

# **Modulverzeichnis**

**zu der Prüfungs- und Studienordnung für  
den konsekutiven Master-Studiengang  
"Angewandte Data Science" (Amtliche  
Mitteilungen I 26/2021 S. 509)**

---



## Module

B.Bio.113: Angewandte Bioinformatik.....	8348
B.Inf.1213: Quantencomputing.....	8349
B.Inf.1231: Infrastrukturen für Data Science.....	8350
B.Inf.1236: Machine Learning.....	8352
B.Inf.1237: Deep Learning.....	8353
B.Inf.1240: Visualization.....	8354
B.Inf.1241: Computational Optimal Transport.....	8355
B.Inf.1242: Streaming Algorithms.....	8356
B.Inf.1243: Algorithms for Data Science.....	8357
B.Inf.1244: Data Management for Data Science.....	8358
B.Inf.1246: Software Engineering for Data Science.....	8360
B.Inf.1351.A: Grundlagen der Biomedizin.....	8362
B.Inf.1709: Vertiefung Algorithmen und Datenstrukturen.....	8364
B.Inf.1913: Vertiefung Computerlinguistik.....	8367
B.Mat.1300: Numerische lineare Algebra.....	8368
B.Mat.1400: Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie.....	8370
B.Mat.2300: Numerische Analysis.....	8372
B.Mat.2310: Optimierung.....	8374
B.Mat.2420: Statistical Data Science.....	8376
B.Phy.5601: Theoretical and Computational Neuroscience I.....	8378
B.Phy.5602: Theoretical and Computational Neuroscience II.....	8379
B.Phy.5605: Computational Neuroscience: Basics.....	8380
B.Phy.5651: Advanced Computational Neuroscience.....	8381
B.Phy.5652: Advanced Computational Neuroscience II.....	8382
B.Phy.5668: Introduction to Computer Vision and Robotics.....	8383
B.Psy.902: Biologische Psychologie: Neurowissenschaften.....	8384
M.Bio.141: Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie.....	8385
M.Bio.142: Molekulare Genetik und mikrobielle Zellbiologie.....	8386
M.Bio.144: Zell- und Molekularbiologie von Pflanzen-Mikroben-Interaktionen.....	8387

---

M.Bio.157: Biochemie und Biophysik - Schlüsselkompetenzmodul.....	8388
M.Bio.310: Systembiologie.....	8389
M.Bio.323: Einführung in die Bayes'sche Inferenz und Informationstheorie.....	8391
M.Bio.344: Neurobiologie 1 (Schlüsselkompetenzmodul).....	8392
M.Bio.373: Visual Psychophysics - From Theory to Experiment.....	8393
M.Bio.375: Neurorehabilitation Technologies: Introduction and Applications.....	8394
M.DH.01: Weiterführende Themen der Digital Humanities.....	8396
M.DH.10: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Sprachanalyse.....	8397
M.DH.11: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Textanalyse.....	8398
M.DH.12: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Literaturanalyse.....	8399
M.DH.13: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Bildanalyse.....	8401
M.DH.14: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Objektanalyse / Materialität.....	8402
M.DH.15: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Raumanalyse.....	8403
M.DH.16: Digitale Analyse historischer Kontexte.....	8404
M.Inf.1138: Usable Security and Privacy.....	8405
M.Inf.1139: Privacy-Enhancing Technologies.....	8406
M.Inf.1141: Semistrukturierte Daten und XML.....	8407
M.Inf.1142: Semantic Web.....	8408
M.Inf.1161: Bildanalyse und Bildverstehen.....	8409
M.Inf.1171: Cloud and Service Computing.....	8410
M.Inf.1185: Sensor Data Fusion.....	8412
M.Inf.1186: Seminar Hot Topics in Data Fusion and Analytics.....	8413
M.Inf.1187: Simulation-based Data Fusion and Analysis.....	8414
M.Inf.1191: Privacy in Ubiquitous Computing.....	8416
M.Inf.1193: Seminar on Usable Security and Privacy.....	8417
M.Inf.1194: Seminar on Privacy in Data Science.....	8418
M.Inf.1195: Seminar Human in the Age of Artificial Intelligence.....	8419
M.Inf.1211: Probabilistische Datenmodelle und ihre Anwendungen.....	8420
M.Inf.1213: Algorithmisches Lernen und Mustererkennung.....	8421
M.Inf.1232: Parallel Computing.....	8422
M.Inf.1234: Emerging Topics in Advanced Computer Networks.....	8424

# Inhaltsverzeichnis

---

M.Inf.1236: High-Performance Data Analytics.....	8425
M.Inf.1268: Informationstheorie.....	8427
M.Inf.1303: Bildgebung und Visualisierung.....	8428
M.Inf.1304: E-Health.....	8430
M.Inf.1307: Current Topics in Medical Informatics.....	8432
M.Inf.1308: Journal Club.....	8433
M.Inf.1351: Arbeitsmethoden in der Gesundheitsforschung.....	8434
M.Inf.1501: Data Mining in der Bioinformatik.....	8435
M.Inf.1503: Seminar Bioinformatik.....	8436
M.Inf.1504: Algorithmen der Bioinformatik II.....	8437
M.Inf.1806: Projektseminar Datenbanken und Informationssysteme.....	8438
M.Inf.1808: Practical Course on Parallel Computing.....	8439
M.Inf.1822: Practical Course in Data Fusion.....	8441
M.Inf.1828: Lab Usable Security and Privacy.....	8442
M.Inf.2001: Python for Data Scientists.....	8443
M.Inf.2101: Best Practice Methods of Privacy and Ethics in Data Science.....	8444
M.Inf.2102: Advanced Statistical Learning for Data Science.....	8445
M.Inf.2201: Probabilistic Machine Learning.....	8447
M.Inf.2241: Current Topics in Machine Learning.....	8448
M.Inf.2242: Journal Club Machine Learning and Computational Neuroscience.....	8449
M.Inf.2501: Challenges and Perspectives in Neural Data Science.....	8450
M.Inf.2541: Current Topics in Computational Neuroscience.....	8451
M.Inf.2801: Research Lab Rotation.....	8452
M.Inf.2802: Industry internship.....	8453
M.Inf.2901: Master's Thesis.....	8454
M.Inf.356-1: Personalisierte Medizin.....	8455
M.MED.0001: Lineare Modelle und ihre mathematischen Grundlagen.....	8456
M.MED.0003: Ereigniszeitanalyse.....	8457
M.MED.0004: Klinische Studien.....	8459
M.MED.0006: Genetische Epidemiologie.....	8461
M.MED.0011: Nichtparametrische Verfahren.....	8463

---

M.MED.0020: Analysis of Longitudinal and Time-to-Event Data.....	8465
M.MED.0021: Experimental Design and Causal Inference.....	8467
M.Mat.0731: Advanced practical course in scientific computing.....	8469
M.Mat.0741: Advanced practical course in stochastics.....	8471
M.Phy.5601: Seminar Computational Neuroscience/Neuroinformatik.....	8473
M.Psy.1003: Affektive Neurowissenschaften.....	8474
M.Psy.901: From Vision to Action.....	8475
M.WIWI-QMW.0001: Generalized Regression.....	8476
M.WIWI-QMW.0002: Advanced Statistical Inference (Likelihood & Bayes).....	8478
M.WIWI-QMW.0009: Introduction to Time Series Analysis.....	8480
M.WIWI-QMW.0010: Multivariate Statistics.....	8482
M.WIWI-QMW.0012: Multivariate Time Series Analysis.....	8483
M.WIWI-QMW.0016: Spatial Statistics.....	8485
M.WIWI-QMW.0033: Current Topics in Applied Statistics.....	8487
M.WIWI-QMW.0035: Statistical and Deep Learning.....	8488
SK.Bio-NF.7001: Neurobiology.....	8489
SK.Bio.357: Biologische Psychologie III.....	8491

# Übersicht nach Modulgruppen

## I. Master-Studiengang „Angewandte Data Science“

Es müssen Leistungen im Umfang von 120 C erfolgreich absolviert werden.

### 1. Fachstudium (49 C)

Es müssen Module im Umfang von insgesamt 49 C nach Maßgabe der nachfolgenden Bestimmungen erfolgreich absolviert werden.

#### a. Grundlagen der Data Science

Es müssen die folgenden sechs Module im Umfang von insgesamt 38 C erfolgreich absolviert werden.

Soweit Studierende über Vorkenntnisse in Grundlagen der Data Science verfügen, sind entsprechende Module im Umfang von insgesamt maximal 38 C durch Module in wenigstens demselben Umfang nach Nr. 2 zu ersetzen. Hierüber entscheidet die Mentorin oder der Mentor nach Maßgabe durch die Prüfungskommission zu formulierender Grundsätze. Module, die bereits im Bachelor-Studium absolviert wurden, können nicht erneut belegt werden.

B.Inf.1231: Infrastrukturen für Data Science (6 C, 4 SWS).....	8350
B.Inf.1236: Machine Learning (6 C, 4 SWS).....	8352
B.Inf.1237: Deep Learning (6 C, 4 SWS).....	8353
M.Inf.2101: Best Practice Methods of Privacy and Ethics in Data Science (5 C, 2 SWS).....	8444
M.MED.0001: Lineare Modelle und ihre mathematischen Grundlagen (9 C, 6 SWS).....	8456
M.WIWI-QMW.0002: Advanced Statistical Inference (Likelihood & Bayes) (6 C, 4 SWS).....	8478

#### b. Statistische Methoden der Data Science

Es muss eines der folgenden Module im Umfang von 6 C erfolgreich absolviert werden:

M.Inf.2102: Advanced Statistical Learning for Data Science (6 C, 4 SWS).....	8445
M.MED.0020: Analysis of Longitudinal and Time-to-Event Data (6 C, 4 SWS).....	8465
M.MED.0021: Experimental Design and Causal Inference (6 C, 4 SWS).....	8467
M.WIWI-QMW.0001: Generalized Regression (6 C, 4 SWS).....	8476

#### c. Informatik-Methoden der Data Science

Es muss eines der folgenden Module im Umfang von 5 C erfolgreich absolviert werden:

B.Inf.1243: Algorithms for Data Science (5 C, 4 SWS).....	8357
B.Inf.1244: Data Management for Data Science (5 C, 4 SWS).....	8358
B.Inf.1246: Software Engineering for Data Science (5 C, 3 SWS).....	8360

M.Inf.1139: Privacy-Enhancing Technologies (5 C, 4 SWS).....	8406
M.Inf.1185: Sensor Data Fusion (5 C, 4 SWS).....	8412

## 2. Professionalisierungsbereich (41 C)

Es müssen Module im Umfang von insgesamt wenigstens 41 C nach Maßgabe der nachfolgenden Bestimmungen erfolgreich absolviert werden. Module, die bereits im Bachelor-Studium absolviert wurden, können nicht erneut berücksichtigt werden; nach Nr. 1 absolvierte Module werden nicht erneut berücksichtigt.

### a. Wahlbereich Data Science (5 C)

Aus nachfolgenden Modulgruppen aa–dd muss mindestens ein Modul im Umfang von wenigstens 5 C erfolgreich absolviert werden:

#### aa. Informatik

B.Inf.1213: Quantencomputing (5 C, 3 SWS).....	8349
B.Inf.1240: Visualization (5 C, 3 SWS).....	8354
B.Inf.1242: Streaming Algorithms (5 C, 3 SWS).....	8356
B.Inf.1243: Algorithms for Data Science (5 C, 4 SWS).....	8357
B.Inf.1244: Data Management for Data Science (5 C, 4 SWS).....	8358
B.Inf.1709: Vertiefung Algorithmen und Datenstrukturen (5 C, 4 SWS).....	8364
M.Inf.1138: Usable Security and Privacy (5 C, 4 SWS).....	8405
M.Inf.1139: Privacy-Enhancing Technologies (5 C, 4 SWS).....	8406
M.Inf.1141: Semistrukturierte Daten und XML (6 C, 4 SWS).....	8407
M.Inf.1142: Semantic Web (6 C, 4 SWS).....	8408
M.Inf.1161: Bildanalyse und Bildverstehen (6 C, 4 SWS).....	8409
M.Inf.1171: Cloud and Service Computing (5 C, 3 SWS).....	8410
M.Inf.1185: Sensor Data Fusion (5 C, 4 SWS).....	8412
M.Inf.1187: Simulation-based Data Fusion and Analysis (5 C, 4 SWS).....	8414
M.Inf.1191: Privacy in Ubiquitous Computing (5 C, 4 SWS).....	8416
M.Inf.1193: Seminar on Usable Security and Privacy (5 C, 2 SWS).....	8417
M.Inf.1194: Seminar on Privacy in Data Science (5 C, 2 SWS).....	8418
M.Inf.1195: Seminar Human in the Age of Artificial Intelligence (5 C, 2 SWS).....	8419
M.Inf.1213: Algorithmisches Lernen und Mustererkennung (6 C, 4 SWS).....	8421
M.Inf.1232: Parallel Computing (6 C, 4 SWS).....	8422



M.Inf.1236: High-Performance Data Analytics (6 C, 4 SWS).....	8425
M.Inf.1268: Informationstheorie (6 C, 4 SWS).....	8427
M.Inf.1303: Bildgebung und Visualisierung (6 C, 4 SWS).....	8428
M.Inf.1828: Lab Usable Security and Privacy (6 C, 4 SWS).....	8442
M.Inf.2201: Probabilistic Machine Learning (6 C, 4 SWS).....	8447

## **bb. Statistik**

M.Bio.323: Einführung in die Bayes'sche Inferenz und Informationstheorie (12 C, 12 SWS).	8391
M.MED.0003: Ereigniszeitanalyse (6 C, 4 SWS).....	8457
M.MED.0011: Nichtparametrische Verfahren (6 C, 4 SWS).....	8463
M.MED.0020: Analysis of Longitudinal and Time-to-Event Data (6 C, 4 SWS).....	8465
M.MED.0021: Experimental Design and Causal Inference (6 C, 4 SWS).....	8467
M.WIWI-QMW.0001: Generalized Regression (6 C, 4 SWS).....	8476
M.WIWI-QMW.0009: Introduction to Time Series Analysis (6 C, 4 SWS).....	8480
M.WIWI-QMW.0010: Multivariate Statistics (6 C, 4 SWS).....	8482
M.WIWI-QMW.0012: Multivariate Time Series Analysis (6 C, 4 SWS).....	8483
M.WIWI-QMW.0016: Spatial Statistics (6 C, 4 SWS).....	8485
M.WIWI-QMW.0035: Statistical and Deep Learning (6 C, 4 SWS).....	8488

## **cc. Mathematik**

Es können Module aus den folgenden Zyklen der Lehreinheit Mathematik absolviert werden:

- Optimisation
- Inverse problems
- Image and geometry processing
- Scientific computing/applied mathematics
  
- Applied and mathematical stochastics
- Statistical modelling and inference
- Multivariate statistics
- Statistical foundations of data science

Darüber hinaus können die folgenden Module gewählt werden:

B.Inf.1241: Computational Optimal Transport (6 C, 4 SWS).....	8355
B.Mat.1300: Numerische lineare Algebra (9 C, 6 SWS).....	8368
B.Mat.1400: Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie (9 C, 6 SWS).....	8370
B.Mat.2300: Numerische Analysis (9 C, 6 SWS).....	8372
B.Mat.2310: Optimierung (9 C, 6 SWS).....	8374

B.Mat.2420: Statistical Data Science (9 C, 6 SWS).....	8376
--	------

#### **dd. Praktika und Seminare**

M.Inf.1186: Seminar Hot Topics in Data Fusion and Analytics (5 C, 2 SWS).....	8413
M.Inf.1234: Emerging Topics in Advanced Computer Networks (6 C, 4 SWS).....	8424
M.Inf.1806: Projektseminar Datenbanken und Informationssysteme (6 C, 2 SWS).....	8438
M.Inf.1808: Practical Course on Parallel Computing (6 C, 4 SWS).....	8439
M.Inf.1822: Practical Course in Data Fusion (6 C, 4 SWS).....	8441
M.Inf.2241: Current Topics in Machine Learning (5 C, 2 SWS).....	8448
M.Inf.2242: Journal Club Machine Learning and Computational Neuroscience (5 C, 2 SWS).....	8449
M.Mat.0731: Advanced practical course in scientific computing (10 C, 4 SWS).....	8469
M.Mat.0741: Advanced practical course in stochastics (10 C, 6 SWS).....	8471
M.WIWI-QMW.0033: Current Topics in Applied Statistics (6 C, 2 SWS).....	8487

#### **b. Anwendungsgebiet (18 C)**

Es müssen in einem der nachfolgend genannten Anwendungsgebiete Module im Umfang von insgesamt wenigstens 18 C nach Maßgabe der in II. bis V. genannten Bestimmungen erfolgreich absolviert werden: "Bioinformatik", "Computational Neuroscience", "Medical Data Science", "Digital Humanities".

#### **c. Schlüsselkompetenzen (18 C)**

Es müssen Module im Umfang von insgesamt wenigstens 18 C nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgreich absolviert werden.

##### **aa. Berufsspezifische Schlüsselkompetenzen**

Es muss eines der folgenden Module im Umfang von 12 C erfolgreich absolviert werden:

M.Inf.2801: Research Lab Rotation (12 C, 1 SWS).....	8452
M.Inf.2802: Industry internship (12 C, 1 SWS).....	8453

##### **bb. Fächerübergreifende Schlüsselkompetenzen**

Es müssen Module im Umfang von wenigstens 6 C (maximal 9 C) aus dem universitätsweiten Modulverzeichnis Schlüsselkompetenzen oder der Prüfungsordnung für Studienangebote der zentralen Einrichtung für Sprachen und Schlüsselqualifikationen (ZESS) belegt werden. Die Prüfungskommission entscheidet über weitere wählbare Module, die in geeigneter Weise bekannt zu machen sind.

#### **d. Vorkenntnisse im Professionalisierungsbereich**

Soweit Studierende über Vorkenntnisse verfügen, welche obligatorischen Modulen nach Buchstabe b weitgehend entsprechen, sind diese Module nicht zu absolvieren, im Falle eines Anwendungsfachs durch andere Module des Anwendungsfachs in vergleichbarem Umfang zu ersetzen. Hierüber entscheidet die Mentorin oder der Mentor nach Maßgabe durch die Prüfungskommission zu formulierender Grundsätze. Module, die bereits im Bachelor-Studium absolviert wurden, können nicht erneut belegt werden.

### 3. Weitere Module

Es sind weitere Module nach Nummern 1 und 2 zu absolvieren, bis im Fachstudium und Professionalisierungsbereich insgesamt wenigstens 90 C erworben wurden.

### 4. Masterarbeit

Es muss das Masterabschlussmodul im Umfang von 30 C erfolgreich absolviert werden:

M.Inf.2901: Master's Thesis (30 C, 1 SWS)..... 8454

## II. Anwendungsgebiet „Computational Neuroscience“

Es müssen Module im Umfang von mindestens 18 C nach Maßgabe der nachfolgenden Bestimmungen absolviert werden.

### 1. Grundlagen

Es müssen die folgenden drei Module im Umfang von insgesamt 9 C erfolgreich absolviert werden:

B.Phy.5605: Computational Neuroscience: Basics (3 C, 2 SWS)..... 8380

M.Inf.2501: Challenges and Perspectives in Neural Data Science (3 C, 2 SWS)..... 8450

SK.Bio-NF.7001: Neurobiology (3 C, 2 SWS).....8489

### 2. Wahlbereich

Es müssen Module im Umfang von insgesamt wenigstens 9 C erfolgreich absolviert werden, darunter mindestens ein Seminar.

B.Phy.5601: Theoretical and Computational Neuroscience I (3 C, 2 SWS)..... 8378

B.Phy.5602: Theoretical and Computational Neuroscience II (3 C, 2 SWS)..... 8379

B.Phy.5651: Advanced Computational Neuroscience (3 C, 2 SWS)..... 8381

B.Phy.5652: Advanced Computational Neuroscience II (3 C, 2 SWS)..... 8382

B.Phy.5668: Introduction to Computer Vision and Robotics (3 C, 2 SWS).....8383

B.Psy.902: Biologische Psychologie: Neurowissenschaften (8 C, 4 SWS)..... 8384

M.Bio.373: Visual Psychophysics - From Theory to Experiment (3 C, 2 SWS)..... 8393

M.Bio.375: Neurorehabilitation Technologies: Introduction and Applications (2 C, 1,5 SWS)..... 8394

M.Inf.2242: Journal Club Machine Learning and Computational Neuroscience (5 C, 2 SWS)..... 8449

M.Inf.2541: Current Topics in Computational Neuroscience (5 C, 2 SWS)..... 8451

M.Phy.5601: Seminar Computational Neuroscience/Neuroinformatik (4 C, 2 SWS).....	8473
M.Psy.1003: Affektive Neurowissenschaften (6 C, 4 SWS).....	8474
M.Psy.901: From Vision to Action (6 C, 4 SWS).....	8475
SK.Bio.357: Biologische Psychologie III (3 C, 2 SWS).....	8491

### III. Anwendungsgebiet „Bioinformatik“

Es müssen Module im Umfang von mindestens 18 C nach Maßgabe der nachfolgenden Bestimmungen absolviert werden.

#### 1. Biologische Grundlagen

Es müssen zwei der folgenden Module im Umfang von insgesamt wenigstens 6 C erfolgreich absolviert werden:

M.Bio.141: Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie (3 C, 3 SWS).....	8385
M.Bio.142: Molekulare Genetik und mikrobielle Zellbiologie (3 C, 3 SWS).....	8386
M.Bio.144: Zell- und Molekularbiologie von Pflanzen-Mikroben-Interaktionen (3 C, 3 SWS).....	8387
M.Bio.157: Biochemie und Biophysik - Schlüsselkompetenzmodul (3 C, 3 SWS).....	8388
M.Bio.344: Neurobiologie 1 (Schlüsselkompetenzmodul) (3 C, 2 SWS).....	8392

#### 2. Wahlbereich Bioinformatik

Es müssen Module im Umfang von insgesamt wenigstens 12 C erfolgreich absolviert werden:

M.Bio.310: Systembiologie (12 C, 14 SWS).....	8389
M.Inf.1211: Probabilistische Datenmodelle und ihre Anwendungen (6 C, 4 SWS).....	8420
M.Inf.1501: Data Mining in der Bioinformatik (6 C, 4 SWS).....	8435
M.Inf.1503: Seminar Bioinformatik (5 C, 2 SWS).....	8436
M.Inf.1504: Algorithmen der Bioinformatik II (6 C, 4 SWS).....	8437

### IV. Anwendungsgebiet „Medical Data Science“

Es müssen Module im Umfang von mindestens 18 C nach Maßgabe der nachfolgenden Bestimmungen absolviert werden.

