



Technische  
Universität  
Braunschweig

**Consolidated version for the first amendment of the special part of the examination regulations for the study program "Data Science" with the degree "Master of Science".**

**The legally binding document is the one published in the Official Announcement No. 1447 [amendment document](#).**

The amendment of the regulations comes into force on 01.10.2022.

Note: The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

## **Programme-specific Part of the Examination Regulations Pertaining to the Data Science Master's Degree Programme at Technische Universität Braunschweig**

The Faculty Council of TU Braunschweig's Carl-Friedrich-Gauß Faculty has adopted the following Programme-specific Part of the Examination Regulations Pertaining to the Data Science Master's Degree Programme at Technische Universität Braunschweig (*Besonderer Teil der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Data Science an der Technischen Universität Braunschweig*, Data Science BPO):

### **1**

#### **Standard period of study**

The standard period of study (*Regelstudienzeit*) for this Master's degree programme is four semesters.

### **2**

#### **Degree and awarded certificate**

(2) TU Braunschweig will award the academic degree Master of Science (MSc) to candidates who have successfully passed the Master's examination. The University will confirm this by issuing a transcript of results and a degree certificate according to Section 17, Paragraph 1 of the General Part of the Examination Regulations for Bachelor's, Master's, *Diplom* and *Magister* Degree Programmes at Technische Universität Braunschweig (*Allgemeiner Teil der Prüfungsordnung für die Bachelor-, Master-, Diplom- und Magisterstudiengänge an der Technischen Universität Braunschweig*, APO). A diploma supplement (APO, Appendix 1) will be attached to the degree certificate.

(2) According to the APO, Section 17, Paragraph 1, the transcript of results will specify the student's grade point average (GPA) as well as list the marks for the individual modules and the credits awarded. In case of a GPA of 1.2 or better, the distinction *mit Auszeichnung bestanden* will be awarded. Non-graded modules will be listed along with earned credits (APO, Section 3, Paragraph 9).

### **3**

#### **Degree programme structure**

(1) The Master's degree programme in Data Science comprises the following parts:

- Ramp-up Phase (10 credits)
- Electives from the "Methods and Concepts in Computer Science" field (25 credits)
- Electives from the "Methods and Concepts in Mathematics" field (25 credits)
- Electives from the "Data Science in Practical Application" field (15-25 credits)

Note: The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

- Electives from the “Key Qualifications and Ethics” field (5-15 credits)
- Master's thesis and presentation (30 credits)

(2) The modules that may be chosen from each subject field are listed in Appendices 2 and 3.

(3) Each student develops an individual study plan with their advisor at the beginning of their studies, in order to set their own specific study priorities. The study plan, signed by the advisor, must be handed in to the Examination Office by the beginning of the student's first exam registration period. Over the course of the Master's programme, the student and advisor may adapt the study plan together as necessary. The adjusted study plan must be handed in to the Examination Office before the next exam registration period has started.

(4) The Ramp-up Phase is meant to ensure a successful entry into the study programme for students with different academic backgrounds. The fields in which modules must be attended during the Ramp-up Phase (either Mathematics or Computer Science) is determined by the Admissions Committee. The specific modules for the Ramp-up Phase will be selected in agreement with the student's advisor and according to the requirements of the Examination Office. They will be set down in the study plan according to Paragraph 3.

(5) In the Data Science in Practical Applications field, students acquire specific skills for the practical use of Data Science in different application areas.

(6) The Key Qualifications and Ethics field covers methodical, social and personal skills. It consists of modules with an interdisciplinary, action-orientated focus that impart comprehensive and work-related qualifications and competencies.

(7) To successfully complete the degree programme, students must provide evidence of having accumulated a total of 120 credits. In addition to the Master's thesis (30 credits), at least 65 credits points must be earned in graded modules. The same lecture/course may not be counted towards multiple modules.

## 4

### **Examinations and coursework**

(1) The modules and learning objectives, as well as the type and scope of the associated examinations and coursework and the associated number of credits are set out in Appendices 2 and 3. The examination topics will reflect the learning objectives of the modules as well as work-related requirements.

(2) In addition to the options laid down in the APO, Section 9, an internship is a possible way of earning academic credits. An internship serves to deepen insights by applying the knowledge acquired in class to specific computing issues in a real work environment. There,

Note: The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

students are expected to successfully handle specific tasks, individually and as a team, and become skilled in subject-specific work methods.

(3) In addition to the APO, Section 9, Paragraph 1, an oral+ examination is a possible way of earning academic credits. The oral+ examination is an oral examination in which, upon request by the student, the results of graded or pass/fail coursework for the same module will be incorporated into the student's mark on the examination (up to 50% of the mark). The coursework must be completed before the oral examination. The percentage of the coursework out of the overall mark for the oral examination is specified in the module handbook or module description. The student's request to have the results of graded or pass/fail coursework taken into account for a written+ or oral+ examination must be submitted by the end of the examination registration period.

(4) Homework assignments are another way of earning academic credit. Homework serves as a means to revise and follow up on lecture content. In a homework assignment, students independently practice and reinforce the terms and methods learnt in lectures by applying them to examples.

(5) Colloquiums and protocols are additional types of examination which cover the student's planning, preparation and execution of assignments, as well as their critical evaluation. A protocol consists of a description and a critical evaluation of the assignment and its solutions. A colloquium is an oral examination in the form of an interview between student and examiner concerning the description and critical evaluation of the assignment and its solution.

