoch nicht nach der Vertiefungseinheit.

Lektüreempfehlung von Primär- und Fachliteratur wird von den jeweiligen Dozierenden individuell nach Gegenstandsbereich und Lehrveranstaltung festgelegt.

**Anmerkungen**

Dieser Platzhalter kann für alle Leistungen im Vertiefungsbereich des Begleitstudiums genutzt werden.

**T****4.230 Teilleistung: Wahrscheinlichkeitstheorie und kombinatorische Optimierung [T-MATH-105923]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Daniel Hug  
Prof. Dr. Günter Last

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102947 - Wahrscheinlichkeitstheorie und kombinatorische Optimierung](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Version**  
1

**Voraussetzungen**

Keine

## T

## 4.231 Teilleistung: Wandernde Wellen [T-MATH-105897]

**Verantwortung:** Dr. Björn de Rijk  
Prof. Dr. Wolfgang Reichel

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102927 - Wandernde Wellen](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 6               | Drittelnoten | 2       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von ca. 30 min. Bitte beachten Sie die Bonusregelung (siehe unter *Modulnote*).

**Voraussetzungen**

Keine

**Empfehlungen**

Folgende Module werden dringend empfohlen: Analysis 1-4.

## T

## 4.232 Teilleistung: Wärmeübertragung II [T-CIWVT-106067]

**Verantwortung:** Prof. Dr.-Ing. Thomas Wetzel  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik  
**Bestandteil von:** [M-CIWVT-103051 - Wärmeübertragung II](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 6

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 3

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                          |       |                   |                  |
|-------------------------|---------|----------------------------------------------------------|-------|-------------------|------------------|
| WS 24/25                | 2260020 | <a href="#">Wärmeübertragung II</a>                      | 2 SWS | Vorlesung (V) / ● | Wetzel, Dietrich |
| WS 24/25                | 2260021 | <a href="#">Übung zu 2260020<br/>Wärmeübertragung II</a> | 1 SWS | Übung (Ü) / ●     | Wetzel, Dietrich |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                          |       |                   |                  |
| SS 2024                 | 7260020 | <a href="#">Wärmeübertragung II</a>                      |       |                   | Wetzel           |
| WS 24/25                | 7280031 | <a href="#">Wärmeübertragung II</a>                      |       |                   | Wetzel           |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Erfolgskontrolle(n)**

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.

**Voraussetzungen**

keine

**T****4.233 Teilleistung: Wavelets [T-MATH-105838]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Andreas Rieder  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik  
**Bestandteil von:** [M-MATH-102895 - Wavelets](#)

**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
8

**Notenskala**  
Drittelnoten

**Turnus**  
Unregelmäßig

**Version**  
1

**Voraussetzungen**  
keine

**Empfehlungen**

Die Inhalte der Module „Analysis 1+2“, „Lineare Algebra 1+2“ sowie „Analysis 3“ werden dringend empfohlen. Das Modul „Funktionalanalysis“ wird empfohlen.

## T

## 4.234 Teilleistung: Zeitreihenanalyse [T-MATH-105874]

**Verantwortung:** Dr. rer. nat. Bruno Ebner  
 Prof. Dr. Vicky Fasen-Hartmann  
 Prof. Dr. Tilmann Gneiting  
 PD Dr. Bernhard Klar  
 Prof. Dr. Mathias Trabs

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik

**Bestandteil von:** [M-MATH-102911 - Zeitreihenanalyse](#)

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 4

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 3

| Lehrveranstaltungen     |         |                                                             |          |               |          |
|-------------------------|---------|-------------------------------------------------------------|----------|---------------|----------|
| SS 2024                 | 0161100 | <a href="#">Time Series Analysis</a>                        | 2 SWS    | Vorlesung (V) | Gneiting |
| SS 2024                 | 0161110 | <a href="#">Tutorial for 0161100 (Time Series Analysis)</a> | 1 SWS    | Übung (Ü)     | Gneiting |
| Prüfungsveranstaltungen |         |                                                             |          |               |          |
| SS 2024                 | 7700094 | <a href="#">Zeitreihenanalyse</a>                           | Gneiting |               |          |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.

**Voraussetzungen**

Das Modul kann nicht zusammen mit der Lehrveranstaltung Financial Econometrics [T-WIWI-103064] geprüft werden.

**T****4.235 Teilleistung: Zufällige Graphen und Netzwerke [T-MATH-112241]****Verantwortung:** Prof. Dr. Daniel Hug**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Mathematik**Bestandteil von:** [M-MATH-106052 - Zufällige Graphen und Netzwerke](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus       | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 8               | Drittelnoten | Unregelmäßig | 1       |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.

**Voraussetzungen**

Keine

**Empfehlungen**

Die Inhalte des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie" werden dringend empfohlen.