#### 1. Grundlagen der Medical Data Science

Es muss mindestens ein Modul im Umfang von insgesamt wenigstens 6 C erfolgreich absolviert werden:

B.Bio.113: Angewandte Bioinformatik (10 C, 7 SWS).....	8348
B.Inf.1351.A: Grundlagen der Biomedizin (6 C, 4 SWS).....	8362
M.MED.0006: Genetische Epidemiologie (6 C, 4 SWS).....	8461

## 2. Wahlbereich Medical Data Science

Es müssen Module im Umfang von insgesamt wenigstens 6 C erfolgreich absolviert werden:

M.Bio.310: Systembiologie (12 C, 14 SWS).....	8389
M.Inf.1304: E-Health (6 C, 4 SWS).....	8430
M.Inf.1307: Current Topics in Medical Informatics (6 C, 4 SWS).....	8432
M.Inf.1308: Journal Club (3 C, 2 SWS).....	8433
M.Inf.1351: Arbeitsmethoden in der Gesundheitsforschung (5 C, 3 SWS).....	8434
M.Inf.356-1: Personalisierte Medizin (3 C, 2 SWS).....	8455
M.MED.0003: Ereigniszeitanalyse (6 C, 4 SWS).....	8457
M.MED.0004: Klinische Studien (6 C, 4 SWS).....	8459

## V. Anwendungsgebiet „Digital Humanities“

Es müssen Module aus Nrn. 1 und 2 im Umfang von insgesamt wenigstens 18 C erfolgreich absolviert werden:

### 1. Wahlmodul

Die Belegung des folgenden Moduls empfohlen:

M.DH.01: Weiterführende Themen der Digital Humanities (6 C, 4 SWS).....	8396
---	------

### 2. Wahlpflichtmodule

B.Inf.1913: Vertiefung Computerlinguistik (6 C, 4 SWS).....	8367
M.DH.10: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Sprachanalyse (9 C, 4 SWS).....	8397
M.DH.11: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Textanalyse (9 C, 4 SWS).....	8398
M.DH.12: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Literaturanalyse (9 C, 4 SWS).....	8399
M.DH.13: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Bildanalyse (9 C, 4 SWS).....	8401
M.DH.14: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Objektanalyse / Materialität (9 C, 4 SWS).....	8402
M.DH.15: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Raumanalyse (9 C, 4 SWS).....	8403
M.DH.16: Digitale Analyse historischer Kontexte (9 C, 4 SWS).....	8404

## VI. Connector Courses

M.Inf.2001: Python for Data Scientists (3 C, 2 SWS).....	8443
--	------

## VII. Prüfungsformen

Soweit in diesem Modulverzeichnis Modulbeschreibungen in englischer Sprache veröffentlicht werden, gilt für die verwendeten Prüfungsformen nachfolgende Zuordnung:

- Oral exam = mündliche Prüfung [§ 15 Abs. 8 APO]
- Written exam = Klausur [§ 15 Abs. 9 APO]
- Term paper = Hausarbeit [§ 15 Abs. 11 APO]
- Presentation = Präsentation [§ 15 Abs. 12 APO]
- Presentation with written elaboration/report = Präsentation mit schriftlicher Ausarbeitung [§ 15 Abs. 12 APO]
- Practical examination = praktische Prüfung [§ 15 Abs. 13 APO]
- Internship report = Praktikumsbericht [§ 10 Abs. 2 PStO]

APO = Allgemeine Prüfungsordnung für Bachelor- und Master-Studiengänge sowie sonstige Studienangebote an der Universität Göttingen

PStO = Prüfungs- und Studienordnung für den konsekutiven Master-Studiengang "Angewandte Data Science"

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul B.Bio.113: Angewandte Bioinformatik</b> <i>English title: Applied bioinformatics</i>		10 C 7 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls haben die Studierenden die meisten in der biowissenschaftlichen Forschung benötigten Datenbanken in ihrem Aufbau verstanden und können deren Inhalte kritisch einschätzen. Sie haben die Fähigkeit erworben, selbst biologische Fakten zu strukturieren und in ein Datenbankschema zu übertragen. Sie sind in der Lage, bioinformatische Methoden insbesondere auf die Analyse von Sequenzdaten, biologischen Netzwerken und Genexpressionsdaten kritisch anzuwenden. Sie besitzen die Fähigkeit, grundlegende biologische Prozesse in einem mathematischen Formalismus/Modell zu beschreiben und diese Modelle in gängiger Standardsoftware (R) anzuwenden.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 98 Stunden Selbststudium: 202 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Einführung in die angewandte Bioinformatik (Vorlesung)</b>		4 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Internet-basierte Bioinformatik (Übung)</b>		3 SWS
<b>Prüfung: Klausur (90 Minuten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme an den praktischen Übungen und erfolgreiches Absolvieren von drei Übungszetteln <b>Prüfungsanforderungen:</b> Identifizierung und Benennung geeigneter Informationsquellen für bestimmte Wissensbereiche im Internet; Darstellung der Grundlagen für ein einfaches Datenbankschema und exemplarische Entwicklung eines solchen Schemas; Benennung und Anwendung von Maßzahlen zur kritischen Bewertung von bioinformatischen Analyseverfahren; Kennen verschiedener grundlegender Methoden des Sequenzvergleichs; Anwendung einzelner Verfahren zur phylogenetischen Rekonstruktion sowie des Informationsbegriffs bei der Analyse von Sequenzdaten; Wiedergabe und Anwendung grundlegender Eigenschaften biologischer Netzwerke und ihrer graphentheoretischen Repräsentation		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Für BSc Bio: mindestens 40 C aus dem ersten Studienabschnitt	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Tim Beißbarth	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3 - 5	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 100		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul B.Inf.1213: Quantencomputing</b> <i>English title: Quantum computing</i>		5 C 3 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Es werden die Grundlage des Quantencomputings gelegt, so dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Anschluss dessen grundlegende Prinzipien im Vergleich zum klassischen Rechnen verstanden haben. Dies geschieht vermöge der Vermittlung grundlegender Algorithmen, wie Deutschs Algorithmus, Grovers Algorithmus, der Quanten-Fouriertransformation und Shors Algorithmus. Das geht nicht ohne ein Verständnis von Quantenregistern und Quantenschaltkreisen.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 108 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Quantencomputing</b> (Vorlesung, Übung)		3 SWS
<b>Prüfung: MündlichMündliche Prüfung oder mündliche online Prüfung (ca. 20 min) (ca. 20 Minuten)</b> <b>Prüfungsanforderungen:</b> Quantenregister; Quantenschaltkreise; Deutschs Algorithmus; Grovers Algorithmus; Quanten-Fouriertransformation; Shors Algorithmus; Vergleich Quantencomputing und klassisches Rechnen.		5 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Grundlagen der Analysis, der Lineare Algebra und der Theoretischen Informatik	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Stephan Waack	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3 - 6	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 50		



<p><b>Georg-August-Universität Göttingen</b></p> <p><b>Module B.Inf.1231: Infrastructures of Data Science</b></p>	<p>6 C 4 WLH</p>
<p><b>Learning outcome, core skills:</b> Upon completion the course, students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basic functions of data science infrastructures and their significance.</li> <li>• understand basic data types and their specifics.</li> <li>• understand the most important technical infrastructures for storing and processing data locally and in the cloud as well as their advantages and disadvantages in relation to data science applications.</li> <li>• can apply the concept of the data lake to basic data science problems.</li> <li>• are able to apply the different steps of data pre-processing to selected data sets.</li> <li>• can identify the characteristics of time series and graph data and are able to recall the functions of DBMSs designed for their processing.</li> <li>• can present the basic tasks of data analysis platforms and can describe them using examples.</li> <li>• can apply methods and tools for the presentation and visualisation of data.</li> <li>• can model basic data science workflows and are able to transfer their knowledge to basic data science projects.</li> </ul>	<p><b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h</p>
<p><b>Course: Infrastructures of Data Science</b> (Lecture, Exercise)</p> <p><i>Contents:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data types and their characteristics</li> <li>• Common functions of data science infrastructures</li> <li>• Storage, compute, and cloud infrastructures for data science</li> <li>• Concept of a data lake</li> <li>• Data pre-processing methods and selected tools</li> <li>• Time series and graph data, the respective DBMS, and query languages</li> <li>• Data analytics platforms</li> <li>• Data presentation and visualization</li> <li>• Data science workflows and selected infrastructure components</li> </ul>	<p>4 WLH</p>
<p><b>Examination: In-class, written exam (90 min) or oral exam (approx. 30 min.)</b></p> <p><b>Examination prerequisites:</b> Students complete 50% of the homework exercises.</p> <p><b>Examination requirements:</b> Through the examination students demonstrate that they are able to describe basic functions of (cloud-based) data science infrastructures as well as to specify and identify basic data types. Students can also prove their understanding of data lakes and can apply their knowledge of MapReduce and Hadoop in that particular context. They can analyse basic data pre-processing problems and sketch common solutions. Student can show that they understand time series and graph data as well as the corresponding DBMS and that they can present common tasks of data analysis platforms. Through the examination, students also demonstrate their ability to select appropriate methods for visualising data and show that they are able to create basic data science workflows.</p>	<p>6 C</p>

---

<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Python and basic database knowledge (recommended, not mandatory)
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Hon.-Prof. Dr. Philipp Wieder
<b>Course frequency:</b> each winter semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Bachelor: 3 - 6; Master: 1 - 2
<b>Maximum number of students:</b> 50	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C
<b>Module B.Inf.1236: Machine Learning</b>		4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn concepts and techniques of machine learning and understand their advantages and disadvantages compared with alternative approaches</li> <li>• learn techniques of supervised learning for classification and regression</li> <li>• learn techniques of unsupervised learning for density estimation, dimensionality reduction and clustering</li> <li>• implement machine learning algorithms like linear regression, logistic regression, kernel methods, tree-based methods, neural networks, principal component analysis, k-means and Gaussian mixture models</li> <li>• solve practical data science problems using machine learning methods</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Machine Learning (Lecture)</b> Bishop: Pattern recognition and machine learning. <a href="https://cs.ugoe.de/prml">https://cs.ugoe.de/prml</a>		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes)</b> <b>Examination prerequisites:</b> B.Inf.1236.Ex: At least 50% of homework exercises solved. <b>Examination requirements:</b> Knowledge of the working principles, advantages and disadvantages of the machine learning methods covered in the lecture		6 C
<b>Course: Machine Learning - Exercise (Exercise)</b>		2 WLH
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Knowledge of basic linear algebra and probability	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Alexander Ecker	
<b>Course frequency:</b> each summer semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 4	
<b>Maximum number of students:</b> 100		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C
<b>Module B.Inf.1237: Deep Learning</b>		4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn concepts and techniques of deep learning and understand their advantages and disadvantages compared to alternative approaches</li> <li>• learn to solve practical data science problems using deep learning</li> <li>• implement deep learning techniques like multi-layer perceptrons, convolutional neural networks, recurrent neural networks, deep reinforcement learning</li> <li>• learn techniques for optimization and regularization of deep neural networks</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Deep Learning (Lecture)</b> Goodfellow, Bengio, Courville: Deep Learning. <a href="https://www.deeplearningbook.org">https://www.deeplearningbook.org</a> Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning. <a href="https://cs.ugoe.de/prml">https://cs.ugoe.de/prml</a>		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes)</b> <b>Examination prerequisites:</b> B.Inf.1237.Ex: At least 50% of homework exercises solved. <b>Examination requirements:</b> Knowledge of basic deep learning techniques, their advantages and disadvantages and approaches to optimization and regularization. Ability to implement these techniques.		6 C
<b>Course: Deep Learning - Exercise (Exercise)</b>		2 WLH
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Basic knowledge of linear algebra and probability Completion of B.Inf.1236 Machine Learning or equivalent	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Alexander Ecker	
<b>Course frequency:</b> each winter semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 5	
<b>Maximum number of students:</b> 100		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C
<b>Module B.Inf.1240: Visualization</b>		3 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> Knowledge of <ul style="list-style-type: none"> <li>• the potentials and limitations of data visualization</li> <li>• the fundamentals of visual perception and cognition and their implications for data visualization. Students can apply these to the design of visualizations and detect manipulative design choices</li> <li>• a broad variety of techniques for visual representation of data, including abstract and high-dimensional data. Students can select appropriate methods on new problems</li> <li>• integration of visualization into the data analysis process, algorithmic generation and interactive methods</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 42 h Self-study time: 108 h
<b>Course: Visualization</b> (Lecture, Exercise)		3 WLH
<b>Examination: Written exam (90 minutes) or oral exam (approx. 20 minutes)</b> <b>Examination prerequisites:</b> At least 50% of homework exercises solved. <b>Examination requirements:</b> Knowledge of potentials and limitations of data visualization, fundamentals of visual perception and their implications for good design choices, techniques for visual representation and how to use them.		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Basic linear algebra and programming skills	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Bernhard Schmitzer	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 3 - 6	
<b>Maximum number of students:</b> 50		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C
<b>Module B.Inf.1241: Computational Optimal Transport</b>		4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> Knowledge of <ul style="list-style-type: none"> <li>• the fundamental notions of optimal transport, and its strengths and limitations as a data analysis tool</li> <li>• the discrete Kantorovich formulation, its convex duality, and Wasserstein distances</li> <li>• classical numerical algorithms, entropic regularization, and their scopes of applicability</li> <li>• examples for data analysis applications. Students can transfer these to new potential applications</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Computational Optimal Transport</b> (Lecture, Exercise)		4 WLH
<b>Examination: Written exam (90 minutes) or oral exam (approx. 20 minutes)</b> <b>Examination prerequisites:</b> At least 50% of homework exercises solved. <b>Examination requirements:</b> Knowledge of Kantorovich duality, Wasserstein distances, standard algorithms and implications for data analysis applications.		6 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> B.Mat.2310: Optimierung, analysis, linear algebra, programming skills	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Bernhard Schmitzer	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 4 - 6	
<b>Maximum number of students:</b> 50		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C
<b>Module B.Inf.1242: Streaming Algorithms</b>		3 WLH
<p><b>Learning outcome, core skills:</b></p> <p>After the successful completion of the module, the students should have a good understanding of the data stream model and its applications in practical scenarios (related, for instance, to the processing of big-data). We will present a series of algorithmic problems and their solutions in the streaming model, such as: finding frequent items, counting distinct elements, sketching, analysis of geometric streams, graph streams, text streams, communication complexity and lower bounds. On each specific topic, the lecture will start from a relatively low level (and cover also basic algorithms for arrays, graphs, strings, etc.).</p> <p>Basic references are the lecture Data Stream Algorithms by Amit Chakrabarti from University of Dartmouth (USA), and the Data Stream Algorithms Lecture Notes from a series of lectures by S. Muthu Muthukrishnan from the 2009 McGill (Barbados) Workshop on Computational Complexity (both available online).</p>		<p><b>Workload:</b></p> <p>Attendance time: 42 h</p> <p>Self-study time: 108 h</p>
<b>Course: Streaming Algorithms (Exercise)</b>		1 WLH
<b>Course: Streaming Algorithms (Lecture)</b>		2 WLH
<b>Examination: Oral examination (approx. 30 minutes)</b>		5 C
<p><b>Examination requirements:</b></p> <p>Oral presentation of a theoretical subject from the lecture and a sketch solution to an algorithmic problem related to the covered topics.</p>		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Florin Manea	
<b>Course frequency:</b> each summer semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> three times	<b>Recommended semester:</b> Bachelor: 5 - 6; Master: 1 - 4	
<b>Maximum number of students:</b> 20		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C
<b>Module B.Inf.1243: Algorithms for Data Science</b>		4 WLH
<p><b>Learning outcome, core skills:</b>          After the successful completion of the module, the students should have a good understanding of fundamental algorithmic-approaches and -tools used in the area of data science. This lecture will approach topics related to: processing of fundamental data types and structures, such as numeric and textual data, graphs, spatial data, etc.; measuring the similarity of data; clustering; pattern matching, recognition, and mining; etc. The lecture will start from a relatively low level (and cover also basic algorithms for graphs, strings, etc.).</p> <p>The lecture will be loosely based on the two following two textbooks.</p> <p>Avrim Blum, John Hopcroft, and Ravi Kannan. Foundations of Data Science, 2018.          URL:<a href="https://www.cs.cornell.edu/jeh/book.pdf">https://www.cs.cornell.edu/jeh/book.pdf</a>.</p> <p>Charu C. Aggarwal. Data Mining: The Textbook, Springer, May 2015</p>		<p><b>Workload:</b>          Attendance time:          56 h          Self-study time:          94 h</p>
<b>Course: Algorithms for Data Science (Exercise)</b>		2 WLH
<b>Course: Algorithms for Data Science (Lecture)</b>		2 WLH
<b>Examination: Oral Exam (approx. 30 min.) or Written Exam (120 min.)</b>		5 C
<p><b>Examination requirements:</b>          Oral presentation of a theoretical subject from the lecture and a sketch solution to an algorithmic problem related to the covered topics.</p>		
<p><b>Admission requirements:</b>          none</p>	<p><b>Recommended previous knowledge:</b>          none</p>	
<p><b>Language:</b>          English</p>	<p><b>Person responsible for module:</b>          Prof. Dr. Florin Manea</p>	
<p><b>Course frequency:</b>          each winter semester</p>	<p><b>Duration:</b>          1 semester[s]</p>	
<p><b>Number of repeat examinations permitted:</b>          three times</p>	<p><b>Recommended semester:</b>          Bachelor: 5 - 6; Master: 1 - 4</p>	
<p><b>Maximum number of students:</b>          50</p>		



<p><b>Georg-August-Universität Göttingen</b>  <b>Module B.Inf.1244: Data Management for Data Science</b></p>	<p>5 C  4 WLH</p>
<p><b>Learning outcome, core skills:</b>  The module provides the fundamental conceptual, systemic and application-related aspects of the sustainable utilization of data from its creation and publication to its sustainable storage. Organized handling of data includes the processes of archiving and re-using data. This covers the strategic planning of research projects (research data management), the management of the technical foundations and the recording, organization, and linking of metadata.</p> <p>The participants will learn approaches to handle big data, including all facets of heterogenous or fast streaming data. We will also work on the concepts of (web) APIs in order to empower the participants to collect and combine their own data sets. The latter requires an understanding of standard processes such as Extract-Transform-Load (ETL). Data integration and interoperability of different data sources is the central challenge. The learned concepts will be tested and applied using advanced solutions. We will investigate the current market of data management tools, warehouse solutions or data processing platforms.</p> <p>The students develop the ability to think in systems and processes. The students are able to transfer their acquired knowledge and skills for problem solving to new areas of responsibility, to work together in groups and to work on new issues together.</p>	<p><b>Workload:</b>  Attendance time:  56 h  Self-study time:  94 h</p>
<p><b>Course: Data Management for Data Science (Lecture, Exercise)</b>  <i>Contents:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data management processes in the context of the data life cycle</li> <li>• Tools for data management</li> <li>• Provision of data for data science processes</li> <li>• Data quality and data security</li> <li>• Data handling in the context of IoT</li> <li>• ETL/ELT processes</li> <li>• Stream &amp; batch processing</li> <li>• Read-only-data structures</li> <li>• Data Lakes vs Data Warehouse</li> <li>• Event-driven data architectures</li> </ul>	<p>4 WLH</p>
<p><b>Examination: Written examination (120 minutes)</b>  <b>Examination requirements:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describing the data lifecycle</li> <li>• Understanding different approaches for data archiving</li> <li>• Explaining the structure, functionality and use of practice-relevant data management, storage and archiving systems</li> <li>• Understanding the ETL/ELT processes for data handling</li> <li>• Describing the concepts of data warehousing and data lakes</li> <li>• Describing the concepts and challenges for Big Data and data at scale</li> <li>• Understanding the read only data store architecture</li> </ul>	<p>5 C</p>

---

<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Dr. Sven Bingert
<b>Course frequency:</b> each winter semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Bachelor: 5 - 6; Master: 1 - 4
<b>Maximum number of students:</b> not limited	

<p><b>Georg-August-Universität Göttingen</b>  <b>Module B.Inf.1246: Software Engineering for Data Science</b></p>	<p>5 C  3 WLH</p>
<p><b>Learning outcome, core skills:</b>  The students acquire the following competences in the areas of software engineering and engineering AI-enabled systems:</p> <p>Part I: Software Engineering:</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know definition and tasks of software engineering</li> <li>• know what a software project is and which persons and roles are involved in software projects.</li> <li>• know and can assess different software engineering process models. The assessment is based on purposes as well as advantages and disadvantages of the models.</li> <li>• know the principles of the development phases requirements engineering, design, implementation and quality assurance.</li> <li>• can assess and apply basic techniques for requirements engineering, design and quality assurance.</li> </ul> <p>Part II: Engineering AI-Enabled Systems</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know principles and can assess methods of engineering processes for AI-enabled systems.</li> <li>• know, assess and can apply engineering methods for engineering AI-enabled systems. Engineering methods may cover requirements engineering, design, architecture and operations.</li> <li>• know and can assess the principles of responsible AI engineering. This includes knowledge about the aspects provenance, versioning, reproducibility, safety, security and privacy, fairness, interpretability and explainability, as well as transparency and trust.</li> </ul>	<p><b>Workload:</b>  Attendance time:  42 h  Self-study time:  108 h</p>
<p><b>Course: Software Engineering for Data Science (Lecture, Exercise)</b>  <i>Contents:</i>  The lecture will cover topics from the following materials:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ian Sommerville. 2015. Software Engineering, Global Edition. Pearson Education.</li> <li>• Christian Kästner, Eunsuk Kang. 2020. Teaching software engineering for AI-enabled systems. CSE-SEET '20: Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training.</li> <li>• Geoff Hulten. 2019. Building Intelligent Systems: A Guide to Machine Learning, Engineering. Apress.</li> <li>• Jeff Smith. 2018. Machine Learning Systems: Designs that Scale. Manning Publications Co.</li> </ul>	<p>3 WLH</p>
<p><b>Examination: Written Exam (90 min.) or Oral Exam (approx. 20 min.)</b></p>	<p>5 C</p>

<b>Examination prerequisites:</b> Develop and present the solution of one exercise (presentation and report).		
<b>Examination requirements:</b> Software engineering definition, software projects, software processes, requirements engineering, design, implementation, quality assurance, engineering processes for AI-enabled systems, responsible AI engineering.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> B.Inf.1101, B.Inf.1841	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Jens Grabowski	
<b>Course frequency:</b> not specified	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Bachelor: 5 - 6; Master: 1 - 4	

<p><b>Georg-August-Universität Göttingen</b>  <b>Modul B.Inf.1351.A: Grundlagen der Biomedizin</b>  <i>English title: Fundamentals of Biomedicine</i></p>	<p>6 C 4 SWS</p>
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können grundlegende Themenfelder der Biomedizin beschreiben, voneinander abgrenzen und deren Bedeutung für die biomedizinische Forschung, Diagnostik und Therapie erläutern.</li> <li>• können die für das jeweilige Themenfeld zentralen Begriffe nennen, definieren und anwenden.</li> <li>• können die Bedeutung und Rolle der Medizininformatik für erfolgreiche biomedizinische Forschung beschreiben und anhand aktueller Forschungsprojekte und Publikationen exemplarisch erläutern.</li> <li>• identifizieren interdisziplinäre Schnittstellen und können die Unterschiede und das Zusammenwirken von Biologie, Medizin und Informatik anhand von Anwendungsbeispielen beschreiben.</li> </ul>	<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden</p>
<p><b>Lehrveranstaltung: Grundlagen der Biomedizin I (Vorlesung)</b>  <i>Inhalte:</i>                  Biologie der Zelle, Bakterien, Viren, Genetik/Genomik, DNA/RNA/Phänotyp, Mutationen, Genexpressionsanalyse, genetisch bedingte Krankheiten, Gentherapie, Biobanken. Die Inhalte werden aktuellen Entwicklungen angepasst. Literaturempfehlungen werden zu Beginn des jeweiligen Semesters ausgegeben.  <i>Angebotshäufigkeit:</i> jedes Wintersemester</p>	
<p><b>Prüfung: Klausur bzw. E-Prüfung (60 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 20 Min.)</b></p>	<p>3 C</p>
<p><b>Lehrveranstaltung: Grundlagen der Biomedizin II (Vorlesung)</b>  <i>Inhalte:</i>                  Gewebe, Organe, Organsysteme, Anatomie; Erkrankungen und Therapiemöglichkeiten, medizinische Disziplinen. Die Inhalte werden aktuellen Entwicklungen angepasst. Literaturempfehlungen werden zu Beginn des jeweiligen Semesters ausgegeben.  <i>Angebotshäufigkeit:</i> jedes Sommersemester</p>	
<p><b>Prüfung: Klausur bzw. E-Prüfung (60 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 20 Min.)</b></p>	<p>3 C</p>
<p><b>Prüfungsanforderungen:</b>                  In der Prüfung wird neben dem theoretischen Verständnis zentraler Begriffe und Methoden deren Auswahl, Einsatz und Überprüfung anhand von Fallbeispielen nachgewiesen. Lernziele werden zu jeder Lehreinheit ausgegeben. Prüfungsanforderungen werden in der Lehrveranstaltung durch geeignete Übungsaufgaben und/oder Repetitorien vermittelt. In Klausuren bzw. E-Prüfungen sind grundsätzlich offene Fragen in Textform zu bearbeiten, weitere Fragetypen (z. B. MC) sind in geringem Umfang möglich.</p>	
<p><b>Zugangsvoraussetzungen:</b></p>	<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p>

keine	Es wird empfohlen, die Lehrveranstaltungen in der durch die Nummerierung vorgegebenen Reihenfolge zu besuchen.
<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. rer. nat. Dagmar Krefting Prof. Dr. Ulrich Sax
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Dauer:</b> 2 Semester
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> Bachelor: 3 - 6; Master: 1 - 3
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 50	

<p><b>Georg-August-Universität Göttingen</b></p> <p><b>Modul B.Inf.1709: Vertiefung Algorithmen und Datenstrukturen</b></p> <p><i>English title: Advanced Algorithms and Data Structures</i></p>	<p>5 C 4 SWS</p>
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse und Kompetenzen auf einem Gebiet aus dem Bereich Algorithmen und Datenstrukturen erworben. Beispiele für solche Gebiete sind Algorithms on Sequences und Advanced Topics on Algorithms.</p>	<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 94 Stunden</p>
<p><b>Lehrveranstaltung: Algorithms on Sequences</b> (Vorlesung, Übung)</p> <p><i>Inhalte:</i></p> <p>This course is an introduction into the theory of stringology, or algorithms on sequences of symbols (also called words or strings). Our main intention is to present a series of basic algorithmic and combinatorial results, which can be used to develop efficient word-processing tools. While the emphasis of the course is on the theoretical side of stringology, we also present a series of applications of the presented concepts in areas like data-compression or computational biology.</p> <p>We expect that the participants to this course will gain an understanding of classical string-processing tools. They are supposed to understand and be able to use in various situations: classical text algorithms (e.g., pattern matching algorithms, edit distance), classical text indexing data structures (e.g., suffix arrays / trees), and classical combinatorial results that are useful in this context (e.g., periodicity lemmas).</p> <p>The main topics our course will cover are: basic combinatorics on words, pattern matching algorithms, data structures for text indexing (suffix arrays, suffix trees), text compression (Huffman encoding, Lempel-Ziv method), detection of regularities in words, algorithms for words with don't care symbols (partial words), word distance algorithms, longest common subsequence algorithms, approximate pattern matching. The presentation of each theoretical topic from the above will be accompanied by a brief discussion on its possible applications.</p> <p>Literature</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms (3rd Edition), MIT Press, 2009.</li> <li>• M. Crochemore, C. Hancart, T. Lecroq: Algorithms on Strings, Cambridge University Press, 2007.</li> <li>• M. Crochemore, W. Rytter: Jewels of Stringology, World Scientific, 2002.</li> <li>• D. Gusfield. Algorithms on strings, trees, and sequences: computer science and computational biology. Cambridge University Press, 1997.</li> </ul> <p><i>Angebotshäufigkeit:</i> unregelmäßig</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Lehrveranstaltung: Advanced Topics on Algorithms</b> (Vorlesung, Übung)</p> <p><i>Inhalte:</i></p> <p>In this course we present a series of selected results on data structures and efficient algorithms, and discuss a series of areas in which they can be applied successfully. The</p>	<p>4 SWS</p>

emphasis of the course is on the theory, we also approach the problem of a practical implementation of the presented algorithms.

We expect that the students that will participate in this lecture will become familiar with efficient sorting and searching methods, advanced data structures, dynamic data structures, as well as other efficient algorithmic methods, they will be able to estimate the complexity of those algorithms, and they will be able to apply those algorithms to particular programming problems (from practical or theoretical settings).

The main topics our course will cover are: efficient sorting and searching (non-comparison based methods, van Emde Boas trees, Radix Sort), advanced tree-structures (Fibonacci heaps, B-Trees, structures for working with disjoint sets), dynamic data structures (range minimum queries, lowest common ancestor, applications to string algorithms: suffix arrays, suffix trees), Hashing and Dictionaries, Young tableaux, geometric algorithms (convex hull), number theoretic algorithms. The presentation of each theoretical topic from the above will be accompanied by a brief discussion on its possible applications.

#### Literature

- T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms (3rd Edition), MIT Press, 2009.
- E. Demaine: Advanced Data Structures, MIT Course nr. 6.851, 2012.
- Pawel Gawrychowski and Mayank Goswami and Patrick Nicholson: Efficient Data Structures, MPI Course, Summer 2014.

*Angebotshäufigkeit:* unregelmäßig

#### **Prüfung: Mündlich (ca. 20 Minuten)**

##### **Prüfungsanforderungen:**

##### Algorithms on Sequences

- basic combinatorics on words
- pattern matching algorithms
- data structures for text indexing (suffix arrays, suffix trees)
- text compression (Huffman encoding, Lempel-Ziv method)
- detection of regularities in words
- algorithms for words with don't care symbols (partial words)
- word distance algorithms
- longest common subsequence algorithms
- approximate pattern matching

##### Advanced Topics on Algorithms

- efficient sorting and searching (non-comparison based methods, van Emde Boas trees, Radix Sort)
- advanced tree-structures (Fibonacci heaps, B-Trees, structures for working with disjoint sets)
- dynamic data structures (range minimum queries, lowest common ancestor, applications to string algorithms: suffix arrays, suffix trees)
- Hashing and Dictionaries
- Young tableaux

5 C



<ul style="list-style-type: none"> <li>• geometric algorithms (convex hull)</li> <li>• number theoretic algorithms</li> </ul>	
---	--

<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> B.Inf.1101, B.Inf.1103
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Florin Manea
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 50	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 SWS
<b>Modul B.Inf.1913: Vertiefung Computerlinguistik</b> <i>English title: Advanced Topics in Natural Language Processing</i>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben an einem konkreten Anwendungsfall (z.B. Sentimentanalyse, Semantic Role Labelling, Dialogsystem, Textgenerierung, Argumentationsanalyse, Informationsextraktion) vertiefende Kenntnisse über verschiedene Algorithmen und deren Vor- und Nachteile erworben. Im Rahmen von praktischen Übungen haben sie zudem Erfahrungen in der Erstellung, Pflege und Aufbereitung digitaler Textkorpora sowie in der Anwendung und Evaluation computerlinguistischer Software erlangt.	<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden	
<b>Lehrveranstaltung: Vertiefung Computerlinguistik (Seminar)</b>		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Vertiefung Computerlinguistik (Übung)</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Referat (ca. 30 Min.) und Hausarbeit (max. 15 Seiten) oder Projektbericht (max. 15 Seiten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Übung <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden weisen vertiefte Kenntnisse einer spezifischen computerlinguistischen Fragestellung sowie deren algorithmischer Umsetzung nach und besitzen die Fähigkeit, computerlinguistische Algorithmen nachzuvollziehen und Forschungsergebnisse in Ansätzen zu reflektieren.		6 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Kenntnisse der Linguistik und Computerlinguistik	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Caroline Sporleder	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 25		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul B.Mat.1300: Numerische lineare Algebra</b> <i>English title: Numerical linear algebra</i>		9 C 6 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <b>Lernziele:</b> Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden mit Grundbegriffen und Methoden im Schwerpunkt "Numerische und Angewandte Mathematik" vertraut. Sie <ul style="list-style-type: none"> <li>gehen sicher mit Matrix- und Vektornormen um;</li> <li>formulieren für verschiedenartige Fixpunktgleichungen einen geeigneten Rahmen, der die Anwendung des Banachschen Fixpunktsatzes erlaubt;</li> <li>beurteilen Vor- und Nachteile von direkten und iterativen Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme, insbesondere von Krylovraumverfahren, und analysieren die Konvergenz iterativer Verfahren;</li> <li>lösen nichtlineare Gleichungssysteme mit dem Newtonverfahren und analysieren dessen Konvergenz;</li> <li>formulieren quadratische Ausgleichsprobleme zur Schätzung von Parametern aus Daten und lösen sie numerisch;</li> <li>berechnen numerisch Eigenwerte und -vektoren von Matrizen.</li> </ul> <b>Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls haben die Studierenden grundlegende Kompetenzen im Schwerpunkt "Numerische und Angewandte Mathematik" erworben. Sie sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>grundlegende Verfahren zur numerischen Lösung von mathematischen Problemen anzuwenden;</li> <li>numerische Algorithmen in einer Programmiersprache oder einem Anwendersystem zu implementieren;</li> <li>Grundprinzipien der Konvergenzanalyse numerischer Algorithmen zu nutzen.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 84 Stunden Selbststudium: 186 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Numerische Mathematik I (Vorlesung)</b>		4 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Numerische Mathematik I - Übung (Übung)</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Klausur (120 Minuten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> B.Mat.1300.Ue: Erreichen von mindestens 50% der Übungspunkte und zweimaliges Vorrechnen von Lösungen in den Übungen		9 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Nachweis der Grundkenntnisse der numerischen und angewandten Mathematik		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> B.Mat.0021, B.Mat.0022	
<b>Sprache:</b>	<b>Modulverantwortliche[r]:</b>	

Deutsch	Studiengangsbeauftragte/r
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3 - 5
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> nicht begrenzt	
<b>Bemerkungen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dozent/in: Lehrpersonen des Instituts für Numerische und Angewandte Mathematik</li><li>• Universitätsweites Schlüsselkompetenzangebot; als solches nicht verwendbar für Studierende im Zwei-Fächer-Bachelor Studiengang mit Fach Mathematik, Studiengang Master of Education mit Fach Mathematik, Bachelor/Master-Studiengang Mathematik und Promotionsstudiengang Mathematical Sciences.</li></ul>	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul B.Mat.1400: Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie</b> <i>English title: Measure and probability theory</i>	9 C 6 SWS
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Lernziele:</b></p> <p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden mit den Grundbegriffen und Methoden der Maßtheorie sowie auch der Wahrscheinlichkeitstheorie vertraut, die die Grundlage des Schwerpunkts "Mathematische Stochastik" bilden. Sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• modellieren diskrete Wahrscheinlichkeitsräume, beherrschen die damit verbundene Kombinatorik sowie den Einsatz von Unabhängigkeit und bedingten Wahrscheinlichkeiten;</li> <li>• kennen die wichtigsten Verteilungen von Zufallsvariablen;</li> <li>• verstehen grundlegende Eigenschaften sowie Existenz und Eindeutigkeitsaussagen von Maßen;</li> <li>• gehen sicher mit allgemeinen Maß-Integralen um, insbesondere mit dem Lebesgue-Integral;</li> <li>• kennen sich mit <math>L_p</math>-Räumen und Produkträumen aus;</li> <li>• formulieren wahrscheinlichkeitstheoretische Aussagen mit Wahrscheinlichkeitsräumen, Wahrscheinlichkeitsmaßen und Zufallsvariablen;</li> <li>• rechnen und modellieren mit stetigen und mehrdimensionalen Verteilungen;</li> <li>• beschreiben Wahrscheinlichkeitsmaße mit Hilfe von Verteilungsfunktionen bzw. Dichten;</li> <li>• verstehen und nutzen das Konzept der Unabhängigkeit;</li> <li>• berechnen Erwartungswerte von Funktionen von Zufallsvariablen;</li> <li>• verstehen die verschiedenen stochastischen Konvergenzbegriffe und ihre Beziehungen;</li> <li>• kennen charakteristische Funktionen und deren Anwendungen;</li> <li>• besitzen Grundkenntnisse über bedingte Wahrscheinlichkeiten und bedingte Erwartungswerte;</li> <li>• verwenden das schwache Gesetz der großen Zahlen und den zentralen Grenzwertsatz;</li> <li>• kennen einfache stochastische Prozesse wie z.B. Markov-Ketten.</li> </ul> <p><b>Kompetenzen:</b></p> <p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls haben die Studierenden grundlegende Kompetenzen im Schwerpunkt "Mathematische Stochastik" erworben. Sie sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maßräume und Maß-Integrale anzuwenden;</li> <li>• stochastische Denkweisen einzusetzen und einfache stochastische Modelle zu formulieren;</li> <li>• stochastische Modelle mathematisch zu analysieren;</li> <li>• die wichtigsten Verteilungen zu verstehen und anzuwenden;</li> </ul>	<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Präsenzzeit: 84 Stunden</p> <p>Selbststudium: 186 Stunden</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• stochastische Abschätzungen mit Hilfe von Wahrscheinlichkeitsgesetzen durchzuführen;</li> <li>• grundlegende Grenzwertsätze der Wahrscheinlichkeitstheorie zu verwenden.</li> </ul>	
<b>Lehrveranstaltung: Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie</b> (Vorlesung)	4 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie - Übung</b> (Übung)	2 SWS
<b>Prüfung: Klausur (120 Minuten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> B.Mat.1400.Ue: Erreichen von mindestens 50% der Übungspunkte und zweimaliges Vorrechnen von Lösungen in den Übungen	9 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Nachweis von Grundkenntnissen in diskreter Stochastik sowie Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie	
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> B.Mat.0021, B.Mat.0022
<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Studiengangsbeauftragte/r
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3 - 5
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> nicht begrenzt	
<b>Bemerkungen:</b> Dozent/in: Lehrpersonen des Instituts für Mathematische Stochastik	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul B.Mat.2300: Numerische Analysis</b> <i>English title: Numerical analysis</i>		9 C 6 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Lernziele: Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden mit weiterführenden Begriffen und Methoden im Schwerpunkt "Numerische und angewandte Mathematik" vertraut. Sie <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpolieren vorgegebene Stützpunkte mit Hilfe von Polynomen, trigonometrischen Polynomen und Splines;</li> <li>• integrieren Funktionen numerisch mit Hilfe von Newton-Cotes Formeln, Gauß-Quadratur und Romberg-Quadratur;</li> <li>• modellieren Evolutionsprobleme mit Anfangswertaufgaben für Systeme von gewöhnlichen Differenzialgleichungen, lösen diese numerisch mit Runge-Kutta-Verfahren und analysieren deren Konvergenz;</li> <li>• erkennen die Steifheit von gewöhnlichen Differenzialgleichungen und lösen entsprechende Anfangswertprobleme mit impliziten Runge-Kutta-Verfahren;</li> <li>• lösen je nach Ausrichtung der Veranstaltung Randwertprobleme oder sind mit Computer Aided Graphic Design (CAGD), Grundlagen der Approximationstheorie oder anderen Gebieten der Numerischen Mathematik vertraut.</li> </ul> <b>Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmen zur Lösung mathematischer Probleme zu entwickeln und</li> <li>• deren Stabilität, Fehlerverhalten und Komplexität abzuschätzen.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 84 Stunden Selbststudium: 186 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Numerische Mathematik II - Übung</b>		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Numerische Mathematik II</b>		4 SWS
<b>Prüfung: Klausur (120 Minuten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> B.Mat.2300.Ue: Erreichen von mindestens 50% der Übungspunkte und zweimaliges Vorrechnen von Lösungen in den Übungen		9 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Nachweis weiterführender Kenntnisse in numerischer Mathematik		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> B.Mat.1300	
<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Studiengangsbeauftragte/r	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	

---

zweimalig	4 - 6
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> nicht begrenzt	
<b>Bemerkungen:</b> Dozent/in: Lehrpersonen des Instituts für Numerische und Angewandte Mathematik	



<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul B.Mat.2310: Optimierung</b> <i>English title: Optimisation</i>		9 C 6 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <b>Lernziele:</b> Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden mit Grundbegriffen und Methoden der Optimierung vertraut. Sie <ul style="list-style-type: none"> <li>• lösen lineare Optimierungsprobleme mit dem Simplex-Verfahren und sind mit der Dualitätstheorie der linearen Optimierung vertraut;</li> <li>• beurteilen Konvergenzeigenschaften und Rechenaufwand von grundlegenden Verfahren für unrestringierte Optimierungsprobleme wie Gradienten- und (Quasi-)Newton-Verfahren;</li> <li>• kennen Lösungsverfahren für nichtlineare, restringierte Optimierungsprobleme und gehen sicher mit den KKT-Bedingungen um;</li> <li>• modellieren Netzwerkflussprobleme und andere Aufgaben als ganzzahlige Optimierungsprobleme und erkennen totale Unimodularität.</li> </ul> <b>Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierungsaufgaben in der Praxis zu erkennen und als mathematische Programme zu modellieren sowie</li> <li>• geeignete Lösungsverfahren zu erkennen und zu entwickeln.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 84 Stunden Selbststudium: 186 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Übungen</b> <i>Angebotshäufigkeit:</i> jedes Wintersemester		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Vorlesung</b> (Vorlesung)		4 SWS
<b>Prüfung: Klausur (120 Minuten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> B.Mat.2310.Ue: Erreichen von mindestens 50% der Übungspunkte und zweimaliges Vorrechnen von Lösungen in den Übungen		9 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Nachweis der Grundkenntnisse der Optimierung		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> B.Mat.0021, B.Mat.0022	
<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Studiengangsbeauftragte/r	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4 - 6	

**Maximale Studierendenzahl:**

nicht begrenzt

**Bemerkungen:**

- Dozent/in: Lehrpersonen des Instituts für Numerische und Angewandte Mathematik
- Universitätsweites Schlüsselkompetenzangebot; als solches nicht verwendbar für Studierende im Zwei-Fächer-Bachelor Studiengang mit Fach Mathematik, Studiengang Master of Education mit Fach Mathematik, Bachelor/Master-Studiengang Mathematik und Promotionsstudiengang Mathematical Sciences.

<p><b>Georg-August-Universität Göttingen</b></p> <p><b>Modul B.Mat.2420: Statistical Data Science</b></p> <p><i>English title: Statistical Data Science</i></p>	<p>9 C 6 SWS</p>
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Lernziele:</b></p> <p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden mit den Methoden und Denkweisen der Statistical Data Science vertraut. Sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gehen sicher mit den Grundbegriffen der deskriptiven Methoden der Statistical Data Science um wie etwa Histogrammen, Quantilen und anderen Kenngrößen von Verteilungen;</li> <li>• kennen für die Statistical Data Science relevante Verteilungen von diskreten und stetigen Zufallsvariablen;</li> <li>• erlernen grundlegende Algorithmen zur Erzeugung von Zufallszahlen und Computersimulationen;</li> <li>• verstehen grundlegende stochastische Konvergenzbegriffe und Konvergenzsätze, elementare Beweistechniken und ihre Verwendung in der Statistical Data Science;</li> <li>• konstruieren Schätzer wie etwa Maximum Likelihood-Schätzer, Momentenschätzer, Bayes-Schätzer und Kerndichteschätzer und kennen ihre elementaren Eigenschaften wie mittlerer quadratischer Fehler und Konsistenz;</li> <li>• sind mit den zentralen Begrifflichkeiten zur Bewertung des Risikos dieser Schätzer vertraut;</li> <li>• erlernen algorithmische Verfahren der Statistical Data Science zur Berechnung dieser Schätzer;</li> <li>• entwickeln Konfidenzbereiche zur Parameterschätzung;</li> <li>• formulieren Hypothesentests und kennen ihre Grundlagen und Eigenschaften;</li> <li>• sind mit Methoden von besonderer Wichtigkeit in verschiedenen Gebieten der Statistical Data Science vertraut wie etwa Varianz-, Cluster-, Diskriminanz-, Hauptkomponenten- und Regressionsanalyse.</li> </ul> <p><b>Kompetenzen:</b></p> <p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls haben die Studierenden grundlegende Kompetenzen im Bereich Statistical Data Science erworben. Sie sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• statistische Denkweisen und deskriptive Methoden der Statistical Data Science anzuwenden;</li> <li>• elementare Modelle der Statistical Data Science zu formulieren;</li> <li>• grundlegende Schätzmethoden zu verwenden sowie Hypothesentests und einfache cluster- und diskriminanzanalytische Verfahren durchzuführen;</li> <li>• konkrete Datensätze zu analysieren und entsprechende Verfahren der Statistical Data Science einzusetzen.</li> </ul>	<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Präsenzzeit: 84 Stunden</p> <p>Selbststudium: 186 Stunden</p>
<p><b>Lehrveranstaltung: Statistical Data Science (Vorlesung)</b></p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Lehrveranstaltung: Statistical Data Science - Übung (Übung)</b></p>	<p>2 SWS</p>
<p><b>Prüfung: Klausur (120 Minuten)</b></p>	<p>9 C</p>

<b>Prüfungsvorleistungen:</b> B.Mat.2420.Ue: Erreichen von mindestens 50% der Übungspunkte und zweimaliges Vorrechnen von Lösungen in den Übungen		
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Nachweis weiterführender Kenntnisse in Statistical Data Science		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> B.Mat.0034, B.Mat.1400	
<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Studiengangsbeauftragte/r	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4 - 6	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> nicht begrenzt		
<b>Bemerkungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dozent/in: Lehrpersonen des Instituts für Mathematische Stochastik</li> <li>• Universitätsweites Schlüsselkompetenzangebot</li> </ul>		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul B.Phys.5601: Theoretical and Computational Neuroscience I</b> <i>English title: Theoretical and Computational Neuroscience I</i>		3 C 2 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sollten die Studierenden... <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein vertieftes Verständnis folgender Themen entwickelt haben: TCN I: biophysikalische Grundlagen neuronaler Anregbarkeit, mathematische Grundlagen neuronaler Anregbarkeit, Input-Output Beziehungen und Bifurkationen, Klassifizierung, Existenz, Stabilität und Koexistenz synchroner und asynchroner Zustände in spikenden neuronalen Netzwerken;</li> <li>• Methoden und Methodenentwicklung für die Analyse hochdimensionaler Modelle ratenkodierter Einheiten in Feldmodellen verstehen;</li> <li>• die Handhabung von Bifurkationsszenarien und zugehörigen Instabilitäten verstanden haben.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Collective Dynamics Biological Neural Networks I</b> (Vorlesung)		
<b>Prüfung: Klausur (120 Min.) oder mündl. Prüfung (ca. 30 Min.) oder Vortrag (ca. 30 Min., 2 Wochen Vorbereitungszeit).</b>		3 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Grundlagen der Membranbiophysik; Bifurkationen anregbarer Systeme; Verständnis der Grundlagen der Modellierungsansätze der Neurophysik; kollektive Zustände spikender neuronaler Netzwerke; insbesondere Synchronizität; Balanced State; Phase-Locking und diesen Zuständen unterliegenden lokalen und Netzwerkeigenschaften: Netzwerktopologie; Delays; inhibitorische und exzitatorische Kopplung; sparse random networks		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Fred Wolf	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> dreimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> Bachelor: 4 - 6; Master: 1	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 90		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		3 C 2 SWS
<b>Modul B.Phys.5602: Theoretical and Computational Neuroscience II</b> <i>English title: Theoretical and Computational Neuroscience II</i>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sollten Studierende... <ul style="list-style-type: none"> <li>das vertiefte Verständnis folgender Themen entwickelt haben: TCN II: Grundlagen neuronaler Anregbarkeit, Input-Output Beziehungen bei Einzelneuronen, eindimensionale Feldmodelle (Feature Selectivity, Contrastinvariance), zweidimensionale Feldmodell (Zusammenwirken von kurz- und langreichweitigen Verbindungen sowie lokaler Nichtlinearitäten), Amplitudengleichungen und ihre Lösungen;</li> <li>Methoden und Methodenentwicklung für die Analyse spikender neuronaler Netzwerke mit und ohne Delays, Handhabung von Bifurkationsszenarien und zugehörigen Instabilitäten verstehen.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Collective Dynamics Biological Neural Networks II</b> (Vorlesung)		
<b>Prüfung: Klausur (120 Min.) oder mündl. Prüfung (ca. 30 Min.) oder Vortrag (ca. 30 Min., 2 Wochen Vorbereitungszeit).</b>		3 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Ratenmodelle von Einzelneuronen; Feldansatz in der theoretischen Neurophysik; Grundlagen der Bifurkationen anregbarer System; Verständnis der Grundlagen der Modellierungsansätze der Neurophysik; Zusammenhang diskrete/kontinuierliche Modelle; kollektive Zustände ein- und zweidimensionaler Feldmodelle, insbesondere ring model of feature selectivity; orientation preference maps.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Fred Wolf	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> dreimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> Bachelor: 4 - 6; Master: 1	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 90		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		3 C
<b>Module B.Phy.5605: Computational Neuroscience: Basics</b>		2 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> <b>Goals:</b> Introduction to the different fields of Computational Neuroscience: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Models of single neurons,</li> <li>• Small networks,</li> <li>• Implementation of all simple as well as more complex numerical computations with few neurons.</li> <li>• Aspects of sensory signal processing (neurons as 'filters'),</li> <li>• Development of topographic maps of sensory modalities (e.g. visual, auditory) in the brain,</li> <li>• First models of brain development,</li> <li>• Basics of adaptivity and learning,</li> <li>• Basic models of cognitive processing.</li> </ul> <b>Kompetenzen/Competences:</b> On completion the students will have gained... <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... overview over the different sub-fields of Computational Neuroscience;</li> <li>• ... first insights and comprehension of the complexity of brain function ranging across all sub-fields;</li> <li>• ... knowledge of the interrelations between mathematical/modelling methods and the to-be-modelled substrate (synapse, neuron, network, etc.);</li> <li>• ... access to the different possible model level in Computational Neuroscience.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 62 h
<b>Course: Computational Neuroscience: Basics (Lecture)</b>		
<b>Examination: Written examination (45 minutes)</b> <b>Examination requirements:</b> Actual examination requirements: Having gained overview across the different sub-fields of Computational Neuroscience; Having acquired first insights into the complexity of across the whole bandwidth of brain function; Having learned the interrelations between mathematical/modelling methods and the to-be-modelled substrate (synapse, neuron, network, etc.) Being able to realize different level of modelling in Computational Neuroscience.		3 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Florentin Andreas Wörgötter	
<b>Course frequency:</b> each summer semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Bachelor: 2 - 6; Master: 1 - 4	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		3 C 2 WLH
<b>Module B.Phy.5651: Advanced Computational Neuroscience</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> Participants in the course can explain and relate biological foundations and mathematical modelling of selected (neuronal) algorithms for learning and pattern formation.  Based on the the algorithms' properties, they can discuss and derive possible technical applications (robots).		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 62 h
<b>Course: Advanced Computational Neuroscience I (Lecture)</b>		
<b>Examination: Written examination (90 Min.) or oral examination (approx. 20 Min.)</b> <b>Examination requirements:</b> Algorithms for learning: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unsupervised Learning (Hebb, Differential Hebb),</li> <li>• Reinforcement Learning,</li> <li>• Supervised Learning</li> </ul> Algorithms for pattern formation.  Biological motivation and technical Application (robots).		3 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Basics Computational Neuroscience	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Florentin Andreas Wörgötter	
<b>Course frequency:</b> each winter semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> three times	<b>Recommended semester:</b> Bachelor: 5 - 6; Master: 1 - 4	
<b>Maximum number of students:</b> 50		
<b>Additional notes and regulations:</b> Hinweis: Die B.Phy.5652 kann als vorlesungsbegleitendes Praktikum besucht werden.		



<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		3 C 2 WLH
<b>Module B.Phy.5652: Advanced Computational Neuroscience II</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> Participants in the course can implement, test, and evaluate the properties of selected (neuronal) algorithms for learning and pattern formation.		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 62 h
<b>Course: Advanced Computational Neuroscience II</b>		
<b>Examination: 4 Protocols (max. 3 Pages) and Presentations (ca. 10 Min.), not graded</b> <b>Examination requirements:</b> Algorithms for learning: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unsupervised Learning (Hebb, Differential Hebb),</li> <li>• Reinforcement Learning,</li> <li>• Supervised Learning</li> </ul> Algorithms for pattern formation. Biological motivation and technical Application (robots). <i>For each of the 4 programming assignments 1 protocol (ca. 3 pages) and 1 oral presentations (demonstration and discussion of the program, ca. 10 min).</i>		3 C
<b>Admission requirements:</b> B.Phy.5651 (can be taken in parallel to B.Phy.5652)	<b>Recommended previous knowledge:</b> Programming in C++, basic numerical algorithms, Grundlagen Computational Neuroscience B.Phy.5504: Computational Physics (Scientific Computing)	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Florentin Andreas Wörgötter	
<b>Course frequency:</b> unregelmäßig	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> three times	<b>Recommended semester:</b> Bachelor: 5 - 6; Master: 1 - 4	
<b>Maximum number of students:</b> 24		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		3 C 2 WLH
<b>Module B.Phy.5668: Introduction to Computer Vision and Robotics</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of this module, will be familiar with <ul style="list-style-type: none"> <li>• the basics concepts of artificial intelligence (AI) and robotics,</li> <li>• the basics concepts of machine learning (ML),</li> <li>• the basic concepts of computer vision (CV), and</li> <li>• low level hardware components and their functions.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 62 h
<b>Course: Introduction to Computer Vision and Robotics (Lecture)</b> <i>Contents:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PID Controller,</li> <li>• Kalman Filter and Extended Kalman Filter,</li> <li>• SVM, Centroid, Perceptron, Neural Networks und Deep Neural Networks, K-Means, A*, Q-Learning,</li> <li>• Particle Filter,</li> <li>• SLAM,</li> <li>• Smoothing and Median Filtering, Bilateral Filtering, Non-Local Means,</li> <li>• Connected Components, Morphological Operators,</li> <li>• Line Detection, Circle Detection, Feature Detection,</li> <li>• Advanced image segmentation algorithms, and</li> <li>• Evaluation of machine learning methods</li> </ul>		
<b>Examination: Written examination (90 minutes)</b> <b>Examination requirements:</b> The students must be able <ul style="list-style-type: none"> <li>• to repeat the contents of the lecture,</li> <li>• to design a robot control algorithms, and</li> <li>• to identify and understand low level hardware components as robot sensors and actuators.</li> </ul>		3 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Florentin Andreas Wörgötter	
<b>Course frequency:</b> each winter semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> three times	<b>Recommended semester:</b> Bachelor: 5 - 6; Master: 1 - 2	
<b>Maximum number of students:</b> 40		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		8 C 4 SWS
<b>Modul B.Psy.902: Biologische Psychologie: Neurowissenschaften</b> <i>English title: Biological Psychology: Neurosciences</i>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben Kenntnisse zu erweiterten Grundlagen und Konzepten der neurowissenschaftlichen Biopsychologie in den Bereichen Neurowiss. Methoden, Evolution des Nervensystems, Individualentwicklung, Somatosensorik, Neuroplastizität, Schmerz, Multisensorische Integration, Sensomotorik, Entscheidungsverhalten, Exekutive Funktionen, Aufmerksamkeit, Psychopathologie, Psychopharmakologie.  Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in einem ausgewählten Themengebiet.  Studienleistung: Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse durch eine dokumentierte Einzel- oder Gruppenarbeit (Seminarstunde) mit eigenem mündlichem Vortrag und aktiver Beteiligung an den Diskussionen zu anderen Vorträgen.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 184 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Biologische Psychologie: Neurowissenschaften 1</b> (Vorlesung)		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Biologische Psychologie: Neurowissenschaften 2</b> (Seminar)		2 SWS
<b>Prüfung: Klausur (60 Minuten)</b>		8 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden erbringen den Nachweis über Kenntnisse in Grundlagen und Konzepten der neurowissenschaftlichen Biopsychologie in den Bereichen neurowissenschaftliche Methoden, Evolution des Nervensystems, Individualentwicklung, Somatosensorik, Neuroplastizität, Schmerz, Multisensorische Integration, Sensomotorik, Entscheidungsverhalten, Exekutive Funktionen, Aufmerksamkeit, Psychopathologie, Psychopharmakologie.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> B.Psy.101, B.Psy.102	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> B.Psy.204, B.Psy.901	
<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Alexander Gail	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab 5	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> nicht begrenzt		
<b>Bemerkungen:</b> Maximale Studierendenzahl: Vorlesung: nicht begrenzt Seminar: 30 Teilnehmer/-innen		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		3 C
<b>Module M.Bio.141: General and applied microbiology</b>		3 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> Evolution und phylogenetisches System, Morphologie und Zellbiologie, Lebensgemeinschaften und symbiontische Beziehungen der Bakterien und Archaeen; Genexpression und molekulare Kontrolle (Transkription, Translation); Posttranslationale Kontrolle, Proteinstabilität und Proteomics; Genetische Netzwerke; Molekulare Schalter und Signaltransduktion; mikrobielle Entwicklungsbiologie; Pathogenitätsmechanismen der wichtigsten Krankheitserreger; Entwicklung neuer antimikrobieller Wirkstoffe; die Vielfalt des Stoffwechsels in Bakterien und Archaeen als Grundlage für biotechnologische Anwendungen; industrielle Mikrobiologie.		<b>Workload:</b> Attendance time: 42 h Self-study time: 48 h
<b>Course: Vorlesung: Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie (Lecture)</b>		3 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes)</b>		3 C
<b>Examination requirements:</b> Kenntnisse in Zellbiologie, Biochemie und Genetik prokaryotischer Mikroorganismen		
<b>Admission requirements:</b> Kann nicht in Kombination mit Fachmodul M.Bio.101 belegt werden	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Jörg Stülke	
<b>Course frequency:</b> each winter semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>	
<b>Maximum number of students:</b> 10		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Bio.142: Molekulare Genetik und mikrobielle Zellbiologie</b> <i>English title: Molecular genetics and microbial cell biology</i>		3 C 3 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Vertiefte Kenntnisse der Molekularen Genetik und mikrobielle Zellbiologie an Fallbeispielen von Modellsystemen der molekularen Mykologie (Hefen und filamentöse Pilze). Einarbeitung in ein Thema bis auf die ‚Review‘-Ebene.	<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 48 Stunden	
<b>Lehrveranstaltung: Molekulare Genetik und mikrobielle Zellbiologie</b> (Vorlesung)		3 SWS
<b>Prüfung: Klausur (120 Minuten)</b>		3 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Kenntnisse in Zellbiologie, Biochemie und Genetik eukaryotischer Mikroorganismen		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Kann nicht in Kombination mit Fachmodul M.Bio.102 belegt werden	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Watson, Molecular Biology of the Gene, Pearson, 7th Edition;</li> <li>• Alberts, Molecular Biology of the Cell, Garland, 5th Edition</li> </ul>	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Gerhard Braus	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 10		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Bio.144: Zell- und Molekularbiologie von Pflanzen-Mikroben-Interaktionen</b> <i>English title: Cellular and molecular biology of plant-microbe interactions</i>		3 C 3 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Einführung in die Theorie und Methoden der Analyse von Pflanzen-Mikroben-Interaktionen auf zellbiologischer und molekularer Ebene.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 48 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Vorlesung: Pflanzen-Mikroben-Interaktionen (Vorlesung)</b>		3 SWS
<b>Prüfung: Klausur (54 Minuten)</b>		
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Kenntnis der grundlegenden Konzepte der Pflanzen-Mikroben-Interaktion, Fähigkeit, Ergebnisse aktueller Publikationen auf dem Gebiet der Pflanzen-Mikroben-Interaktion zu verstehen, zu präsentieren und kritisch zu diskutieren.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Kann nicht in Kombination mit Fachmodul M.Bio.104 belegt werden	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Christiane Gatz Prof. Dr. Volker Lipka	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 10		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Bio.157: Biochemie und Biophysik - Schlüsselkompetenzmodul</b> <i>English title: Biochemistry and biophysics</i>		3 C 3 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Molekulare Biochemie und Biophysik verschiedener Biomolekülklassen, Funktion des pflanzlichen Primär- und Sekundärstoffwechsels, Lipidstoffwechsel, Lipide als Signalmoleküle sowie sekundäre Metabolite und biotechnologische Nutzung und Änderung von Speicherstoffen, Enzyme des Lipidstoffwechsels, moderne biophysikalische Methoden zur Analyse von Biomolekülen.	<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 48 Stunden	
<b>Lehrveranstaltung: Biochemie und Biophysik (Vorlesung)</b>		3 SWS
<b>Prüfung: Klausur (90 Minuten)</b>		3 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse über biochemische Grundlagen verschiedener Biomolekülklassen und deren Metabolismus</li> <li>• Kenntnisse in Molekülspektroskopie sowie Einblicke in biotechnologische Verfahren unter Verwendung von Pflanzen.</li> </ul>		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Kann nicht in Kombination mit dem Fachmodul M.Bio.107 belegt werden.	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Ivo Feußner	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 10		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		12 C 14 SWS
<b>Modul M.Bio.310: Systembiologie</b> <i>English title: Systems biology</i>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Das Modul beschäftigt sich mit der formalen Beschreibung, Modellierung, Analyse und Simulation komplexer Wechselwirkungen zwischen den Komponenten (Moleküle, Zellen, Organe) lebender Systeme auf verschiedenen Abstraktionsebenen.  Den Studierenden werden biomolekulare Netzwerke wie metabolische, Signaltransduktions- und genregulatorische Netzwerke vorgestellt. Es werden verschiedene graphen-basierte Abstraktionsmöglichkeiten biomolekularer Interaktionsnetzwerke demonstriert (Entity-Interaction-Graph, Bool'sche Netze, Petri-Netze). Die Studierenden werden in die Grundlagen der Graphentheorie (bis hin zu Pfadanalyse, Clusterkoeffizient, Zentralität etc.) eingeführt und es werden entsprechende Anwendungen auf biomolekulare Netzwerke eingeübt. Den Studierenden werden verschiedene experimentelle Hochdurchsatz-Methoden vorgestellt und deren Anwendung auf biomolekulare Netzwerke aufgezeigt. An ausgewählten Beispielen wird die Simulation molekularer Netzwerke gezeigt.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 147 Stunden Selbststudium: 213 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Bioinformatik der Systembiologie</b> (Vorlesung)		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Bioinformatik der Systembiologie</b> (Übung)		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Bioinformatik der Systembiologie</b> (Seminar)		1 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Praktikum: Bioinformatik der Systembiologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>3-wöchiges Blockpraktikum: Modellierung und Analyse biologischer Systeme</li> </ul>		9 SWS
<b>Prüfung: Mündlich (ca. 30 Minuten)</b>		6 C
<b>Prüfung: Protokoll (max. 10 Seiten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> Seminarvortrag (ca. 30 min), regelmäßige Teilnahme an Übung, Seminar und Praktikum		6 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Studierende sollten in der Lage sein, biomolekulare Netzwerke zu modellieren, zu analysieren und zu simulieren. Dies erfolgt unter Einbeziehung der Netzwerke Entity-Interaction-Graph, Bool'sche Netze und Petri-Netze. Sie erhalten Kenntnisse in der Graphentheorie und sind in der Lage die erlernten Kenntnisse auf Hochdurchsatzdaten bis hin zur Simulation anzuwenden.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Kann nicht in Kombination mit Schlüsselkompetenzmodul M.Bio.340 belegt werden	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Tim Beißbarth	
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Dauer:</b>	



jedes Sommersemester; verschieden; siehe Lehrveranstaltungen	1 Semester
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 10	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		12 C 12 SWS
<b>Modul M.Bio.323: Einführung in die Bayes'sche Inferenz und Informationstheorie</b> <i>English title: Introduction to Bayesian Statistics and Information Theory</i>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden gewinnen einen Überblick über die wichtigsten Konzepte und Anwendungen der Bayes'schen Statistik, insbesondere den Bayes'schen Wahrscheinlichkeitsbegriff, Parameterschätzung und das bayesianische Äquivalent zum Konfidenzintervall (Bayesian credible intervals), die Bedeutung und Wahl von a-priori-Wahrscheinlichkeiten basierend auf Vorwissen, sowie Hypothesentests, Modelltests und Markov-Chain-Monte-Carlo-Methoden. Alle Konzepte werden sowohl in Vorlesungen als auch in praktischen Übungsaufgaben am Computer erarbeitet. Das Modul schließt mit einem Ausblick auf die Informationstheorie.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 195 Stunden Selbststudium: 165 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Introduction to Bayesian Inference and Information Theory</b> (Vorlesung)		3 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Classical problems in Bayesian Interference</b> (Seminar)		1 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Programmierkurs</b>		8 SWS
<b>Prüfung: Klausur (90 Minuten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme, Seminarvortrag		12 C
<b>Prüfung: Klausur, unbenotet</b>		
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden weisen nach, dass sie solide Kenntnisse der Grundlagen des Bayes'schen Wahrscheinlichkeitsbegriffs und der Bayes'schen Statistik aufweisen und einfache klassische Fragestellungen lösen können.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Michael Wibral	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b>	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 10		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Bio.344: Neurobiologie 1 (Schlüsselkompetenzmodul)</b> <i>English title: Neurobiology 1 (key competence module)</i>		3 C 2 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Kenntnis grundlegender Methoden der molekularen, zellulären, und systemischen Neurobiologie.	<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden	
<b>Lehrveranstaltung: Vorlesung: Vom Gen zum Verhalten (Vorlesung)</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Klausur (60 Minuten), unbenotet</b>		3 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Kenntnisse der im Bereich der Vorlesung behandelten grundlegenden neurobiologischen Methoden sowie ihrer Anwendungsmöglichkeiten.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Kann nicht in Kombination mit Fachmodul M.Bio.304 belegt werden.	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Martin Göpfert	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 27		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Bio.373: Visual Psychophysics - From Theory to Experiment</b> <i>English title: Visual psychophysics - from theory to experiment</i>		3 C 2 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Diese Lehrveranstaltung ist eine Einführung in die Psychophysik und soll den Teilnehmern durch eine Mischung aus Vorlesung, Seminar und praktischen Übungen die Psychophysik als eine zentrale Methode zur Untersuchung sensomotorischer Leistungen des Menschen vermitteln. Neben theoretischem Wissen geht es vor allem darum psychophysische Studien kritisch einschätzen zu können und mittels praktischer Anwendung des Erlernten selber kleine psychophysische Studien durchzuführen.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Psychophysik: Vertiefung (Computer-Pool-Praktikum)</b>		1 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Psychophysik: Grundlagen (Vorlesung) (Vorlesung)</b>		1 SWS
<b>Prüfung: Klausur (60 Minuten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme am Praktikum <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden erbringen den Nachweis, dass sie die grundlegenden Methoden der Psychophysik kennen. Sie besitzen das theoretische Fachwissen um kleinere psychophysische Studien durchzuführen.		3 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Voraussetzung ist die vorherige Teilnahme an der Vorlesung Biologische Psychologie II/ Kognitive Neurowissenschaften oder einer äquivalenten Veranstaltung. Die Teilnahme an dem Kurs "MATLAB in Biospsychology and Neuroscience" (Prof. Alexander Gail) in der vorhergehenden Hälfte des Sommersemesters ist dringend empfohlen.	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Stefan Treue	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester; zweite Semesterhälfte	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 20		
<b>Bemerkungen:</b> Die Veranstaltung ist geeignet für hoch motivierte Bachelor- und Master-Studierende der Psychologie, Biologie und Physik, die überdurchschnittliches Forschungsinteresse haben.		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		2 C 1,5 WLH
<b>Module M.Bio.375: Neurorehabilitation Technologies: Introduction and Applications</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> Students are able to describe the state of the art in Neurorehabilitation technologies and understand the basics of the related physiological processes.  They are in a position to discuss and evaluate current trends as well as to recognize limitations of available assistive and (neuro)rehabilitation technology.  The programming and lab exercises will allow students to address variety of practical Neurorehabilitation challenges.		<b>Workload:</b> Attendance time: 20 h Self-study time: 40 h
<b>Course: Introduction to Neurorehabilitation Technologies (Lecture)</b> <i>Contents:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic motor physiology</li> <li>• Biophysiological signal acquisition and processing</li> <li>• Invasive and non-invasive man-machine interfaces</li> <li>• Upper limb related technologies</li> <li>• Lower limb related technologies</li> <li>• Feedback for sensory-motor integration and rehabilitation</li> <li>• Selected topics on advanced technologies and their applications</li> </ul>		1 WLH
<b>Course: Neurorehabilitation Technologies (Exercise)</b> <i>Contents:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biophysiological signal acquisition and processing</li> <li>• Prosthesis control</li> <li>• Motion analysis</li> </ul>		0,5 WLH
<b>Examination: Presentation (approx. 20 min.) and written elaboration (max. 5 pages), not graded</b> <b>Examination prerequisites:</b> Participation and successful completion of all laboratory exercises.		2 C
<b>Examination requirements:</b> Students show that they are able to present and critically reflect scientific publications. They are familiar with the basic principles of neurorehabilitation technologies.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> basic programming skills (B.Inf.1801/1802)  basic knowledge in neurophysiology (B.Bio.123; M.Bio.304)	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Arndt Schilling; Dr. Marko Markovic	
<b>Course frequency:</b> each winter semester1	<b>Duration:</b>	

---

<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>
<b>Maximum number of students:</b> 16	
<b>Additional notes and regulations:</b> Literature suggestions will be handed out at the beginning of each term. However, the students are expected to independently perform literature research on the selected topic.	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.DH.01: Weiterführende Themen der Digital Humanities</b> <i>English title: Advanced Topics in Digital Humanities</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben einen Überblick über zentrale Methoden und Theoriebildungen aus einem oder mehreren Themenfeldern der Digital Humanities;</li> <li>• sind in der Lage, die wissenschaftlichen Diskussionen darüber nachzuvollziehen und zu erörtern;</li> <li>• sind mit der Komplexität, Heterogenität oder Unschärfe geisteswissenschaftlicher Daten und den spezifischen Eigenheiten der Digital Humanities vertraut;</li> <li>• kennen typische Beispiele für die wissenschaftliche Kategorisierung von Texten, Personen, Bildern- und Objekten, Vorstellungen und Prozessen und können diese zueinander in Beziehung setzen;</li> <li>• können diese Ansätze in Hinblick auf ihre Anwendbarkeit erörtern, erproben und ggf. modifizieren.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Vorlesung</b>		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Seminar</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Referat (ca. 20 min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 10 Seiten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme am Seminar <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden diskutieren Forschungsergebnisse der Digital Humanities und besitzen die Fähigkeit, Methoden und Theoriebildungen zu evaluieren und in Ansätzen zu modifizieren.		6 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Martin Langner	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 20		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.DH.10: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Sprachanalyse</b> <i>English title: Theories and Research Questions in Digital Language Analysis</i>		9 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Möglichkeiten einer umfassenden digitalen Spracherschließung- und analyse;</li> <li>• können grammatikalische Strukturen lexikalischer, morphologischer, phonetisch-phonologischer, syntaktischer, semantischer und diskursiver Natur geschriebener oder gesprochener Sprache mit digitalen Mitteln analysieren und sind mit deren Verwendung im linguistischen und extralinguistischen Kontext (Pragmatik und Diskurs) vertraut;</li> <li>• besitzen die Fähigkeit, geisteswissenschaftliche Fragestellungen aus den Kernbereichen der Sprachwissenschaft mit computergestützten Methoden zu beantworten;</li> <li>• sind in der Lage, die spezifischen Eigenheiten von Sprache digital zu modellieren und diese sowohl zueinander als auch zu dem extralinguistischen Kontext in Beziehung zu setzen.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 214 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Seminar</b>		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Übung</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Referat (ca. 30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme an Seminar sowie digitale Umsetzung der gestellten Übungsaufgaben. <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden reflektieren Ergebnisse spezifisch sprachwissenschaftlicher Forschung und besitzen die Fähigkeit, Methoden und Theoriebildungen zu evaluieren und in Ansätzen zu modifizieren.  Die Prüfungsleistung ist im Seminar zu erbringen.		9 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Caroline Sporleder	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 20		



<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.DH.11: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Textanalyse</b> <i>English title: Theories and Research Questions in Digital Text Analysis</i>		9 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Möglichkeiten einer umfassenden digitalen Texterschließung, -analyse und -präsentation;</li> <li>• haben einen Überblick über computergestützte Forschungsfragen aus dem ganzen Spektrum der philologischen und kulturhistorischen Disziplinen, beginnend bei der Digitalisierung von Daten und dem Aufbau geeigneter Korpora für spezifische Fragestellungen, über deren manuelle und automatische Aufbereitung bis hin zur Auswahl und Anwendung von geeigneten Verfahren der Textanalyse und des Textminings sowie zur Auswertung und Präsentation der Ergebnisse;</li> <li>• sind in der Lage, die spezifischen Eigenheiten von Texten und Textsammlungen digital zu erfassen, zu analysieren und zu modellieren;</li> <li>• sind imstande, die verwendeten Lösungsansätze zu bewerten und das analytische Wissen reflexiv auf sich selbst und ihr Handeln anzuwenden.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 214 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Seminar</b>		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Übung</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Referat (ca. 30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme am Seminar sowie erfolgreiche digitale Umsetzung der gestellten Übungsaufgaben. <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden reflektieren Ergebnisse spezifisch textwissenschaftlicher Forschung und besitzen die Fähigkeit, Methoden und Theoriebildungen zu evaluieren und in Ansätzen zu modifizieren.  Die Prüfungsleistung ist im Seminar zu erbringen.		9 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Caroline Sporleder	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 20		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.DH.12: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Literaturanalyse</b> <i>English title: Theories and Research Questions in Digital Literature Analysis</i>		9 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben einen Überblick über Methoden und Forschungsfragen der digitalen Literaturwissenschaft;</li> <li>• kennen computergestützte Verfahren zur Erschließung, Aufbereitung, Analyse und Präsentation literarischer Werke;</li> <li>• sind auch mit verschiedenen Formen digitaler Literatur (wie z.B. Fan Fiction, Collaborative Fiction, computergenerierte literarische Werke oder Rezensionen von Laien und Experten) vertraut;</li> <li>• kennen Möglichkeiten der digitalen Vermittlung zwischen den Texten und den historischen oder zeitgenössischen Verhältnissen sowie der Analyse ihrer Bedeutungen und besitzen die Fähigkeit, diese in einer grundsätzlichen Methodenreflexion zu diskutieren;</li> <li>• sind imstande, die verwendeten Lösungsansätze zu bewerten und das analytische Wissen reflexiv auf sich selbst und ihr Handeln anzuwenden;</li> <li>• sind in der Lage, die wissenschaftlichen Kategorisierungen von Personen, Texten, Räumen, Vorstellungen oder Prozessen digital zu modellieren und visuell zueinander in Beziehung zu setzen.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 214 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Seminar</b>		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Übung</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Referat (ca. 30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme am Seminar sowie erfolgreiche digitale Umsetzung der gestellten Übungsaufgaben. <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden reflektieren Ergebnisse spezifisch literaturwissenschaftlicher Forschung und besitzen die Fähigkeit, Methoden und Theoriebildungen zu evaluieren und in Ansätzen zu modifizieren. Die Prüfungsleistung ist im Seminar zu erbringen.		9 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Caroline Sporleder	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	

zweimalig	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 20	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.DH.13: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Bildanalyse</b> <i>English title: Theories and Research Questions in Digital Image Analysis</i>		9 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Möglichkeiten einer umfassenden digitalen Bilderschließung und -analyse, die neben Farbe, Kontrast und Form auch die in den Bildern enthaltenen Inhalte und Kompositionsstrukturen umfasst;</li> <li>• besitzen die Fähigkeit, geisteswissenschaftliche Fragestellungen aus den Kernbereichen der Bild- und Informationswissenschaft mit computergestützten Methoden zu analysieren;</li> <li>• sind in der Lage, die spezifischen Eigenheiten von Bildern digital zu modellieren und zueinander in Beziehung zu setzen;</li> <li>• sind imstande, die verwendeten Lösungsansätze zu bewerten und das analytische Wissen reflexiv auf sich selbst und ihr Handeln anzuwenden;</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 214 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Seminar</b>		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Übung</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Referat (ca. 30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme am Seminar sowie erfolgreiche digitale Umsetzung der gestellten Übungsaufgaben. <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden reflektieren Ergebnisse spezifisch bildwissenschaftlicher Forschung und besitzen die Fähigkeit, Methoden und Theoriebildungen zu evaluieren und in Ansätzen zu modifizieren.		9 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Martin Langner	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 20		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.DH.14: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Objektanalyse / Materialität</b> <i>English title: Theories and Research Questions in Digital Object Analysis / Materiality</i>		9 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Möglichkeiten einer umfassenden digitalen Materialerschließung und -analyse, die neben der Form auch die in den Bildern und Objekten enthaltenen Eigenschaften in Hinblick auf ihre Materialität und formale Variabilität eines Objekts und seine inhärenten Gebrauchsmöglichkeiten umfasst;</li> <li>• besitzen die Fähigkeit, geisteswissenschaftliche Fragestellungen aus den Kernbereichen der Objekt- und Informationswissenschaft mit computergestützten Methoden zu analysieren;</li> <li>• sind in der Lage, die spezifischen Eigenheiten von Objekten und ihre Form digital zu modellieren und zueinander in Beziehung zu setzen;</li> <li>• sind imstande, die verwendeten Lösungsansätze zu bewerten und das analytische Wissen reflexiv auf sich selbst und ihr Handeln anzuwenden.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 214 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Seminar</b>		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Übung</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Referat (ca. 30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme am Seminar sowie erfolgreiche digitale Umsetzung der gestellten Übungsaufgaben. <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden reflektieren Ergebnisse spezifisch objektwissenschaftlicher Forschung und besitzen die Fähigkeit, Methoden und Theoriebildungen zu evaluieren und in Ansätzen zu modifizieren.		9 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Martin Langner	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 20		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.DH.15: Theorien und Forschungsfragen der Digitalen Raumanalyse</b> <i>English title: Theories and Research Questions in Digital Spatial Analysis</i>		9 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen vertiefte Kenntnisse in Theorie und Anwendung von Geoinformationssystemen (GIS) und digitaler Bauaufnahme;</li> <li>• besitzen die Fähigkeit, geisteswissenschaftliche Fragestellungen aus den Kernbereichen der Geo- und Informationswissenschaft mit computergestützten Methoden zu analysieren;</li> <li>• sind in der Lage, die spezifischen Eigenheiten von Gebäuden und topographischen Gegebenheiten und ihre Form digital zu modellieren und zueinander in Beziehung zu setzen;</li> <li>• sind imstande, die verwendeten Lösungsansätze zu bewerten und das analytische Wissen reflexiv auf sich selbst und ihr Handeln anzuwenden.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 214 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Seminar</b>		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Übung</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Referat (ca. 30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme am Seminar sowie erfolgreiche digitale Umsetzung der gestellten Übungsaufgaben. <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden reflektieren Ergebnisse spezifisch bild- und objektwissenschaftlicher Forschung zur Kontextualität von Dingen und besitzen die Fähigkeit, Methoden und Theoriebildungen zu evaluieren und in Ansätzen zu modifizieren.  Die Prüfungsleistung ist im Seminar zu erbringen.		9 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Martin Langner	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 20		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.DH.16: Digitale Analyse historischer Kontexte</b> <i>English title: Digital Analysis of Historical Contexts</i>		9 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Bildwerke und Objekte in ihre Verwendungskontexte, den historischen Diskurs oder die moderne Forschungssituation einbinden;</li> <li>• kennen Möglichkeiten der digitalen Vermittlung zwischen den "stummen" Artefakten und den historischen oder zeitgenössischen Verhältnissen;</li> <li>• besitzen die Fähigkeit, die Bedeutung historischer Kontexte mit digitalen Methoden zu analysieren und in einer grundsätzlichen Methodenreflexion zu diskutieren;</li> <li>• sind in der Lage, die wissenschaftliche Kategorisierungen von Personen, Bildern und Objekten, Räumen, Vorstellungen oder Prozessen digital zu modellieren und visuell zueinander in Beziehung zu setzen;</li> <li>• sind imstande, die verwendeten Lösungsansätze zu bewerten und das analytische Wissen reflexiv auf sich selbst und ihr Handeln anzuwenden.</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 214 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Seminar</b>		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Übung</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Referat (ca. 30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme am Seminar sowie erfolgreiche digitale Umsetzung der gestellten Übungsaufgaben. <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden reflektieren Ergebnisse spezifisch bild- und objektwissenschaftlicher Forschung zur Kontextualität von Dingen und besitzen die Fähigkeit, Methoden und Theoriebildungen zu evaluieren und in Ansätzen zu modifizieren. Die Prüfung ist im Seminar zu erbringen.		9 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Martin Langner	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 20		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C
<b>Module M.Inf.1138: Usable Security and Privacy</b>		4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> On completion of the module, students should be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the needs for usability in secure and privacy-preserving solutions and the associated challenges,</li> <li>• Present and discuss selected themes addressed in the research area of usable security and privacy,</li> <li>• Define and understand the principles and guidelines to apply when designing new solutions,</li> <li>• Describe and compare different methodologies to conduct user studies,</li> <li>• Plan user studies from their design to the processing and presentation of the results.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 94 h
<b>Course: Usable Security and Privacy</b> (Lecture, Exercise)		4 WLH
<b>Examination: Written exam (90 min.) or oral exam (ca. 20 min.)</b> <b>Examination requirements:</b> Introduction to usable security and privacy, selected topics in the research field of usable security and privacy, human-computer interaction principles and guidelines, methods to design and evaluate usable solutions in the area of security and privacy.		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Backgrounds in Computer Security and Privacy	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Delphine Reinhardt	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>	
<b>Maximum number of students:</b> 20		



<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C
<b>Module M.Inf.1139: Privacy-Enhancing Technologies</b>		4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successfully completing the module, students are able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Define and understand the basic concepts of privacy protection,</li> <li>• Identify and classify the different existing threats against privacy,</li> <li>• Define and understand the legal principles of data protection in Germany, the EU and worldwide,</li> <li>• Explain the principles of fundamental privacy-enhancing technologies as well as define and compare their protection goals,</li> <li>• Understand and analyze selected cutting-edge privacy-enhancing solutions.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 94 h
<b>Course: Privacy-Enhancing Technologies</b> (Lecture, Exercise)		4 WLH
<b>Examination: Written exam (90 min) or oral exam (approx. 20 min)</b> <b>Examination requirements:</b> Privacy threats, data protection legal framework, anonymity, anonymization techniques and services, privacy-enhancing technologies, applied privacy protection.		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Basic knowledge in communication networks, databases, and data processing.	
<b>Language:</b> English, German	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Delphine Reinhardt	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>	
<b>Maximum number of students:</b> 30		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.1141: Semistrukturierte Daten und XML</b> <i>English title: Semistructured Data and XML</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die Konzepte semistrukturierter Datenmodelle und die Parallelen sowie Unterschiede zum "klassischen" strukturierten, relationalen Datenmodell. Sie können damit für eine Anwendung abschätzen, welche Technologien gegebenenfalls zu wählen und zu kombinieren sind. Die Studierenden verfügen über praktische Grundkenntnisse in den üblichen Sprachen dieses Bereiches. Sie haben einen Überblick über die historische Entwicklung von Modellen und Sprachen im Datenbankbereich und können daran wissenschaftliche Fragestellungen und Vorgehensweisen nachvollziehen.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Semistrukturierte Daten und XML</b> (Vorlesung, Übung)		
<b>Prüfung: Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 25 Min.)</b> <b>Prüfungsanforderungen:</b> Konzepte semistrukturierter Datenmodelle und die Parallelen sowie Unterschiede zum "klassischen" strukturierten, relationalen Datenmodell; Fähigkeit zur Beurteilung, welche Technologien in einer konkreten Anwendung zu wählen und zu kombinieren sind; praktische Grundkenntnisse in den üblichen Sprachen dieses Bereiches; Überblick über die historische Entwicklung von Modellen und Sprachen im Datenbankbereich; Fähigkeit zum Nachvollziehen wissenschaftlicher Fragestellungen und Vorgehensweisen.		6 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Datenbanken	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Wolfgang May	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 100		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.1142: Semantic Web</b> <i>English title: Semantic Web</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen sowie technischen Konzepte des Semantic Web. Sie können den Nutzen und die Grenzen der verwendeten Technologien einschätzen und in realen Szenarien abwägen. Sie sehen an einigen Beispielen, wo aktuelle wissenschaftliche Fragestellungen ansetzen.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Semantic Web</b> (Vorlesung, Übung)		4 SWS
<b>Prüfung: Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 25 Min.)</b> <b>Prüfungsanforderungen:</b> Kenntnisse der theoretischen Grundlagen und technischen Konzepte des Semantic Web; Fähigkeit zum Abschätzen des Nutzens und der Grenzen der verwendeten Technologien; Fähigkeit zur Abwägung realer Szenarien; Fähigkeit zum Nachvollziehen wissenschaftlicher Fragestellungen und Vorgehensweisen.		6 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Datenbanken, Formale Systeme	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> M.Inf.1243	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Wolfgang May	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 50		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.1161: Bildanalyse und Bildverstehen</b> <i>English title: Image Analysis and Image Understanding</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Kompetenz, grundlegende Techniken der Bildverarbeitung sinnvoll zur Auswertung von Bilddaten einzusetzen; Verständnis für Probleme, Methoden und Begrenzungen der Bildanalyse mit elementaren Signalverarbeitungs- und höheren KI-Ansätzen.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Bildanalyse und Bildverstehen</b> (Vorlesung, Übung)		4 SWS
<b>Prüfung: Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 25 Min.)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> Aktive Teilnahme an den Übungen belegt durch die erfolgreiche Bearbeitung von 60 % der Übungszettel <b>Prüfungsanforderungen:</b> Nachweis über den Erwerb vertiefter Kenntnisse und Fähigkeiten: Kompetenz, grundlegende Techniken der Bildverarbeitung sinnvoll zur Auswertung von Bilddaten einzusetzen; Verständnis für Probleme, Methoden und Begrenzungen der Bildanalyse mit elementaren Signalverarbeitungs- und höheren KI-Ansätzen.		6 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Winfried Kurth	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 100		

<p><b>Georg-August-Universität Göttingen</b>  <b>Module M.Inf.1171: Cloud and Service Computing</b></p>	<p>5 C  3 WLH</p>
<p><b>Learning outcome, core skills:</b>  Successfully completing the module, students understand</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hybrid clouds, consisting of private and public clouds</li> <li>• basic web technologies (transfer protocols, markup languages, markup processing, RESTful and SOAP web services)</li> <li>• virtualization technologies (server, storage, and network virtualization)</li> <li>• data services (sharing, management, and analysis)</li> <li>• continuous integration/continuous delivery</li> <li>• container and orchestration in clouds (e.g. Kubernetes, OpenStack Heat)</li> <li>• monitoring of cloud infrastructures</li> <li>• interoperability in clouds (e.g. Helm)</li> <li>• portability and security</li> <li>• microservices</li> <li>• cloud computing workloads</li> </ul> <p>On completion of this module students will have a good understanding of the fundamental and up-to-date concepts used in the context cloud computing. This basic knowledge can be leveraged by students to design, implement, and manage service-oriented cloud infrastructures by themselves.</p>	<p><b>Workload:</b>  Attendance time:  42 h  Self-study time:  108 h</p>
<p><b>Course: Cloud and Service Computing</b> (Lecture, Exercise)  <i>Contents:</i>  Cloud Computing is a method of providing shared computing resources, such as applications, computing, storage, networking, development, and deployment platforms. In cloud computing these resources can be delivered as service to the user. Such Service-oriented infrastructures are the backbone of modern IT systems. They pool resources, enable collaboration between people, and provide complex services to end-users. Everybody who uses today's web applications implicitly relies on sophisticated service-oriented infrastructures. The same is true for users of mobile devices such as tablet computers and smart phones, which provide most of their benefits leveraging services.</p> <p>The key challenges of cloud computing infrastructures are related to scaling services. More specifically large cloud-computing infrastructures require scalability of IT management, programming models, and power consumption. The challenges to scale services lie in the inherent complexity of hardware, software, and the large amount of user requests, which large-scale services are expected to handle. This module teaches methods that address and solve those challenges in practice. Key aspects of the module are the management of IT infrastructures, the management of service landscapes, and programming models for distributed applications.</p> <p>The module covers the virtualization of computing, storage, and network resources as the fundament for scaling. IT management is covered by the discussion of deployment</p>	<p>3 WLH</p>

<p>models, service level agreements. Programming models are covered by discussing RESTful and SOAP web-services.</p> <p>Both, lectures and exercises, keep a close connection to the practical application of the discussed topics. The practical value of service-oriented infrastructures is highlighted in the context of enterprises as well as in the context of science. The methods taught in this module benefit from the lecturers' experiences at GWDG and thus provide exclusive insights into the topic. After successfully attending these modules students will understand the most important aspects to design, implement, and manage internet-scale cloud computing infrastructures.</p>	
<p><b>Examination: Written exam (90 min) or oral exam (approx. 30 min)</b></p> <p><b>Examination requirements:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hybrid and Multi cloud infrastructures</li> <li>• RESTful and SOAP web services</li> <li>• Compute, storage, and network virtualisation</li> <li>• Infrastructure-as-a-service, platform-as-a-service, software-as-a-service</li> <li>• Characteristics of Cloud computing (NIST)</li> <li>• Service life cycle</li> <li>• Service level agreements</li> <li>• Cloud computing workloads (e.g. batch, SaaS, big data, back-end)</li> </ul>	5 C
<p><b>Admission requirements:</b> none</p>	<p><b>Recommended previous knowledge:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic programming skills</li> <li>• Basic knowledge of Linux operating systems</li> </ul>
<p><b>Language:</b> English</p>	<p><b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Ramin Yahyapour</p>
<p><b>Course frequency:</b> each winter semester</p>	<p><b>Duration:</b> 1 semester[s]</p>
<p><b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice</p>	<p><b>Recommended semester:</b> Bachelor: 5 - 6; Master: 1 - 4</p>
<p><b>Maximum number of students:</b> 50</p>	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Module M.Inf.1185: Sensor Data Fusion</b>		5 C 4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> This module is concerned with fundamental principles and algorithms for the processing and fusion of noisy (sensor) data. Applications in the context of navigation, object tracking, sensor networks, robotics, Internet-of-Things, and data science are discussed. After successful completion of the module, students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• define the notion of data fusion and distinguish different data fusion levels</li> <li>• explain the fundamentals of dynamic state estimation (including the Kalman filter)</li> <li>• formalize data fusion problems as state estimation problems</li> <li>• describe and model the most relevant sensors</li> <li>• define the most common discrete-time and continuous-time dynamic models</li> <li>• perform a time-discretization of continuous-time models</li> <li>• apply the Kalman filter to linear state estimation problems</li> <li>• explain and apply basic nonlinear estimation techniques such as the Extended Kalman filter (EKF)</li> <li>• assess the properties, advantages, and disadvantages of the discussed (nonlinear) estimators</li> <li>• deal with unknown correlations in data fusion</li> <li>• implement, simulate, and analyze data fusion problems</li> <li>• describe and implement basic algorithms for simultaneous localization and mapping (SLAM)</li> <li>• identify data fusion applications and assess the benefits of data fusion</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 94 h
<b>Course: Sensor Data Fusion</b> (Lecture, Exercise)		4 WLH
<b>Examination: Written exam (90 min.) or oral exam (approx. 20 min.)</b> <b>Examination requirements:</b> Definition of data fusion; fundamentals of dynamic state estimation (including the Kalman filter); formalization of data fusion problems; typical sensor models; typical discrete-time and continuous-time dynamic models; discretization of continuous-time models; Extended Kalman filter (EKF); algorithms for dealing with unknown correlations in data fusion; basic algorithms for simultaneous localization and mapping (SLAM)		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Marcus Baum	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>	
<b>Maximum number of students:</b> 50		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C 2 WLH
<b>Module M.Inf.1186: Seminar Hot Topics in Data Fusion and Analytics</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the modul students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• get acquainted with a specific research topic in the area of data fusion and data analytics</li> <li>• explain the considered problem in the chosen research topic</li> <li>• collect, evaluate, and summarize related work</li> <li>• describe solution approaches for the considered problem</li> <li>• discuss advantages and disadvantages of the proposed approaches</li> <li>• give an outlook to future research directions</li> <li>• prepare and give a presentation about the chosen research topic</li> <li>• write a scientific report about the chosen research topic</li> <li>• follow recent research in data fusion and data analytics</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 122 h
<b>Course: Hot Topics in Data Fusion and Analytics (Seminar)</b>		2 WLH
<b>Examination: Presentation (approx. 45 minutes) and written report (max. 20 pages)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Attendance in 80% of the seminar presentations <b>Examination requirements:</b> Advanced knowledge of a specific research topic in the field of data fusion and data analytics; written scientific report; oral presentation		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Marcus Baum	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>	
<b>Maximum number of students:</b> 15		



<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>	5 C
<b>Module M.Inf.1187: Simulation-based Data Fusion and Analysis</b>	4 WLH

<p><b>Learning outcome, core skills:</b></p> <p>This module introduces fundamental simulation-based algorithms for the Bayesian fusion and analysis of noisy data sets. After completion, the students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the Bayesian approach to data fusion and analysis</li> <li>• set up probabilistic state space models for time series data</li> <li>• describe the concept of a recursive Bayesian state estimator</li> <li>• employ Monte Carlo simulation for Bayesian inference</li> <li>• explain and apply sequential Monte Carlo methods, i.e., particle filters, such as Sequential Importance Sampling (SIS) and Sequential Importance Resampling (SIR)</li> <li>• explain and apply Markov Chain Monte Carlo (MCMC) methods such as Metropolis-Hasting and Gibbs sampling</li> <li>• describe the Bayesian interpretation of the Kalman filter</li> <li>• apply simulation-based implementations of the Kalman filter such as the Unscented Kalman Filter (UKF) and the Ensemble Kalman filter (EnKF)</li> <li>• employ Monte Carlo simulation for inference in probabilistic graphical models</li> <li>• explain Rao-Blackwellization and apply it to Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)</li> <li>• assess the properties, advantages, and disadvantages of simulation-based techniques</li> <li>• apply the above concepts in the context of machine learning, computer vision, robotics, object tracking, and data science</li> </ul>	<p><b>Workload:</b></p> <p>Attendance time: 56 h</p> <p>Self-study time: 94 h</p>
---	---

<b>Course: Simulation-based Data Fusion and Analysis</b> (Lecture, Exercise)	4 WLH
--	-------

<p><b>Examination: Written exam (90 min.) or oral exam (approx. 20 min.)</b></p> <p><b>Examination requirements:</b></p> <p>Probabilistic state space models for time series data; recursive Bayesian state estimator; Monte Carlo simulation; Sequential Monte Carlo methods (particle filters); Sequential Importance Sampling (SIS) and Sequential Importance Resampling (SIR); Markov Chain Monte Carlo (MCMC) methods such as Metropolis-Hasting and Gibbs sampling; simulation-based implementations of the Kalman filter; Application of Monte Carlo simulation for inference in probabilistic graphical models; Rao-Blackwellization.</p>	5 C
---	-----

<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Marcus Baum
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>

<b>Maximum number of students:</b>	
------------------------------------	--

50	
----	--

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C 4 WLH
<b>Module M.Inf.1191: Privacy in Ubiquitous Computing</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the module, students are able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Define and understand the key concepts of privacy and ubiquitous computing,</li> <li>• Identify and classify threats to privacy in ubiquitous computing,</li> <li>• Describe, compare, and choose fundamental techniques to protect privacy,</li> <li>• Understand and analyze cutting-edge solutions.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 94 h
<b>Course: Privacy in Ubiquitous Computing</b> (Lecture, Exercise)		4 WLH
<b>Examination: Written exam (90 min.) or oral exam (approx. 20 min.)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Active participation during the exercises. <b>Examination requirements:</b> Introduction to privacy and ubiquitous computing, privacy threats, privacy-enhancing technologies, wireless sensor networks, smart meters, participatory sensing, RFIDs, Internet-of-Things.		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> M.Inf.1120, M.Inf.1121	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Delphine Reinhardt	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>	
<b>Maximum number of students:</b> 50		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C 2 WLH
<b>Module M.Inf.1193: Seminar on Usable Security and Privacy</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> On completion of the module, students should be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigate a selected topic related to usability in the field of security and privacy,</li> <li>• Identify relevant publications to address this topic and survey the state-of-the-art,</li> <li>• Understand, present, and explain issues encountered by the users,</li> <li>• Develop and describe new ideas to address these issues,</li> <li>• Summarize their findings in a written report,</li> <li>• Give a presentation about their chosen topic.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 122 h
<b>Course: Seminar Usable Security and Privacy (Seminar)</b>		2 WLH
<b>Examination: Presentation (approx. 30 min.) and written report (max. 15 pages)</b> <b>Examination requirements:</b> The students shall show that: <ul style="list-style-type: none"> <li>• They are able to conduct literature research on a topic in the area of usable security and privacy,</li> <li>• They are able to identify, understand, and explain usability issues encountered in this area,</li> <li>• They are able to propose novel solutions to these issues and discuss their potential advantages and limitations,</li> <li>• They are able to write a structured scientific report on their findings by respecting the rules of good scientific practice,</li> <li>• They are able to present and critically discuss their findings in a presentation.</li> </ul>		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Basic knowledge of privacy and usability obtained, e.g., in the recommended lecture "Usable Security and Privacy"	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Delphine Reinhardt	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>	
<b>Maximum number of students:</b> 15		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C 2 WLH
<b>Module M.Inf.1194: Seminar on Privacy in Data Science</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> On completion of the module, students should be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigate selected topics on privacy in data science,</li> <li>• Identify existing solutions in the area to be investigated,</li> <li>• Explain, compare, and discuss these solutions,</li> <li>• Develop new ideas to improve the current state-of-the-art,</li> <li>• Summarize their findings in a written report,</li> <li>• Give a presentation about the chosen area.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 122 h
<b>Course: Seminar Privacy in Data Science (Seminar)</b>		2 WLH
<b>Examination: Presentation (approx. 30 min.) and written report (max. 15 pages)</b> <b>Examination requirements:</b> The students shall show that: <ul style="list-style-type: none"> <li>• They are able to conduct literature research on a topic in the area of privacy in data science,</li> <li>• They are able to explain selected solutions related to the chosen topic,</li> <li>• They are able to compare these solutions by analyzing their potential advantages and limitations,</li> <li>• They are able to write a structured scientific report on their findings by respecting the rules of good scientific practice,</li> <li>• They are able to present and critically discuss their findings in a presentation.</li> </ul>		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Basic knowledge of privacy obtained, e.g., in one of the recommended lectures “Privacy-Enhancing Technologies”, “Privacy in Ubiquitous Computing”, “Usable Security and Privacy”, or “Ethical, Social, and Legal Foundations of Data Science”.	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Delphine Reinhardt	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>	
<b>Maximum number of students:</b> 15		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Module M.Inf.1195: Seminar Human in the Age of Artificial Intelligence</b>	5 C 2 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> This seminar investigates the relationship between Artificial Intelligence and automation and the human, the future of humanity, and ethical decision-making. This will be achieved by research and review of literature about the topic. On completion of this module students : <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with the main concepts of the designed course and develop a greater awareness of the benefits and limitations of AI applications.</li> <li>• understand the role of artificial intelligence on Self and in Society.</li> <li>• are able to write a report demonstrating their understanding of the topic.</li> <li>• have improved their presentation skills on the selected topic.</li> <li>• have improved their ability to work independently in a pre-defined context.</li> </ul>	<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 122 h
<b>Course: Human in the Age of Artificial Intelligence (Seminar)</b>	2 WLH
<b>Examination: Presentation (approx. 45 minutes) and written report (max. 15 pages)</b> <b>Examination requirements:</b> The students shall show that: <ul style="list-style-type: none"> <li>• they are able to become acquainted with the topic of the designed course by investigating research publications</li> <li>• they are able to assess and analyze the research on the chosen topic</li> <li>• they are able to present and discuss their finding in a presentation</li> <li>• they are able to write a scientific report according to good scientific practice</li> </ul>	5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Dr. Parisa Memarmoshrefi
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>
<b>Maximum number of students:</b> 15	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.1211: Probabilistische Datenmodelle und ihre Anwendungen</b> <i>English title: Probabilistic Data Models and Applications</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> In dem Modul erwerben Studierende spezialisierte Kenntnisse zu Auswahl, Entwurf und Anwendungen von Modellen, für die die (parametrisierte) Zufälligkeit der Daten eine wesentliche Komponente der Modellierung ist. Überblick über die Modulinhalte: Zu verarbeitende Daten in verschiedensten Anwendungsbereichen (z. B. Bioinformatik) unterliegen meist statistischen Gesetzmäßigkeiten. Das Modul ist fokussiert auf Methoden zur Erkennung und algorithmischen Ausnutzung solcher typischen Muster durch geeignete probabilistische Modellierung der Daten und auf die Schätzung der Modellparameter. z. B. Vorlesung Algorithmisches Lernen, Vorlesung Datenkompression und Informationstheorie, Probabilistische Datenmodelle in der Angewandten Informatik.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Vorlesungen, Übungen und Seminare zu den vorgenannten Themen</b>		
<b>Prüfung: Klausur (60 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 20 Min.)</b> <b>Prüfungsanforderungen:</b> Nachweis über den Erwerb spezialisierter Kenntnisse und Fähigkeiten zu probabilistischen Datenmodellen, der Komplexität ihrer algorithmischen Unterstützung und ggf. ihrer Anwendung in einer der Angewandten Informatiken oder einem Anwendungsbereich.		6 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Stephan Waack (Prof. Dr. Carsten Damm)	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 30		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.1213: Algorithmisches Lernen und Mustererkennung</b> <i>English title: Algorithmic Learning and Pattern Recognition</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Es werden spezialisierte Kompetenzen im Bereich des algorithmischen Lernens und der Mustererkennung vermittelt. Verständnis der theoretischen Grundlagen und der Probleme bei praktischen Anwendungen.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Algorithmisches Lernen</b> (Vorlesung, Übung) <i>Inhalte:</i> Es werden die Grundlagen des Algorithmischen Lernens vermittelt, prinzipielle Schranken und Möglichkeiten aufgezeigt und einige spezielle Ansätze diskutiert wie z. B. Grundlagen des PAC-Lernens und des PAC-Lernens mit Rauschen auf der Klassifikation. Schlüsselbegriffe wie VC Dimension und Rademacher-Komplexität von Hypothesenklassen die es ermöglichen, sowohl Möglichkeiten als auch Grenzen der Lernbarkeit zu verstehen.		4 SWS
<b>Prüfung: Klausur (60 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 20 Min.)</b> <b>Prüfungsanforderungen:</b> Nachweis über den Erwerb spezialisierter anwendungsorientierter Kenntnisse und Kompetenzen aus dem Bereich des algorithmischen Lernens und der Mustererkennung.		6 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Stephan Waack (Prof. Dr. Carsten Damm)	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 30		



<p><b>Georg-August-Universität Göttingen</b>  <b>Module M.Inf.1232: Parallel Computing</b></p>	<p>6 C  4 WLH</p>
<p><b>Learning outcome, core skills:</b>  Successfully completing the module, students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• define and describe the benefit of parallel computing</li> <li>• specify the classification of parallel computers (Flynn classification)</li> <li>• analytically evaluate the performance of parallel computing approaches (scaling/performance models)</li> <li>• know the parallel hardware and performance improvement approaches (cache coherence, pipeline, etc.)</li> <li>• know the interconnects and networks and their role in parallel computing</li> <li>• understand and develop sample parallel programs using different paradigms and development environments (e.g., shared memory and distributed models)</li> <li>• expose to some applications of Parallel Computing through hands-on exercises</li> </ul>	<p><b>Workload:</b>  Attendance time:  56 h  Self-study time:  124 h</p>
<p><b>Course: Parallel Computing</b> (Lecture, Exercise)  <i>Contents:</i>  Successfully completing the lecture, students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• define and describe the benefit of parallel computing and identify the role of software and hardware in parallel computing</li> <li>• specify the Flynn classification of parallel computers (SISD, SIMD, MIMD)</li> <li>• analytically evaluate the performance of parallel computing approaches (Scaling/Performance models)</li> <li>• understand the different architecture of parallel hardware and performance improvement approaches (e.g., caching and cache coherence issues, pipeline, etc.)</li> <li>• define Interconnects and networks for parallel computing</li> <li>• architecture of parallel computing (MPP, Vector, Shared memory, GPU, Many-Core, Clusters, Grid, Cloud)</li> <li>• design and develop parallel software using a systematic approach</li> <li>• parallel computing algorithms and development environments (i.e. shared memory and distributed memory parallel programming)</li> <li>• write parallel algorithms/programs using different paradigms and environments (e.g., POSIX Multi-threaded programming, OpenMP, MPI, OpenCL/CUDA, MapReduce, etc.)</li> <li>• get exposed to some applications of Parallel Computing through exercises</li> </ul> <p>References</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• An Introduction to Parallel Programming, Peter S. Pacheco, Morgan Kaufmann (MK), 2011, ISBN: 978-0-12-374260-5.</li> <li>• Designing and Building Parallel Programs, Ian Foster, Addison-Waesley, 1995, ISBN 0-201-57594-9 (Available online).</li> </ul>	<p>4 WLH</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Advanced Computer Architecture: Parallelism, Scalability, Programmability, Kai Hwang, Int. Edition, McGraw Hill, 1993, ISBN: 0-07-113342-9.</li> <li>• In addition to the mentioned text book, tutorial and survey papers will be distributed in some lectures as extra reading material.</li> </ul>	
<p><b>Examination: Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 20 Min.)</b></p> <p><b>Examination requirements:</b>  Parallel programming; Shared Memory Parallelism; Distributed Memory Parallelism, Single Instruction Multiple Data (SIMD); Multiple Instruction Multiple Data (MIMD); Hypercube; Parallel interconnects and networks; Pipelining; Cache Coherence; Parallel Architectures; Parallel Algorithms; OpenMP; MPI; Multi-Threading (pthreads); Heterogeneous Parallelism (GPGPU, OpenCL/CUDA)</p>	6 C
<p><b>Admission requirements:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data structures and algorithms</li> <li>• Programming in C/C++</li> </ul>	<p><b>Recommended previous knowledge:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer architecture</li> <li>• Basic knowledge of computer networks and topologies</li> </ul>
<p><b>Language:</b> English</p>	<p><b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Ramin Yahyapour</p>
<p><b>Course frequency:</b> unregelmäßig</p>	<p><b>Duration:</b> 1 semester[s]</p>
<p><b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice</p>	<p><b>Recommended semester:</b></p>
<p><b>Maximum number of students:</b> 50</p>	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.Inf.1234: Emerging Topics in Advanced Computer Networks</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> This course covers the principles of existing and emerging advanced networking technologies and services e.g., ICN, SDN, Smart City, IoT, Advanced Networking. In general, students will study computer networks, future Internet architectures and data science related topics. The students will <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the principles of existing and emerging advanced networking technologies and services</li> <li>• have a basic understanding of computer networks</li> <li>• have been introduced to the state-of-the-art research in the relevant field</li> <li>• build a practical system based on the study material covered in the course</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Emerging Topics in Advanced Computer Networks</b> (Lecture, Exercise)		4 WLH
<b>Examination: Oral exam (approx. 30 min) or written exam (90 min)</b> <b>Examination requirements:</b> Advanced networking technologies, Peer-to-Peer networks, Data science, state-of-the-art research in the computer networks field		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge in computer networks and data science</li> <li>• Basics knowledge of algorithms and data structures</li> <li>• Basic programming skills</li> </ul>	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Xiaoming Fu	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>	
<b>Maximum number of students:</b> 50		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Module M.Inf.1236: High-Performance Data Analytics</b>	6 C 4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> Successfully completing the module, students understand <ul style="list-style-type: none"> <li>• the motivation and use-case for large-scale data analytics</li> <li>• performance implications of hardware and software system for large-scale data workloads</li> <li>• the usage of industry-standard tools to solve data analytics problems</li> <li>• algorithms, data structures, data models, tools, and infrastructure for efficient processing of data</li> </ul>	<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: High-Performance Data Analytics (Lecture, Exercise)</b> <i>Contents:</i> Data-driven science requires the handling of large volumes of data in a quick period of time. Executing efficient workflows is challenging for users but also for systems. This module introduces concepts, principles, tools, system architectures, techniques, and algorithms toward large-scale data analytics using distributed and parallel computing. We will investigate the state-of-the-art of processing data of workloads using solutions in High-Performance Computing and Big Data Analytics. <i>Topics cover:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Challenges in high-performance data analytics</li> <li>• Use-cases for large-scale data analytics</li> <li>• Performance models for parallel systems and workload execution</li> <li>• Data models to organize data and (No)SQL solutions for data management</li> <li>• Industry relevant processing models with tools like Hadoop, Spark, and Paraview</li> <li>• System architectures for processing large data volumes</li> <li>• Relevant algorithms and data structures</li> <li>• Visual Analytics</li> <li>• Parallel and distributed file systems</li> </ul> Guest talks from academia and industry will be incorporated in teaching that demonstrates the applicability of this topic. Weekly laboratory practicals and tutorials will guide students to learn the concepts and tools. In the process of learning, students will form a learning community and integrate peer learning into the practicals. Students will have opportunities to present their solutions to the challenging tasks in the class. Students will develop presentation skills and gain confidence in the topics.	4 WLH
<b>Examination: Written exam (90 min) or oral exam (approx. 30 min)</b> <b>Examination requirements:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Challenges in high-performance data analytics</li> <li>• Use-cases for large-scale data analytics</li> <li>• Performance models for parallel systems and workload execution</li> <li>• Data models to organize data and (No)SQL solutions for data management</li> <li>• Industry relevant processing models with tools like Hadoop, Spark, and Paraview</li> </ul>	6 C

<ul style="list-style-type: none"> <li>• System architectures for processing large data volumes</li> <li>• Relevant algorithms and data structures</li> <li>• Visual Analytics</li> <li>• Parallel and distributed file systems</li> </ul>	
--	--

<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Basic programming skills, Basic knowledge of Linux operating systems
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Julian Kunkel
<b>Course frequency:</b> each winter semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Bachelor: 5 - 6; Master: 1 - 4
<b>Maximum number of students:</b> 50	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.1268: Informationstheorie</b> <i>English title: Information Theory</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die mathematische Grundlagen der Informationstheorie</li> <li>• beherrschen die grundlegenden Begriffe der Informationstheorie</li> <li>• beherrschen die zentralen Begriffe und Verfahren der Datenkompression</li> <li>• kennen grundlegende Begriffe und Aussagen zur Kanalkapazität</li> <li>• kennen grundlegende Begriffe und Aussagen zur Kolmogorov-Komplexität</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Elements of Information Theory</b> (Vorlesung, Übung)		4 SWS
<b>Prüfung: Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 20 Min.)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> Bearbeitung von 50% aller Übungsblätter, Vorführung mindestens einer Aufgabe während der Übung, kontinuierliche Teilnahme an den Übungen <b>Prüfungsanforderungen:</b> In der Prüfung wird die aktive Beherrschung der vermittelten Inhalte und Techniken nachgewiesen, z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse von Grundbegriffen wie Entropie, relative Entropie, wechselseitige Information</li> <li>• asymptotische Äquipartitionseigenschaft und Typtheorie</li> <li>• Entropierate stochastischer Prozesse</li> <li>• Grundlagen der Datenkompression einschließlich ihrer Bezüge zur Spieltheorie</li> <li>• Kanalkapazität und Kanalcodierungssatz</li> <li>• Grundbegriffe der Kolmogorov-Komplexität</li> </ul>		6 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Stephan Waack	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 30		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Module M.Inf.1303: Imaging and Visualization</b>		6 C 4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• name and describe aims and typical tasks in medical imaging and image processing and explain the corresponding challenges.</li> <li>• name the relevant imaging techniques in medicine and explain their essential characteristics.</li> <li>• describe essential mathematical and physical contexts - on an appropriate level - which are the basis for the introduced imaging techniques.</li> <li>• name and describe established memory formats, transfer processes, and compression technologies for medical imaging data and substantiate reasons for their implementation.</li> <li>• explain the fundamentals of image enhancement in time and frequency domain.</li> <li>• explain essential processes in image segmentation and description.</li> <li>• explain fundamentals of object identification and classification.</li> <li>• apply the theoretical fundamentals in practical use cases with established software tools.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Imaging and Visualization</b> (Block course, Lecture, Exercise, Seminar) <i>Contents:</i> Radiological, nuclear-medicine, and optical procedures in medicine; requirements and legal frameworks, image formats, transfer and storage, compression; digital image representation, processing chain, resolution and contrast, contrast enhancement, noise reduction, filter techniques; detection of points, lines, edges, and segments, threshold and area-oriented operations, feature extraction; use of tools such as Python, Matlab, OpenCV. The contents are adjusted to current developments. Literature is indicated at the start of each semester.		4 WLH
<b>Examination: Written Evaluation (Klausur), E-Assessment resp. (120 minutes.) or oral evaluation (ca. 30 minutes.)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Regular attendance in seminar dates.		6 C
<b>Examination requirements:</b> In the evaluation, the theoretical knowledge of essential terms and methods as well as their choice, implementation, and assessment is tested in case examples. In written evaluations and e-assessments, tasks are generally given in open questions and are to be answered accordingly, other question types (such as MC) may be used in minor part.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Students are expected to have sound knowledge in fundamentals of mathematics.	
<b>Language:</b> English, German	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. rer. nat. Dagmar Krefting	

---

	Prof. Dr. Ulrich Sax
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 1 - 3
<b>Maximum number of students:</b> 25	



<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.1304: E-Health</b> <i>English title: E-Health</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden können die verschiedenen Kommunikationsstandards im Gesundheitswesen beschreiben und bewerten. Sie können die bisherige Entwicklung dieser Standards beschreiben und zukünftige Herausforderungen und Potentiale von Standards darlegen. Die Studierenden können die Bedeutung der Standards in der aktuellen Forschung beschreiben.  Die Studierenden können die wesentlichen rechtlichen Rahmenbedingungen der E-Health benennen. Sie können die Bedeutung der nationalen und internationalen Verordnungen und Gesetze erläutern und geeignete Beispiele nennen.  Die Studierenden können die Auswirkungen der E-Health auf die traditionelle Organisationsform des deutschen Gesundheitswesens beschreiben und Chancen und Herausforderungen der digitalen Transformation erläutern.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: E-Health (Blockveranstaltung)</b> <i>Inhalte:</i> Kommunikationsstandards im Gesundheitswesen und deren bisherige und zukünftige Entwicklung; Bedeutung der Standards in der aktuellen Forschung; rechtliche Rahmenbedingungen der E-Health (nationale und internationale Verordnungen und Gesetze); Auswirkungen der E-Health auf das deutsche Gesundheitswesen; Chancen und Herausforderungen der digitalen Transformation; weitere Inhalte nach aktueller Entwicklung. Literaturempfehlungen werden zu Beginn des Semesters ausgegeben.		4 SWS
<b>Prüfung: Klausur bzw. E-Prüfung (90 Min.) oder mündliche Prüfung (ca. 20 Min.) (50%); Seminararbeit (min. 10 bis max. 20 Seiten) (25%) und Seminarvortrag (30 bis max. 45 Minuten) (25%).</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> Teilnahme an den Blockseminarterminen.		6 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> In der Prüfung wird neben dem theoretischen Verständnis zentraler Begriffe und Methoden deren Auswahl, Einsatz und Überprüfung anhand von Fallbeispielen nachgewiesen. Lernziele werden zu jeder Lehreinheit ausgegeben. Prüfungsanforderungen werden in der Lehrveranstaltung durch geeignete Übungsaufgaben und/oder Repetitorien vermittelt. In Klausuren bzw. E-Prüfungen sind grundsätzlich offene Fragen in Textform zu bearbeiten, weitere Fragetypen (z. B. MC) sind in geringem Umfang möglich. Prüfungsanforderungen in Seminarvorträgen und Hausarbeiten sind einer schriftlichen Aufgabenstellung zu entnehmen, Bewertungskriterien werden zu Beginn des jeweiligen Semesters ausgegeben.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b>	<b>Modulverantwortliche[r]:</b>	

---

Deutsch, Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Dagmar Krefting Prof. Dr. Ulrich Sax
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1 - 3
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 25	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.Inf.1307: Current Topics in Medical Informatics</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• name and describe topics in medical informatics, which are of major importance for the future development of the field.</li> <li>• explain, discuss, and substantiate said importance.</li> <li>• reflect on a topic and analyze it by means of literature research.</li> <li>• conduct topic-related assignments and case examples.</li> <li>• present and discuss their results.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Current Topics in Medical Informatics</b> (Block course, Lecture, Exercise, Seminar) <i>Contents:</i> The contents are adjusted to current developments of the field. Examples: clinical decision support, assistive health care technologies, advanced technologies and methods of data analysis and data quality management, machine learning, semantic analysis of medical data models. The seminar can be conducted as an online course.		4 WLH
<b>Examination: Seminar paper (max. 20 pages) (60%) and presentation (ca. 20 minutes) (40%) or e-assessment in the online-course (100 %)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Regular participation in the seminar.		6 C
<b>Examination requirements:</b> Detailed coverage of a current topic in medical informatics in accordance with the learning aims. Requirements of seminar presentations and papers are specified in assignments, as are requirements in the e-assessment. Grading criteria are conveyed at the start of each semester.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English, German	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. rer. nat. Dagmar Krefting Prof. Dr. Ulrich Sax	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 1 - 3	
<b>Maximum number of students:</b> 25		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		3 C
<b>Module M.Inf.1308: Journal Club</b>		2 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• conduct their own research of current scientific journal publications in a given area of medical informatics.</li> <li>• choose relevant publications and justify their choice.</li> <li>• research background information on publication sources and authors and put it into the scientific context of the given area of the field.</li> <li>• read, present, assess, and discuss scientific publications.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 62 h
<b>Course: Journal Club</b> (Seminar) <i>Contents:</i> Contents are adjusted to the current development of the field.		2 WLH
<b>Examination: Two seminar presentations (ca. 30 minutes each) (40% each) and active participation in the discussions of papers presented by other candidates (20%).</b> <b>Examination prerequisites:</b> Evidence of active participation in at least 12 seminar dates.		3 C
<b>Examination requirements:</b> Evidence of acquired, field-specific competencies through critical examination of relevant publications. Requirements of seminar presentations are specified in assignments. Grading criteria are conveyed at the start of each semester.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. rer. nat. Dagmar Krefting Prof. Dr. Ulrich Sax	
<b>Course frequency:</b> each semester	<b>Duration:</b> 2 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 1 - 3	
<b>Maximum number of students:</b> 25		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.1351: Arbeitsmethoden in der Gesundheitsforschung</b> <i>English title: Work Methods in Health Research</i>		5 C 3 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen Methoden, Aufbau und Ziele kollaborativer, IT-unterstützter Arbeitsorganisationen und verstehen ihre Bedeutung im globalen Forschungs- und Gesundheitsmarkt. Sie kennen die Methoden zur Bearbeitung wissenschaftlicher Projekte und können deren Ergebnisse präsentieren.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 108 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Mögliche Lehrformen: Vorlesung, Übung, Seminar, Blockseminar</b> <i>Inhalte:</i> Werden ständig den aktuellen Entwicklungen dieses dynamischen Gebietes angepasst. Beispiele: Grundlagen und Arbeitsmethoden in Forschung und Projektarbeit. Kollaborative Arbeitsmethoden in der Forschung: Vorlesung und Seminar		
<b>Prüfung: Hausarbeit (max. 20 Seiten) und Vortrag (ca. 20 Minuten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> regelmäßige Teilnahme bei Blockseminaren und bei Seminaren <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden können die Bedeutung kollaborativer, IT-unterstützter Arbeitsorganisationen im globalen Forschungs- und Gesundheitsmarkt, sowie deren Methoden und Aufbau beschreiben. Sie können wissenschaftlicher Projekte bearbeiten und deren Ergebnisse präsentieren.		5 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. med. Otto Rienhoff	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 25		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 SWS
<b>Modul M.Inf.1501: Data Mining in der Bioinformatik</b> <i>English title: Data Mining in Bioinformatics</i>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden lernen Methoden zur Analyse mehrdimensionaler Daten, die eine entscheidende Rolle bei der Erforschung biologischer Systeme spielen. Ziel ist das Verständnis der besonderen Eigenschaften von hochdimensionalen Räumen und der statistischen Methoden mit denen Strukturen in komplexen Daten explizit gemacht werden können. Kriterien für die Auswahl und Anwendbarkeit verschiedener Verfahren sollen theoretisch und praktisch nachvollzogen werden.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Data Mining in der Bioinformatik</b> (Vorlesung)		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: Rechnerübung zu Data Mining in der Bioinformatik</b> (Blockveranstaltung)		2 SWS
<b>Prüfung: Mündlich (ca. 20 Minuten)</b>		6 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden sollen nach Abschluss des Moduls in der Lage sein, Methoden zur Analyse von komplexen Daten selbständig zu verstehen und anzuwenden, sowie die Grenzen der Anwendbarkeit kritisch zu beurteilen.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Algorithmen der Bioinformatik, Maschinelles Lernen in der Bioinformatik	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Dr. Peter Meinicke	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 15		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.1503: Seminar Bioinformatik</b> <i>English title: Seminar Bioinformatics</i>		5 C 2 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden sollen lernen sich anhand von Originalarbeiten selbstständig in aktuelle Themen der Bioinformatik einzuarbeiten und den erarbeiteten Stoff vor einem kritischen Publikum vorzutragen. Hierzu gehört das gründliche Durcharbeiten und Beurteilen der betreffenden Originalarbeit sowie die Erarbeitung von Grundlagen, die für das Verstehen der Arbeit notwendig sind, dort aber aus Platzgründen nicht ausgeführt sind. Dabei sind im allgemeinen weitere Originalarbeiten oder Lehrbücher heranzuziehen, die notwendig sind, um die gewählte Originalarbeit vollständig zu verstehen und die gewonnenen Erkenntnisse anwenden zu können.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 122 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Literaturseminar Bioinformatik (Seminar)</b> <i>Inhalte:</i> Aktuelle Forschungsarbeiten der Bioinformatik		2 SWS
<b>Prüfung: Vortrag (ca. 60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 10 Seiten)</b>		5 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Da im Vortrag nur ein Teil des erarbeiteten Stoffs dargestellt werden kann, ist eine sinnvolle Auswahl zu treffen. Die Unterscheidung zwischen wichtigen und weniger wichtigen Bestandteilen des erlernten Stoffs gehört zu den Aufgaben des Vortragenden. Es wird erwartet, dass der Vortragende nicht nur den vorgetragenen Stoff beherrscht, sondern auch Grundlagen dieses Stoffs, die im Vortrag aus Zeitgründen nicht behandelt werden konnten. Schließlich ist eine schriftliche Zusammenfassung des Vortrags zu erstellen und eine exemplarische Anwendung zu dokumentieren. Die Prüfung besteht aus Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung inkl. Dokumentation einer Anwendung.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Burkhard Morgenstern	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 10		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.1504: Algorithmen der Bioinformatik II</b> <i>English title: Algorithms in Bioinformatics II</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden erlernen Algorithmen zur Clusteranalyse und zur Analyse von RNA-Strukturen, Genvorhersage bei Eukaryoten, Mustererkennung auf Sequenzen und fortgeschrittene Methoden des Sequenzalignments.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Algorithmen der Bioinformatik II</b> (Vorlesung, Übung)		4 SWS
<b>Prüfung: Mündlich (ca. 20 Minuten)</b>		6 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden sollen nach Absolvierung des Moduls befähigt sein, bekannte Verfahren aus der Informatik für bioinformatische Fragestellungen anzuwenden und die Grenzen der Anwendbarkeit kritisch zu beurteilen.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Grundlegende Kenntnisse aus den Bereichen Algorithmen der Bioinformatik, Maschinelles Lernen in der Bioinformatik und Molekularbiologie	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Burkhard Morgenstern	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 15		



<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.1806: Projektseminar Datenbanken und Informationssysteme</b> <i>English title: Seminar and Project Databases</i>		6 C 2 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden können sich in ein Spezialgebiet moderner Datenbank- und Informationssysteme einarbeiten, Quellen und Dokumentationen im Web suchen und in Beziehung zu dem behandelten Gebiet setzen, Werkzeuge evaluieren sowie in einer Diskussion darstellen und bewerten.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 152 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Projektseminar Datenbanken und Informationssysteme</b>		
<b>Prüfung: Vortrag (ca. 60 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 25 Seiten)</b> <b>Prüfungsanforderungen:</b> Nachweis über den Erwerb vertiefter Kenntnisse und Fähigkeiten in einem Spezialgebiet moderner Datenbank- und Informationssysteme. Insbesondere zur Darstellung und Bewertung von Quellen, Dokumentationen und Werkzeugen. Der Vortrag umfasst eine Präsentation einer Fallstudie.		6 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> Datenbanken	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Wolfgang May	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 16		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.Inf.1808: Practical Course on Parallel Computing</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> Successfully completing the module, students are able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• practically work with a cluster of computers (e.g., using a batch system)</li> <li>• practically utilize grid computing infrastructures and manage their jobs (e.g., Globus toolkit)</li> <li>• apply distributed memory architectures for parallelism through practical problem solving (MPI programming)</li> <li>• utilize shared memory architectures for parallelism (e.g., OpenMP and pthreads)</li> <li>• utilize heterogenous parallelism (e.g., OpenCL, CUDA and general GPU programming concepts)</li> <li>• utilize their previous knowledge in data structures and algorithms to solve problems using their devised (or enhanced) parallel algorithms</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Practical Course on Parallel Computing (Practical course)</b> <i>Contents:</i> As a practical course, the focus will be on the hands-on session and problem solving. Students will get a brief introduction to the topic and then will use the laboratory equipment to solve assignments of each section of the course.		4 WLH
<b>Examination: Oral examination (approx. 20 minutes), not graded</b> <b>Examination requirements:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand how to manage computing jobs using a cluster of computers or using grid computing facilities</li> <li>• understand the configuration of a PBS cluster through practical assignments</li> <li>• practically use LRM clusters and POVray examples</li> <li>• understand cluster computing related topics (error handling, performance management, security) in more depth and using hands-on experience and practically using Globus toolkit</li> <li>• design and implement solutions for parallel programs using distributed memory architectures (using MPI)</li> <li>• design and implement solutions for parallel programs using shared memory parallelism (using OpenMP, pthreads)</li> <li>• practically work with MapReduce programming framework and problem solving using MapReduce</li> <li>• practically work with heterogenous parallelism environment (GPGPU, OpenCL, CUDA, etc.)</li> </ul>		6 C
<b>Admission requirements:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data structures and algorithms</li> <li>• Programming in C/C++</li> </ul>	<b>Recommended previous knowledge:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parallel Computing</li> <li>• Computer architecture</li> <li>• Basic knowledge of computer networks</li> <li>• Basic know-how of computing clusters</li> </ul>	

<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Ramin Yahyapour
<b>Course frequency:</b> unregelmäßig	<b>Duration:</b> 1 semester[s]
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>
<b>Maximum number of students:</b> 20	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.Inf.1822: Practical Course in Data Fusion</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the module, students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• become acquainted with software tools and frameworks for data fusion</li> <li>• work with modern sensors</li> <li>• collect, process and analyze (sensor) data</li> <li>• implement data fusion algorithms</li> <li>• experimentally evaluate and compare data fusion algorithms</li> <li>• apply data fusion algorithms in the context of localization, navigation, tracking, sensor networks and robotics</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Practical Course in Data Fusion</b> (Practical course)		4 WLH
<b>Examination: Practical project in small groups, oral presentation of results (approx. 15 minutes each), scientific report (max. 6 pages each), not graded</b> <b>Examination requirements:</b> Implementation and evaluation of data fusion algorithms, oral presentation, scientific writing and teamwork.		6 C
<b>Admission requirements:</b> M.Inf.1185 or M.Inf.1187	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Marcus Baum	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>	
<b>Maximum number of students:</b> 15		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.Inf.1828: Lab Usable Security and Privacy</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> On completion of the module, students should be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identify, understand, and analyze usability issues in the field of security and privacy,</li> <li>• Design, plan, and conduct a user study to explore a selected issue by following the data protection regulations and taking into account ethical aspects,</li> <li>• Document, analyze, and critically discuss the obtained results,</li> <li>• Propose future improvements or directions based on the obtained results,</li> <li>• Present the study design, methodology, results, and consequences in a written report,</li> <li>• Give a presentation about their study and the associated findings.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Lab Usable Security and Privacy (Practical course)</b>		4 WLH
<b>Examination: Presentation (approx. 20 min.) und written report (max. 15 pages)</b> <b>Examination requirements:</b> The students shall show that: <ul style="list-style-type: none"> <li>• They are able to conduct literature research and analyse the issues related to the usability of security and privacy solutions,</li> <li>• They are able plan and conduct a user study from its design to the processing and presentation of the results,</li> <li>• They are able to write a structured scientific report on their study including its design and the obtained results by respecting the rules of good scientific practice and data protection regulations,</li> <li>• They are able to present both their study and the associated results as well as critically discuss them in a presentation.</li> </ul>		6 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Basic knowledge of privacy and usability obtained, e.g., in the recommended lecture "Usable Security and Privacy"	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Delphine Reinhardt	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b>	
<b>Maximum number of students:</b> 20		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		3 C
<b>Module M.Inf.2001: Python for Data Scientists</b>		2 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> After completing the course, students <ul style="list-style-type: none"> <li>• know fundamental concepts of Python like data types, control flow, functions, classes or exceptions</li> <li>• understand Python modules and are able to create them</li> <li>• have an overview of fundamental modules for data science</li> <li>• know libraries for data presentation</li> <li>• have a basic understanding of software versioning</li> <li>• made hands-on experience with Jupyter notebooks</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 62 h
<b>Course: Python for Data Scientists</b> (Block course) <i>Course frequency:</i> each winter semester		2 WLH
<b>Examination: Practical examination</b> <b>Examination requirements:</b> To conduct the exam, students need to know the basic concepts of Python, have to be able to code simple data science assignments, and have to apply Python modules.		3 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Hon.-Prof. Dr. Philipp Wieder	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Master: 1 - 4	
<b>Maximum number of students:</b> 25		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C 2 WLH
<b>Module M.Inf.2101: Best Practice Methods of Privacy and Ethics in Data Science</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the module, students <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basic foundations of philosophy of science and methods of data science</li> <li>• can critically reflect data science methods with respect to their ethical, social and legal implications</li> <li>• recognize possible consequences of the collection, processing, storage, management and release of data and are familiar with approaches for mitigating the resulting risks</li> <li>• are aware of issues related to equity and diversity in data science and are able to promote equity and diversity</li> <li>• are familiar with the legal framework in Europe regarding privacy, data security, intellectual property and copyright</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 122 h
<b>Course: Best Practice Methods of Privacy and Ethics in Data Science</b> (Lecture, Seminar)		2 WLH
<b>Examination: Oral presentation (approx. 15 min.) and term paper (max. 10 pages)</b> <b>Examination requirements:</b> Applied ethics, ethical and legal frameworks, privacy and data protection, anonymity, data ownership, user consent, data collection, data processing, data storage, data management, data sharing, equity and diversity.		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Heike Bickeböller Dr. Valentin Gold	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Master: 1 - 3	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.Inf.2102: Advanced Statistical Learning for Data Science</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> Students will <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn concepts of advanced statistical methods and their scope of applications. These methods comprise the EM algorithm, Markov models, Hidden Markov Models, Markov chain Monte Carlo.</li> <li>• gain a solid understanding of ensemble learning algorithms. In particular, we will address additive tree approaches like boosting and Random Forest algorithms, as well as methods for ensemble optimization</li> <li>• learn strategies for model assessment and selection such as nested cross-validation, Monte Carlo validation, or permutation tests. Moreover, this will comprise measures of model quality and robustness.</li> <li>• acquire practical experience in the interpretation of machine learning models and learn required methods for feature selection, importance, stability, and robustness</li> <li>• learn techniques of statistical network inference, their implementation as well as their application to high-dimensional data.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Advanced Statistical Learning for Data Science (Lecture)</b> Hastie, et al. Elements of Statistical Learning <a href="https://web.stanford.edu/~hastie/ElemStatLearn/">https://web.stanford.edu/~hastie/ElemStatLearn/</a> Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning. <a href="https://cs.ugoe.de/prml">https://cs.ugoe.de/prml</a>		2 WLH
<b>Examination: Written exam (90 min) or oral exam (approx. 20 min)</b> <b>Examination prerequisites:</b> M.Inf.2102.Ex: At least 50% of homework exercises solved. <b>Examination requirements:</b> Knowledge of advanced statistical methods, ensemble learning, model assessment, and interpretation as well as statistical network inference. Evaluate their advantages and disadvantages and the ability to implement and interpret the results of these techniques.		6 C
<b>Course: Statistical Learning in Data Science Exercise (Exercise)</b>		2 WLH
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Basic knowledge of linear algebra and probability Completion of B.Inf.1236 Machine Learning or equivalent	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Dr. Anne-Christin Hauschild; Dr. Michael Altenbuchinger	
<b>Course frequency:</b> each winter semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 1 - 3	



<b>Maximum number of students:</b> not limited	
---	--

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.Inf.2201: Probabilistic Machine Learning</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the module, students <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic principles and tools of probabilistic reasoning</li> <li>• have gained a deeper knowledge about popular algorithms and techniques in probabilistic machine learning</li> <li>• have gained an intuitive and mathematical understanding of algorithmic reasoning with uncertainty</li> <li>• have acquired a basic toolbox of algorithms and methods for various problem classes</li> <li>• become proficient in implementing and debugging probabilistic algorithms</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Probabilistic Machine Learning (Lecture)</b>		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 min), in case of low number of participants oral exam (approx. 20 min)</b> <b>Examination prerequisites:</b> M.Inf.2201.Ex: At least 50% of exercises solved <b>Examination requirements:</b> Knowledge of the principles, algorithms, and methods of probabilistic reasoning		6 C
<b>Course: Probabilistic Machine Learning – Exercise (Exercise)</b>		2 WLH
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> B.Inf.1236 Machine Learning  Basic knowledge of linear algebra, calculus, and probability	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Fabian Sinz Dr. Johannes Söding	
<b>Course frequency:</b> each winter semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 1 - 4	
<b>Maximum number of students:</b> 50		
<b>Additional notes and regulations:</b> The course can be taken in parallel to B.Inf.1237 Deep Learning.		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Module M.Inf.2241: Current Topics in Machine Learning</b>		5 C 2 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the module, students <ul style="list-style-type: none"> <li>• have gained a deeper knowledge in specific topics within the field of machine learning</li> <li>• have improved their oral presentation skills</li> <li>• know how to methodically read and analyse scientific research papers</li> <li>• know how to write an analysis of a specific research field based on their analysis of state-of-the-art research</li> <li>• have improved their ability to work independently in a pre-defined context</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 122 h
<b>Course: Current Topics in Machine Learning (Seminar)</b>		2 WLH
<b>Examination: Oral presentation (approx. 30 min.) and term paper (max. 5000 words)</b> <b>Examination requirements:</b> Knowledge in a specific field of machine learning; ability to present the acquired knowledge in a both orally and in a written report.		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> B.Inf.1236 Machine Learning B.Inf.1237 Deep Learning (the seminar can accompany lecture in the same term)	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Alexander Ecker	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 1 - 4	
<b>Maximum number of students:</b> 15		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C 2 WLH
<b>Module M.Inf.2242: Journal Club Machine Learning and Computational Neuroscience</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the module, students <ul style="list-style-type: none"> <li>• have gained a deeper knowledge in specific topics within the fields of machine learning and computational neuroscience</li> <li>• have improved their oral presentation and discussion skills</li> <li>• know how to methodically read and critically analyse original scientific research papers</li> <li>• are able to lead a scientific discussion on an original research paper</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 122 h
<b>Course: Journal Club Machine Learning and Computational Neuroscience</b>		2 WLH
<b>Examination: Oral Presentation (approx. 30 minutes), not graded</b> <b>Examination prerequisites:</b> Regular participation <b>Examination requirements:</b> Knowledge of current topics in machine learning and computational neuroscience; ability to present the acquired knowledge orally and lead a discussion on the topic.		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Alexander Ecker	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 1 - 4	
<b>Maximum number of students:</b> 10		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		3 C 2 WLH
<b>Module M.Inf.2501: Challenges and Perspectives in Neural Data Science</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the module, students have gained <ul style="list-style-type: none"> <li>• an overview of recent fundamental research questions and future perspectives in systems and computational neuroscience</li> <li>• an understanding of the neuroscientific background and the data science problems addressed by the relevant research groups</li> <li>• the capabilities to make an informed choice about how to design their further curriculum and where and how to conduct their Master's project</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 62 h
<b>Course: Challenges and Perspectives in Neural Data Science (Lecture)</b> <i>Contents:</i> In each lecture, one research group at the Göttingen campus introduces their research questions, neuroscience background and data science methods used.		2 WLH
<b>Examination: Term paper (max. 1000 words), not graded</b> <b>Examination requirements:</b> Based on the content of the lecture series and their own additional research, students formulate a short pitch for a potential Master's thesis project in a neuroscience lab at the Göttingen Campus. The pitch describes the motivation and background of the project, the gap in knowledge, the approach and expected results, as well as the significance of the project. It should be based on at least one published research paper of the group of interest.		3 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Alexander Ecker Prof. Dr. Fabian Sinz	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Bachelor: 5 - 6; Master: 1 - 2	
<b>Maximum number of students:</b> not limited		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		5 C 2 WLH
<b>Module M.Inf.2541: Current Topics in Computational Neuroscience</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the module, students <ul style="list-style-type: none"> <li>• have gained a deeper knowledge in specific topics within the field of computational neuroscience</li> <li>• have improved their oral presentation skills</li> <li>• know how to methodically read, critically analyse and discuss original scientific research papers</li> <li>• know how to write an analysis of a specific research field based on their analysis of state-of-the-art research</li> <li>• have improved their ability to work independently in a pre-defined context</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 122 h
<b>Course: Current Topics in Computational Neuroscience (Seminar)</b>		2 WLH
<b>Examination: Oral presentation (approx. 30 min) and term paper (max. 5000 words)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Regular participation <b>Examination requirements:</b> Knowledge of a current topic in computational neuroscience; ability to present the acquired knowledge in a both orally and in a written report.		5 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Alexander Ecker	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 1 - 4	
<b>Maximum number of students:</b> 15		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Module M.Inf.2801: Research Lab Rotation</b>		12 C 1 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the module, students are able to plan and conduct a research project, and present its results in a written form; they acquire project management skills and learn to work collaboratively in a data science team.		<b>Workload:</b> Attendance time: 14 h Self-study time: 346 h
<b>Course: Research Lab Rotation (Internship)</b> <i>Contents:</i> Students perform a two-month research project in the area of data science in an academic research lab.		1 WLH
<b>Examination: Writtenn report (max. 3000 words), not graded</b> <b>Examination requirements:</b> Written presentation of the background of the project and the methodology used, as well as a presentation and discussion of the results obtained. The report should be written in the style of a scientific paper and follow the format common in the field.		12 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Alle	
<b>Course frequency:</b> each semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Master: 3 - 4	
<b>Maximum number of students:</b> not limited		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		12 C 1 WLH
<b>Module M.Inf.2802: Industry internship</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> Students perform a two-month data science project in a company according to an internship plan to be agreed upon between the student, the teacher and the company.		<b>Workload:</b> Attendance time: 14 h Self-study time: 346 h
<b>Course: Industry internship</b> (Internship) <i>Contents:</i> Students perform a two-month data science project in a company.		1 WLH
<b>Examination: Written report (max. 3000 words), not graded</b> <b>Examination requirements:</b> Written presentation of the background of the project and the methodology used, as well as a presentation and discussion of the results obtained. The report should be written in the style of a scientific paper and follow the format common in the field.		12 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English, German	<b>Person responsible for module:</b> Alle	
<b>Course frequency:</b> each semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Master: 3 - 4	
<b>Additional notes and regulations:</b> The duration of the internship is 2-3 month.		



<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		30 C 1 WLH
<b>Module M.Inf.2901: Master's Thesis</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the module, students <ul style="list-style-type: none"> <li>• know how to structure a research paper,</li> <li>• are familiar with formal and structural norms regarding outline, format, bibliography, etc.,</li> <li>• understand the principles of good scientific writing, are able to apply them to their own writing and revise manuscripts of others accordingly.</li> </ul> By writing the Master's thesis, students are enabled to work on a problem within a defined period of time using the methods of their subject area. Using this concrete problem, they work out the scientific context, select suitable research methods and carry out and evaluate corresponding investigations. On this basis, they arrive at scientifically justified statements.		<b>Workload:</b> Attendance time: 14 h Self-study time: 886 h
<b>Course: Scientific Writing (Course)</b>		1 WLH
<b>Examination: Master's thesis</b> <b>Examination prerequisites:</b> Students submit an outline for their thesis as well as drafts for abstract, introduction and related work sections, review drafts by peers and revise their drafts according to peer feedback. <b>Examination requirements:</b> By writing the Master's thesis, the student proves that he or she is able to work on a problem within the specified period of time using the methods of his or her subject area, to develop an independent, scientifically justified judgement, to arrive at scientifically sound statements and to present the results appropriately in terms of language and form.		30 C
<b>Admission requirements:</b> Modules of the degree programme totalling at least 48 C, including at least 24 C each from the subject study programme and the professionalisation area	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Alle Prof. Dr. Alexander Ecker	
<b>Course frequency:</b> each semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Master: 4	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Inf.356-1: Personalisierte Medizin</b> <i>English title: Personalized Medicine</i>		3 C (Anteil SK: 3 C) 2 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die Ziele, Methoden, Anwendungen und Entwicklungen einer personalisierten Medizin. Sie können diese in Bezug auf Anwendungsfelder der personalisierten Medizin in Forschung und Versorgung exemplarisch erläutern. Die Studierenden können die Bedeutung der interdisziplinären Arbeit auf dem Gebiet der personalisierten Medizin erläutern und bewerten.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Personalized Medicine (Kurs)</b> <i>Inhalte:</i> Werden entsprechend der aktuellen Entwicklung dieses Fachgebietes regelmäßig angepasst.  Ein regelmäßig überarbeitetes Literaturverzeichnis wird zu Beginn der Lehrveranstaltung ausgegeben.		2 SWS
<b>Prüfung: Klausur (90 Minuten) oder mündl. Prüfung (ca. 20 Minuten)</b> <b>Prüfungsvorleistungen:</b> Regelmäßige und aktive Teilnahme an der Lehrveranstaltung.		3 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden beschreiben die Ziele, Methoden, Anwendungen und Entwicklungen einer personalisierten Medizin. Sie können die interdisziplinäre Bedeutung des Themas darstellen und Anwendungsfelder der personalisierten Medizin in Forschung und Versorgung exemplarisch erläutern. Die Studierenden können die Potentiale des behandelten interdisziplinären Forschungsgebietes kritisch bewerten.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Für Medizin-Informatiker wird der vorherige Besuch des Bachelor-Moduls B.Inf.1351: Grundlagen der Biomedizin empfohlen.	
<b>Sprache:</b> Deutsch, Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> UnivProf. Dr. rer. nat. Ulrich Sax Rienhoff, Otto, Prof. Dr. med.	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1 - 4	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 25		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Module M.MED.0001: Linear Models and their mathematical Foundations</b>	9 C 6 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> <b>Contents</b> Tests for multiple samples, multivariate normal distribution, distribution of quadratic forms, linear regression models, ANOVA models, ordinary and generalized least squares estimators, formulation of hypotheses, F-test, confidence intervals for model parameters, singular models, factorial designs, asymptotic methods  <b>The students learn to</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- master the fundamental methods for data analysis in case of multiple samples,</li> <li>- conduct an analysis of variance using statistical software,</li> <li>- interpret the results.</li> </ul>	<b>Workload:</b> Attendance time: 84 h Self-study time: 186 h
<b>Course: Lineare Modelle (Lecture)</b>	4 WLH
<b>Course: Lineare Modelle (Exercise)</b>	2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes) or oral examination (approx. 20 minutes)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Achievement of at least 50% of the exercise points <b>Examination requirements:</b> In the examination, the students show that for the given problem they can formulate an adequate linear model, estimate its parameters and test hypotheses using a statistical software package. Moreover, they can interpret the results and critically assess them. The examination consists (to the same extent) of both the Lectures and Exercises.	9 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Mathematische Grundlagen der angewandten Statistik
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Tim Friede
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 1
<b>Maximum number of students:</b> 30	
<b>Additional notes and regulations:</b> The actual examination type will be published at the beginning of the semester.	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C
<b>Module M.MED.0003: Event Data Analysis</b>		4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> <b>Inhalt:</b> Kaplan-Meier estimator of survival functions, confidence intervals for Kaplan-Meier curves, hypothesis tests comparing survival curves, Cox proportional hazards model, parametric alternatives to the Cox proportional hazards model, counting processes, diagnostic methods for proportional hazards, frailty models, multivariate survival models, models for recurrent events  <b>Qualifikationsziele:</b> The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn about the foundations and general principles of event data analysis</li> <li>• get familiar with standard and more advanced methods for event data analysis</li> <li>• learn how to implement these methods in statistical software using appropriate numerical procedures.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Ereigniszeitanalyse (Lecture)</b>		2 WLH
<b>Course: Ereigniszeitanalyse (Exercise)</b>		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes) or oral examination (approx. 20 minutes)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Achievement of at least 50% of the exercise points <b>Examination requirements:</b> The students demonstrate their general understanding of statistical models and data analysis techniques for event data analysis. For a given problem they can critically assess the advantages and disadvantages of various models. Furthermore, they can fit an appropriate model using statistical software and interpret the results correctly for a given problem. The exam covers contents of both the lecture and the exercise class.		6 C
<b>Admission requirements:</b> keine	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Tim Friede	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 2 - 3	
<b>Maximum number of students:</b> not limited		
<b>Additional notes and regulations:</b>		

The actual examination type will be published at the beginning of the semester.

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C
<b>Module M.MED.0004: Clinical Trials</b>		4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> <b>Inhalt:</b> Classification of clinical trials by purpose and development phase, clinical study protocol, randomization, treatment blinding, international guidelines on design, conduct and analysis of clinical trials, ethical issues in clinical trials, crossover trials, sample size calculation, internal pilot study design, group-sequential and adaptive designs, systematic reviews and meta-analyses of randomized controlled clinical trials.  <b>Qualifikationsziele:</b> The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn about the foundations and general principles of design, conduct and analysis of clinical trials</li> <li>• get familiar with software to design clinical trials</li> <li>• learn how to carry out a meta-analysis using appropriate software.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Clinical Trials</b> (Lecture)		2 WLH
<b>Course: Clinical Trials</b> (Exercise)		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes) or oral examination (approx. 20 minutes)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Achievement of at least 50% of the exercise points		6 C
<b>Examination requirements:</b> The students demonstrate their understanding of design, conduct and analysis of clinical trials. For a given problem they can critically assess the advantages and disadvantages of various study designs. They can plan a study using appropriate software. Furthermore, they can carry out a meta-analysis of randomized controlled trials, assess it for biases and heterogeneity, and interpret the results. The exam covers contents of both the lecture and the exercise class.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Tim Friede	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 1 - 3	
<b>Maximum number of students:</b> not limited		

**Additional notes and regulations:**

The actual examination type will be published at the beginning of the semester.

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Module M.MED.0006: Genetic Epidemiology</b>	6 C 4 WLH
<p><b>Learning outcome, core skills:</b></p> <p>Studies in molecular / genetic epidemiology are investigating possible genetic components that are contributing to a disease or, more general, to a phenotype. The studies include population studies and family studies.</p> <p>The difference with classical epidemiology is mainly given by the incorporation of correlations of the genetic structures and of family members or close populations and by the highdimensionality of many studies. The course will discuss the most important study types and statistical and epidemiological methods. The lecture will also give necessary introductions to genetics as well as epidemiology.</p> <p>The students learn about</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the description of genetically co-determined phenotypes for diseases in populations and families</li> <li>• the discovery of risk factors that are on one hand associated with the phenotype in the population or on the other hand provoke familial aggregations</li> <li>• the modelling of the role of genetic risk factors for diseases on the population and family level</li> <li>• the prediction or risk calculation based on populations or families.</li> </ul>	<p><b>Workload:</b></p> <p>Attendance time: 56 h</p> <p>Self-study time: 124 h</p>
<b>Course: Genetische Epidemiologie (Lecture)</b>	2 WLH
<b>Course: Genetische Epidemiologie (Exercise)</b>	2 WLH
<p><b>Examination: 1. Oral presentation (approx. 30 min) with written synopsis (max. 10 pages) 2. Oral examination (approx. 20 min)</b></p> <p><b>Examination prerequisites:</b></p> <p>regular attendance of quiz sections (80%). At least 50% of the points of the homework (written exercises).</p> <p><b>Examination requirements:</b></p> <p>examination, first part: In the oral presentation as well as the corresponding written synopsis students demonstrate that they can apply their knowledge and understanding in the context of scientific publications by demonstrating an understanding of study goals, recruitment, study design, materials, methods and results. For all these aspects an understanding needs to be demonstrated in presentation and synopsis why investigators took certain choices and why certain aspects are good or bad. In particular it is also expected that basic principles of the methods will be presented, even if they are not directly covered in lectures, but are extensions of the covered material.</p> <p>examination, 2nd part: The students demonstrate their general understanding of genetic and statistical models and designs. They know and understand about the advantages and disadvantages of the different research questions and designs. They know the general properties of the statistical approaches and can critically assess the appropriateness for specific</p>	6 C



problems and apply them. The exam covers the contents of both lecture and quiz section.	
---	--

<p><b>Examination requirements:</b>          The students demonstrate their general understanding of genetic and statistical models and designs. They know about the advantages and disadvantages of the different research questions and designs. They know the general properties of the statistical approaches and can critically assess the appropriateness for specific problems and apply them. The exam covers contents of both the lecture and the exercise class.</p>	
--	--

<p><b>Admission requirements:</b>          none</p>	<p><b>Recommended previous knowledge:</b>          none</p>
<p><b>Language:</b>          English</p>	<p><b>Person responsible for module:</b>          Prof. Dr. Heike Bickeböller</p>
<p><b>Course frequency:</b>          once a year</p>	<p><b>Duration:</b>          1 semester[s]</p>
<p><b>Number of repeat examinations permitted:</b>          twice</p>	<p><b>Recommended semester:</b>          1 - 3</p>
<p><b>Maximum number of students:</b>          not limited</p>	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.MED.0011: Nonparametric procedures</b>		
<p><b>Learning outcome, core skills:</b></p> <p>Part 1: Ranking procedures (tests, confidence intervals, sample size planning) for two and several samples as well as factorial designs involving independent observations.</p> <p>Part 2: Ranking procedures for repeated measures and clustered data, in particular analysis of time curves.</p> <p>All procedures are valid for continuous and discrete metric data as well as ordered categorical data and the common "correction for ties" formulas are shown to be outdated. All procedures are motivated by real data examples which are analyzed in the exercises using different R-packages. To enhance the understanding of the ideas and procedures simple derivations will be presented in the lectures and worked out in the exercises. Several (unfortunately) common misunderstandings of using and interpretation of ranking procedures are discussed, this includes the following misunderstandings: heuristic idea of the rank transform technique, ranking procedures only valid for continuous data, use of rankings in case of skewed distributions, use of rankings for testing the equality of medians.</p>		<p><b>Workload:</b></p> <p>Attendance time: 56 h</p> <p>Self-study time: 124 h</p>
<p><b>Course: Nichtparametrische Verfahren (Lecture)</b></p> <p><b>Literatur / Unterlagen:</b> Manuscript of a forthcoming book going to appear in the Springer-Series: Lecture Notes in Statistics or electronic version of this book via SUB, if already printed at the beginning of the semester. Review paper and lecture notes of previous lectures on ranking methods for paired samples and repeated measures procedures.</p>		2 WLH
<p><b>Course: Nichtparametrische Verfahren (Exercise)</b></p>		2 WLH
<p><b>Examination: Written examination (90 minutes) or oral examination (approx. 20 minutes)</b></p> <p><b>Examination prerequisites:</b> Achievement of at least 50% of the exercise points</p> <p><b>Examination requirements:</b> Understanding of the general models, ideas and interpretation of ranking procedures, application of these procedures to practical data set / examples, appropriate use of statistical software for the analysis of examples and correct interpretation of the results. The exam covers contents both of the lectures and the exercises.</p>		6 C
<p><b>Admission requirements:</b> keine</p>	<p><b>Recommended previous knowledge:</b> Linear Models and their Mathematical Foundations</p>	
<p><b>Language:</b> German, English</p>	<p><b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. rer. nat. Edgar Brunner</p>	
<p><b>Course frequency:</b> once a year</p>	<p><b>Duration:</b> 1 semester[s]</p>	
<p><b>Number of repeat examinations permitted:</b></p>	<p><b>Recommended semester:</b></p>	

twice	2 - 3
<b>Maximum number of students:</b> not limited	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Module M.MED.0020: Analysis of Longitudinal and Time-to-Event Data</b>	6 C 4 WLH
<p><b>Learning outcome, core skills:</b></p> <p><b>Description</b></p> <p>Both longitudinal and time-to-event data frequently arise when observational units such as individuals are followed over a period of time. Longitudinally measured responses, also called repeated measures data, are correlated within subjects and thus require special statistical techniques for valid analysis and inference. Time-to-event data arise when interest is focused on the time elapsing until an event such as onset of infection or death is experienced. Such events may be subject to scientific interest where one tries to understand their cause or establish risk factors. The analysis of time-to-event data is complicated by the issue of censoring, a condition in which the time to the occurrence of the event is only partially known. Occasionally, in a longitudinal study, information on both repeated measurements and the time at which an event of particular interest occurs is collected in the same sample. The purpose of this course is to provide a gentle, yet intense, introduction of the most commonly used statistical methods for analyzing longitudinal and time-to-event data, both separately and jointly. The lectures will be accompanied by tutorials covering both theoretical aspects and the practice of solving applied exercises using the software package R.</p> <p><b>Contents</b></p> <p>Part I - Analysis of Longitudinal Data</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generalized linear mixed-effects modelling</li> <li>• Generalized estimating equations approach</li> <li>• Latent growth curve modelling</li> </ul> <p>Part II - Analysis of Time-to-Event Data</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonparametric estimation and comparison of functions of failure time</li> <li>• Parametric and semiparametric regression modelling</li> <li>• Competing risks and multistate models</li> <li>• Random effects models for related observations</li> </ul> <p>Part III - Joint Modelling of Longitudinal and Time-to-Event Data</p> <p><b>Learning objectives</b></p> <p>By the end of the course, with reasonable effort, the students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain key methodological approaches for the analysis of both repeated measures and time-to-event data,</li> <li>• perform appropriate statistical analyses of the resultant repeated measures and/or time-to-event data arising from a longitudinal study,</li> <li>• apply the methods that have been taught to data from a longitudinal study using the software R and interpret the results of such an analysis,</li> <li>• provide methodological guidance with respect to the planning and conduct of a new longitudinal study.</li> </ul>	<p><b>Workload:</b></p> <p>Attendance time: 56 h</p> <p>Self-study time: 124 h</p>

<b>Course: Analysis of Longitudinal and Time-to-Event Data (Lecture)</b>	2 WLH
<b>Course: Analysis of Longitudinal and Time-to-Event Data (Tutorial)</b>	2 WLH
<b>Examination: Written exam (90 min.) or Oral exam. (approx. 20 min.)</b> <b>Examination prerequisites:</b> At least 50% of the possible points on the exercise sheets	6 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Linear models and their mathematical foundations
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> PD Dr. Steffen Unkel
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Master: 3 - 4
<b>Maximum number of students:</b> 30	
<b>Additional notes and regulations:</b> The actual examination type will be published at the beginning of the semester.	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.MED.0021: Experimental Design and Causal Inference</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sources of bias and the role of validation</li> <li>• Design of experiments <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Randomization, stratification, blocking, blinding</li> <li>◦ Optimal designs (with different optimality criteria)</li> </ul> </li> <li>• Inference for observational studies <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Directed acyclic graphs (DAGs)</li> <li>◦ G-estimation</li> <li>◦ Propensity score methods</li> </ul> </li> <li>• Application of causal inference methods introduced for observational studies to randomized controlled trials to adjust for post-randomization selection</li> </ul> <b>Learning objectives</b> By the end of the course, with reasonable effort, the students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain key principles of design of experiments and causal inference</li> <li>• design and analyze experiments avoiding common mistakes which can lead to systematic bias</li> <li>• apply causal inference techniques taught using the software R and interpret the results</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Experimental Design and Causal Inference (Exercise)</b>		2 WLH
<b>Course: Experimental Design and Causal Inference (Lecture)</b>		2 WLH
<b>Examination: Written exam. (90 min.) or Oral exam (approx. 20 min.)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Achievement of at least 50% of the exercise points <b>Examination requirements:</b> In the examination, the students show that they understand the basic principles of experimental designs as well as the problems associated with violating these principles. They know methods from causal inference to correct for bias in observational data. Moreover, they are able to critically assess the assumptions of these methods and interpret the results. The examination consists (to the same extent) of both the Lectures and Exercises.		6 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Tim Friede Prof. Dr. Sarah Friedrich	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	

<b>Number of repeat examinations permitted:</b> three times	<b>Recommended semester:</b> Master: 1 - 4
<b>Maximum number of students:</b> 30	
<b>Additional notes and regulations:</b> The actual examination type will be published at the beginning of the semester.	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		10 C 4 WLH
<b>Module M.Mat.0731: Advanced practical course in scientific computing</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> <b>Learning outcome:</b> After having successfully completed the module, students are familiar with the analysis of problems in the area "Scientific computing" arising in practice. They <ul style="list-style-type: none"> <li>• develop large programming projects doing individual or group work;</li> <li>• analyse complex data sets and process them;</li> <li>• use special numerical libraries;</li> <li>• are experienced with advanced methods for the numerical solution of applied problems;</li> <li>• are familiar with basic principles of modular and structured programming in the context of scientific computing.</li> </ul> <b>Core skills:</b> After having successfully completed the module, students possess advanced practical experience in the area "Scientific computing". They will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• identify mathematical problems in applied problems and convert them into a mathematical model;</li> <li>• implement numerical algorithms in a programming language or a user system;</li> <li>• structure complex programming tasks such that they can be efficiently done by group work.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 244 h
<b>Course: Advanced practical course in scientific computing (Internship)</b>		4 WLH
<b>Examination: Term Papermax. 50 pages (not counted appendices), alternatively, presentation (appr. 30 minutes)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Regular participation in the practical course		10 C
<b>Examination requirements:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysis and systematisation of applied problems;</li> <li>• knowledge in special methods of optimisation;</li> <li>• good programming skills.</li> </ul>		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> B.Mat.2300 Proficiency in object oriented programming	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Programme coordinator	
<b>Course frequency:</b> winter or summer semester, on demand	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b>	<b>Recommended semester:</b>	



twice	Master: 1 - 3
<b>Maximum number of students:</b> not limited	
<b>Additional notes and regulations:</b> <b>Instructor:</b> Lecturers at the Institute of Numerical and Applied Mathematics	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		10 C 6 WLH
<b>Module M.Mat.0741: Advanced practical course in stochastics</b>		
<p><b>Learning outcome, core skills:</b></p> <p><b>Learning outcome:</b></p> <p>After having successfully completed the module, students have deepened and expanded their knowledge of a stochastic simulation and analysis software that they acquired in the module "Practical course in stochastics". They have acquired advanced knowledge in project work in stochastics. They</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• autonomously implement and interpret more complex stochastic problems using suitable software;</li> <li>• autonomously write more complex programs using suitable software;</li> <li>• master some advanced methods of statistical data analysis and stochastic simulation like e. g. kernel density estimation, the Bootstrap method, the creation of random numbers, the EM algorithm, survival analysis, the maximum-penalized-likelihood estimation and different test methods.</li> </ul> <p><b>Core skills:</b></p> <p>After having successfully completed the module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• handle practical problems with the aid of advanced stochastic methods and the suitable stochastic simulation and analysis software and present the obtained results well;</li> <li>• use advanced visualisation methods for statistical data (e. g. of spatial data);</li> <li>• apply different algorithms to the suitable stochastic problem.</li> </ul>		<p><b>Workload:</b></p> <p>Attendance time: 84 h</p> <p>Self-study time: 216 h</p>
<b>Course: Advanced practical course in stochastics</b> (Internship)		6 WLH
<p><b>Examination: Presentation (appr. 30 minutes) and term paper (max. 50 pages not counted appendices)</b></p> <p><b>Examination prerequisites:</b></p> <p>Regular participation in the practical course</p>		10 C
<p><b>Examination requirements:</b></p> <p>Special knowledge in stochastics, especially mastery of complex stochastic simulation and analysis software as well as methods for data analysis</p>		
<p><b>Admission requirements:</b></p> <p>none</p>	<p><b>Recommended previous knowledge:</b></p> <p>M.Mat.3140</p>	
<p><b>Language:</b></p> <p>English</p>	<p><b>Person responsible for module:</b></p> <p>Programme coordinator</p>	
<p><b>Course frequency:</b></p> <p>each winter semester</p>	<p><b>Duration:</b></p> <p>1 semester[s]</p>	
<p><b>Number of repeat examinations permitted:</b></p> <p>twice</p>	<p><b>Recommended semester:</b></p> <p>Master: 1 - 3</p>	

<b>Maximum number of students:</b>	
------------------------------------	--

not limited	
-------------	--

<b>Additional notes and regulations:</b>
--

<b>Instructor:</b> Lecturers at the Institute of Mathematical Stochastics
---

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Module M.Phy.5601: Seminar Computational Neuroscience/Neuroinformatics</b>	4 C 2 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> After successful completion of the module, students ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• have deepened their knowledge of computational neuroscience / neuroinformatics by an independent elaboration of a topic;</li> <li>• have learned methods of presentation of topics from computer science;</li> <li>• are able to deal with (English-language) literature;</li> <li>• are able to present an informatic topic;</li> <li>• are able to lead a scientific discussion.</li> </ul>	<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 92 h
<b>Course: Seminar</b> (Seminar) <i>Course frequency:</i> each semester	
<b>Examination: Presentation (approx. 45 Min.) with written report (max. 7 S.)</b> <b>Examination prerequisites:</b> regular participation <b>Examination requirements:</b> Independent preparation and presentation of research-related topics from the area of computational neuroscience / neuroinformatics as well as biophysics of neuronal systems.	4 C
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> B.Phy.5614
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Florentin Andreas Wörgötter
<b>Course frequency:</b> each winter semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> Master: 1 - 3
<b>Maximum number of students:</b> 14	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Psy.1003: Affektive Neurowissenschaften</b> <i>English title: Affective Neurosciences</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden eignen sich vertieftes Wissen zu aktuellen Theorien und neurowissenschaftlichen Befunden aus verschiedenen Bereichen der Emotions- und Motivationsforschung an und lernen die Grundlagen psychophysiologischer Methoden (EEG, EMG, Peripherphysiologie, Bildgebungsverfahren, Blickbewegungsmessung und Pupillometrie) sowie deren Anwendung in diesen Forschungsfeldern kennen.  Studienleistungen: Regelmäßiges Literaturstudium, regelmäßige Vorbereitung von Kurzreferaten, aktive Teilnahme an der Diskussion.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Affektive Neurowissenschaften 1</b> (Seminar)		
<b>Lehrveranstaltung: Affektive Neurowissenschaften 2</b> (Seminar)		
<b>Prüfung: Mündlich (ca. 20 Minuten)</b>		6 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden erarbeiten sich einen Überblick über zentrale Theorien und neurowissenschaftliche Befunde der Emotions- und Motivationsforschung. In der Prüfung werden diese diskutiert.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Annekathrin Schacht	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 25		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.Psy.901: From Vision to Action</b> <i>English title: From Vision to Action</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Vermittlung wissenschaftlicher Forschungsansätze sowie des wissenschaftlichen Kenntnisstandes über das visuelle System in Primaten (Menschen und nicht-menschliche Primaten) und der visuomotorischen Integration auf fortgeschrittenem Niveau.  Studienleistungen: Regelmäßiges Literaturstudium, Vorbereitung und Vortrag mind. eines Kurzreferats im Seminar und regelmäßige aktive Teilnahme an der Diskussion im Seminar und in der Vorlesung.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: From Vision to Action 1 (Vorlesung)</b>		2 SWS
<b>Lehrveranstaltung: From Vision to Action 2 (Seminar)</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Klausur (60 Minuten)</b>		
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Umfassende Kenntnisse der Vorlesungsinhalte. Geprüft werden theoretisches Wissen und die Fähigkeit dieses anzuwenden und Querverbindungen herzustellen.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Alexander Gail	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 25		
<b>Bemerkungen:</b> Maximale Studierendenzahl:  Vorlesung: unbegrenzt Seminar: 25		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C
<b>Module M.WIWI-QMW.0001: Generalized Regression</b>		4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> Upon completion of the module, the students have acquired the following competencies: <ul style="list-style-type: none"> <li>• overview on extended regression modelling techniques that allow to analyse data with non-normal responses,</li> <li>• approaches for modeling nonlinear effects in scatterplot smoothing,</li> <li>• introduction to additive models and mixed models for complex regression analyses,</li> <li>• implementation of these approaches using statistical software packages.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Generalized Regression (Lecture)</b> <i>Contents:</i> Generalized linear models (binary and Poisson regression, exponential families, maximum likelihood estimation, iteratively weighted least squares regression, tests of hypotheses, confidence intervals, model selection and model checking, categorical regression models), nonparametric smoothing techniques (penalized spline smoothing, local smoothing approaches, general properties of scatterplot smoothers, choosing the smoothing parameter, bivariate and spatial smoothing, generalized additive models), mixed models, quantile regression		2 WLH
<b>Course: Generalized Regression (Tutorial)</b> <i>Contents:</i> Generalized linear models (binary and Poisson regression, exponential families, maximum likelihood estimation, iteratively weighted least squares regression, tests of hypotheses, confidence intervals, model selection and model checking, categorical regression models), nonparametric smoothing techniques (penalized spline smoothing, local smoothing approaches, general properties of scatterplot smoothers, choosing the smoothing parameter, bivariate and spatial smoothing, generalized additive models), mixed models, quantile regression		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes) or oral examination (approx. 20 minutes)</b>		6 C
<b>Examination requirements:</b> In the exam, the students demonstrate their ability to choose, fit and interpret extended regression modeling techniques. They show a general understanding of the derived estimates and their interpretation in various contexts. The students are able to implement complex regression models using statistical software and to interpret the corresponding results. The exam covers contents of both the lecture and the exercise class.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Module B.WIWI-QMW.0001: Linear Models	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Thomas Kneib	

---

<b>Course frequency:</b> each summer semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 2
<b>Maximum number of students:</b> not limited	
<b>Additional notes and regulations:</b> The actual examination will be published at the beginning of the semester.	



<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.WIWI-QMW.0002: Advanced Statistical Inference (Likelihood &amp; Bayes)</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> Upon completion of the module, the students have acquired the following competencies: <ul style="list-style-type: none"> <li>• foundations and general properties of likelihood-based inference in statistics,</li> <li>• bayesian approaches to statistical learning and their properties,</li> <li>• implementation of both approaches in statistical software using appropriate numerical procedures.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Advanced Statistical Inference (Likelihood &amp; Baye) (Lecture)</b> <i>Contents:</i> The likelihood function and likelihood principles, maximum likelihood estimates and their properties, likelihood-based tests and confidence intervals (derived from Wald, score, and likelihood ratio statistics), expectation maximization algorithm, Bootstrap procedures (estimates for the standard deviation, the bias and confidence intervals), Bayes theorem, Bayes estimates, Bayesian credible intervals, prior choices, computational approaches for Bayesian inference, model choice, predictions		2 WLH
<b>Course: Advanced Statistical Inference (Likelihood &amp; Bayes) (Exercise)</b> <i>Contents:</i> The likelihood function and likelihood principles, maximum likelihood estimates and their properties, likelihood-based tests and confidence intervals (derived from Wald, score, and likelihood ratio statistics), expectation maximization algorithm, Bootstrap procedures (estimates for the standard deviation, the bias and confidence intervals), Bayes theorem, Bayes estimates, Bayesian credible intervals, prior choices, computational approaches for Bayesian inference, model choice, predictions		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes) or oral examination (approx. 20 minutes)</b>		6 C
<b>Examination requirements:</b> The students demonstrate their general understanding of likelihood-based and Bayesian inference for different types of applications and research questions. They know about the advantages and disadvantages as well as general properties of both approaches, can critically assess the appropriateness for specific problems, and can implement them in statistical software. The exam covers contents of both the lecture and the exercise class.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Thomas Kneib	
<b>Course frequency:</b> every year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	

---

<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 1 - 2
<b>Maximum number of students:</b> not limited	
<b>Additional notes and regulations:</b> The actual examination will be published at the beginning of the semester.	

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.WIWI-QMW.0009: Introduction to Time Series Analysis</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn concepts and techniques related to the analysis of time series and forecasting,</li> <li>• gain a solid understanding of the stochastic mechanisms underlying time series data,</li> <li>• learn how to analyse time series using statistical software packages and how to interpret the results obtained.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Introduction to Time Series Analysis (Lecture)</b> <i>Contents:</i> Classical time series decomposition analysis (moving averages, transformations of time series, parametric trend estimates, seasonal and cyclic components), exponential smoothing, stochastic models for time series (multivariate normal distribution, autocovariance and autocorrelation function), stationarity, spectral analysis, general linear time series models and their properties, ARMA models, ARIMA models, ARCH and GARCH models.		2 WLH
<b>Course: Introduction to Time Series Analysis (Tutorial)</b> <i>Contents:</i> Practical and theoretical exercises covering the content of the lecture. Implementation of time series models and estimation by common statistical software (e.g. R or Matlab). Interpretation of estimation results.		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes)</b>		6 C
<b>Examination requirements:</b> The students show their ability to analyze time series using specific statistical techniques, can derive and interpret properties of stochastic models for time series, and can decide on appropriate models for given time series data. The students are able to implement time series analyses using statistical software and to interpret the corresponding results. The exam covers contents of both the lecture and the exercise class.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> B.WIWI-OPH.0006 Statistics and M.WIWI-QMW.0004 Econometrics I	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Helmut Herwartz	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 2 - 3	

<b>Maximum number of students:</b>	
------------------------------------	--

50	
----	--

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C
<b>Module M.WIWI-QMW.0010: Multivariate Statistics</b>		4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn the basic concepts of multivariate data analysis,</li> <li>• know how to apply the most common methods of multivariate statistics in practice,</li> <li>• learn how to implement multivariate statistical approaches using the software package R,</li> <li>• know how to interpret the results of multivariate data analyse.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Multivariate Statistics (Lecture)</b> <i>Contents:</i> Multivariate distributions and their properties, multivariate normal distribution, principal component analysis, factor analysis, discriminant analysis, cluster analysis		2 WLH
<b>Course: Multivariate Statistics (Exercise)</b> <i>Contents:</i> Multivariate distributions and their properties, multivariate normal distribution, principal component analysis, factor analysis, discriminant analysis, cluster analysis		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes) or oral examination (approx. 20 minutes)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Exercises (50% successful completion)		6 C
<b>Examination requirements:</b> In the exam, the students demonstrate that they are able to apply the basic concepts of multivariate statistics. They can decide for a suitable procedure given an applied problem, implement the approach in statistical software and interpret the results. The exam consists of material from both the lecture and the exercise class.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Thomas Kneib	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 2 - 3	
<b>Maximum number of students:</b> not limited		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C 4 WLH
<b>Module M.WIWI-QMW.0012: Multivariate Time Series Analysis</b>		
<b>Learning outcome, core skills:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn concepts and techniques related to the analysis of multivariate time series and the forecasting thereof.</li> <li>• learn to characterize the dynamic interrelationship between the variables of dynamic systems,</li> <li>• learn to relate economic models with restrictions implied by its empirical counterpart,</li> <li>• learn how to analyse multivariate time series using by means of statistical software packages and to interpret the results obtained.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Multivariate Time Series Analysis (Lecture)</b> <i>Contents:</i> Vector Autoregressive and Vector Moving Average representations Model selection and estimation, Unit roots in vector processes, Vector autoregressive vs. vector error correction modeling, structural vectorautoregressions, Impulse response analysis, forecasting, forecast error variance decomposition		2 WLH
<b>Course: Multivariate Time Series Analysis (Tutorial)</b> <i>Contents:</i> Practical and theoretical exercises covering the content of the lecture. Implementation of multivariate time series models and estimation in common statistical software (e.g. R or Matlab). Interpretation of estimation results.		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes)</b>		6 C
<b>Examination requirements:</b> The students show their ability to analyze systems of time series using specific statistical techniques, can derive and interpret properties of stochastic models for time series, and can decide on appropriate models for given data. The students are able to implement time series analyses using statistical software and to interpret the corresponding results. The exam covers contents of both the lecture and the exercises.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> B.WIWI-OPH.0006 Statistics, M.WIWI-QMW.0004 Econometrics I, M.WIWI-QMW.0009 Introduction to Time Series Analysis	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Helmut Herwartz	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b>	<b>Recommended semester:</b>	

twice

3 - 4

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C
<b>Module M.WIWI-QMW.0016: Spatial Statistics</b>		4 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> Upon completion of the module, the students have acquired the following competencies: <ul style="list-style-type: none"> <li>familiarity with basic concepts and examples of stochastic processes,</li> <li>possibilities to include spatial information in statistical models,</li> <li>experience in the practical analysis of spatial data • Interpretation of the results of spatial analyses.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 56 h Self-study time: 124 h
<b>Course: Spatial Statistics (Lecture)</b> <i>Contents:</i> Stochastic processes in discrete and continuous time, Wiener process, Poisson process, Markov chains, statistical analysis of spatially oriented data, spatial models for point-referenced data (geostatistics, kriging), spatial models for regional data (Markov random fields), spatial point processes, spatial stochastic processes, statistical inference in spatial statistics.		2 WLH
<b>Course: Spatial Statistics (Exercise)</b> <i>Contents:</i> Stochastic processes in discrete and continuous time, Wiener process, Poisson process, Markov chains, statistical analysis of spatially oriented data, spatial models for point-referenced data (geostatistics, kriging), spatial models for regional data (Markov random fields), spatial point processes, spatial stochastic processes, statistical inference in spatial statistics.		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes) or oral examination (ca. 20 minutes)</b>		6 C
<b>Examination requirements:</b> The students show in the exam that they have learned to perform the basic steps and calculations involved in analyses of stochastic processes and spatial data. They can choose the most appropriate model for a given problem and can implement this model in statistical software. In addition, the resulting estimates can be interpreted and the results can be critically evaluated. The exam covers contents of both the lecture and the exercise class.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> none	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Elisabeth Bergherr	
<b>Course frequency:</b> once a year	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 2 - 3	
<b>Maximum number of students:</b>		



not limited	
-------------	--

**Additional notes and regulations:**

The actual examination will be published at the beginning of the semester.

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		6 C
<b>Module M.WIWI-QMW.0033: Current Topics in Applied Statistics</b>		2 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn how to study current topics in applied statistics independently and how to make themselves familiar with the state of the art of current research,</li> <li>• learn how to present the current state of the art in a presentation in a way that makes the contents accessible to a wider audience (and in particular other students),</li> <li>• can evaluate current publication with respect to their applicability for a given research question,</li> <li>• can implement novel statistical methods and apply them to empirical data.</li> </ul>		<b>Workload:</b> Attendance time: 28 h Self-study time: 152 h
<b>Course: Current Topics in Applied Statistics (Seminar)</b> <i>Contents:</i> In the seminar, current topics in applied statistics will be presented and discussed by the students.		2 WLH
<b>Examination: Term paper (max. 15 pages) with presentation (ca. 45 minutes)</b> <b>Examination prerequisites:</b> Regular attendance.		6 C
<b>Examination requirements:</b> The students demonstrate their ability to present statistical and econometric models and results and to document their findings in a corresponding report.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> M.WIWI-QMW.0002 Advanced Statistical Inference (Likelihood & Bayes), M.MED.0001 Lineare Modelle und ihre mathematischen Grundlagen, M.WIWI-QMW.0021 Introduction to R	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Thomas Kneib	
<b>Course frequency:</b> irregular	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 3 - 4	
<b>Maximum number of students:</b> 15		
<b>Additional notes and regulations:</b> The module is suitable for students of the Master's degree program Applied Statistics, as advanced statistical knowledge is required.		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul M.WIWI-QMW.0035: Statistical and Deep Learning</b> <i>English title: Statistical and Deep Learning</i>		6 C 4 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls vertraut mit dem aktuellen Forschungsstand moderner Statistical und Deep Learning Algorithmen und deren praktischer Anwendung. Sie kennen den theoretischen Hintergrund und die technische Umsetzung der Verfahren. Die Studierenden können die Methoden auf echten Datensätze anwenden und Vor- und Nachteile verschiedener Verfahren einschätzen.	<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden	
<b>Lehrveranstaltung: Statistical and Deep Learning (Seminar)</b> <i>Inhalte:</i> Einführung in Neuronale Netze, Minimierungsalgorithmen (z.B. Stochastic Gradient Descent), Deep Neural Nets (insbes. Convolutional Neural Nets, Recurrent Neural Nets), Anwendung von Deep Learning Algorithmen auf verschiedene Zielstellungen (insbes. Bilderkennung, Spracherkennung, Long-Term Short-Term Finanzzeitreihen), aktuelle Verfahren des Natural Language Processing, des Image Recognition und Machine Learning Verfahren (z.B. Random Forests, Support Vector Machines).		4 SWS
<b>Prüfung: Hausarbeit (max. 15 Seiten) mit Präsentation (max. 30 Min.)</b>		6 C
<b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden legen ein grundlegendes Verständnis von Deep Learning Verfahren dar. Sie weisen die erfolgreiche Rezeption der wissenschaftlichen Literatur zu der spezifischen Thematik der Hausarbeit sowie die Fähigkeit nach, die eigene Fachthematik einem fremden Publikum verständlich darzustellen.		
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine	
<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Dr. Benjamin Säfken, Dr. Alexander Silbersdorff	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1 - 4	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 20		

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b>		3 C
<b>Module SK.Bio-NF.7001: Neurobiology</b>		2 WLH
<b>Learning outcome, core skills:</b> The students should acquire comprehension in form and function of neurons and their anatomical and physiological features (genetics, subcellular organization, resting membrane potential, action potential generation, stimulus conduction, transmitter release, ion channels, receptors, second messenger cascades, axonal transport). The students acquire knowledge of the physiological basics of sensory systems (olfactory, gustatory, acoustic, mechanosensory and visual perception) as well as motor control. Based on this the students educe understanding for the relation between neuronal circuits and simple modes of behavior (central pattern generators, reflexes, and taxis movements). The students should conceptually learn how neuronal connections are modified by experience (cellular mechanisms of learning and memory) and should learn different types of modification of behavior based on experience and neuronal substrates. The students should acquire fundamental insight into the organization and function of brains and autonomous nervous systems of mammals and invertebrates. The neurobiological basis of behavioral control (orientation, communication, circadian rhythm and sleep as well as motivation and metabolism) is explained. The students will learn physiological and cellular mechanisms of aging and of neurodegenerative diseases.		<b>Workload:</b> Attendance time: 30 h Self-study time: 60 h
<b>Course: Neurobiology (Lecture)</b>		2 WLH
<b>Examination: Written examination (90 minutes)</b>		3 C
<b>Examination requirements:</b> The students should be able to assess coherence and facts of statements in neurobiology and to answer questions on the structure and function of neurons and neuronal circuits. They should have the ability to describe and compare neuronal basics of behavioral control, their experience-dependent modification and conceptual mechanisms of complex behavior. They should be able to describe and compare physiological mechanisms of sensory perception and different sensory modalities as well as physiological and cellular mechanisms of aging and of neurodegenerative diseases.		
<b>Admission requirements:</b> none	<b>Recommended previous knowledge:</b> Basic knowledge in Biology	
<b>Language:</b> English	<b>Person responsible for module:</b> Prof. Dr. Andre Fiala	
<b>Course frequency:</b> each summer semester	<b>Duration:</b> 1 semester[s]	
<b>Number of repeat examinations permitted:</b> twice	<b>Recommended semester:</b> 4 - 6	
<b>Maximum number of students:</b> 30		
<b>Additional notes and regulations:</b>		

Das Modul kann nicht in Kombination mit SK.Bio.7001 belegt werden.

<b>Georg-August-Universität Göttingen</b> <b>Modul SK.Bio.357: Biologische Psychologie III</b> <i>English title: Biological psychology III</i>		3 C 2 SWS
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben Kenntnisse zu erweiterten Grundlagen und Konzepten der neurowissenschaftlichen Biopsychologie in den Bereichen Entwicklung des Nervensystems, Neuroplastizität, Schmerz, Multisensorische Integration, Sensomotorik, Sensorische Informationsverarbeitung, Entscheidungsverhalten, Exekutive Funktionen, Aufmerksamkeit, Psychopharmakologie, Psychopathologie.		<b>Arbeitsaufwand:</b> Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden
<b>Lehrveranstaltung: Biologische Psychologie III (Vorlesung)</b>		2 SWS
<b>Prüfung: Klausur (60 Minuten)</b> <b>Prüfungsanforderungen:</b> Die Studierenden erbringen den Nachweis, dass sie die oben genannten Lernziele erreicht haben.		3 C
<b>Zugangsvoraussetzungen:</b> keine	<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> SK.Bio.355, SK.Bio.356	
<b>Sprache:</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche[r]:</b> Prof. Dr. Alexander Gail	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Wiederholbarkeit:</b> zweimalig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3 - 5	
<b>Maximale Studierendenzahl:</b> 20		