(6) In addition to the APO, Section 9, Paragraph 10, a portfolio examination may include a written exam instead of a discussion. There is a special registration period for portfolio examinations: Registrations for and withdrawals from portfolio examinations are possible only during the first four weeks of lectures for the semester in question.

(7) For term papers, there is a special deadline for withdrawals and submissions. As an exception to the APO, Section 11, Paragraph 1, students may withdraw without giving a reason through 15 February of the winter semester in question and through 15 August of the summer semester in question. In addition to the APO, Section 9, Paragraph 12, the due date for term papers is 15 March for winter semesters and 15 September for summer semesters. Students may only register to submit a term paper if they have received a topic for the term paper in advance. Registration for a term paper is considered proof that the student was given a term paper topic.

(8) During their Data Science Master's degree programme, every student must complete one compulsory seminar that concludes with an assessment. The seminar must relate to the field of Data Science in Practical Application. Additional seminars will not be counted. For seminars, there is a special deadline for withdrawals and submissions. Registration for a seminar is

Note: The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

possible up until the day of the kick-off event for the particular seminar. Withdrawals are only possible during the first two weeks of lectures for the semester in question.

(9) The topic of the seminar may be determined by lecturers in the Department of Computer Science and the Department of Mathematics or by the full-time private lecturers in those Departments. In agreement with the Examination Office, the topic may also be determined by retired lecturers from the Departments of either Computer Science or Mathematics and by other persons authorised to hold examinations as set out in the APO, Section 5, Paragraph 1.

(10) A module that does not appear in the Appendices hereto nor in a list of additional modules approved by the Data Science Examination Office may be accepted at a student's request made to the Data Science Examination Office if that module provides a useful complement the student's study plan.

(11) Examinations in free or compulsory electives that were not passed at the first attempt must be repeated during the degree programme. As an exception to this and to the APO, Section 13, Paragraph 4, a student may, after a maximum of three failed attempts, apply to the Data Science Examination Office for waiver of the requirement to repeat the free or compulsory elective(s) if the student has passed alternative examinations. This application must be filed before the first day of the following semester's exam registration period. Compulsory modules cannot be waived.

(12) If an examination cannot be taken because of illness on the examination day, a doctor's note must be submitted to the Examination Office within three working days, with the day of the examination counting as the first of these working days. Otherwise, the exam will be graded as *nicht erschienen* (no-show, with a failing mark of 5.0). If a student misses the same exam due to illness for a third time, a doctor's note issued by a public health officer (*Amtsarzt*) is necessary for this third and any further absences for this exam. The same deadline (three working days) applies.

(13) According to the APO, Section 18, additional credits may be earned through the end of the semester in which the last credit required to complete the Data Science Master's degree programme is earned. An application to count these additional credits may only be filed if at least 30 credits have already been earned in Data Science modules.

(14) If an examination has only been completed in part, credits will not be awarded. Any applications for recognition of credits have to be filed within the first semester of the Master's degree programme or, if the credits are earned at a later date, by the end of the following semester. If parts of a module have been credited by the Data Science Examination Office, that particular module must necessarily be completed by the end of the degree programme.

**Note:** The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

(15) Students must register for all examinations and assessments with the Data Science Examination Office, within the semester's examination registration period – either in writing or electronically via the QIS Portal using a TAN number.

(16) For electronic communications during their studies, students must use their TU Braunschweig e-mail address to verify their identity.

(17) In addition to the APO, Section 12, Paragraph 2, examinations can also be graded as pass/fail (ungraded).

## 5

### Master's thesis

(1) The Master's thesis is the final paper as set out in the APO, Section 14. In addition, the following rules are binding:

(2) Only students who have completed modules of the Data Science Master's degree programme totalling a minimum of 75 credits will be permitted to register for their Master's thesis.

(3) The Master's thesis must address a topic in the field of Data Science in Practical Application. The topic of the Master's thesis may be issued by lecturers in the Department of Computer Science and the Department of Mathematics or by full-time private lecturers in those Departments. At a student's request and in agreement with the Examination Office, the topic may also be issued by a lecturer in the Data Science in Practical Application field or by a retired lecturer from the Departments of either Computer Science or Mathematics. In this case, the second examiner must be a full-time university professor in the Departments of either Computer Science or Mathematics.

(4) At a student's request, the Data Science Examination Office may agree that the second examiner may come from outside TU Braunschweig. Such a request must be filed one week before the written registration of the Master's thesis itself.

(5) The Master's thesis must be completed within six months of receiving the topic. Candidates wishing to change their topic may do so only once and only within two months of having been given the topic. At the student's justified request, the Examination Office may extend the deadline for completion by up to two months.

(6) In case of illness while working on the Master's thesis, a doctor's note must be submitted to the Examination Office on the third working day after the illness was detected, with the day of detection counting as the first working day. If that note is sent by post, the postmark date will serve as proof. Saturday is considered a working day. If the deadline falls on a Saturday,

**Note:** The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

Sunday or a public holiday, the doctor's note may be handed in the following working day. Once two doctor's notes have been handed in within the allowed working time of six months for the Master's thesis, a doctor's note issued by a public health officer (*Amtsarzt*) will be required in case of any further illness.

(7) As an exception to the APO, Section 14, Paragraph 7, the Master's thesis must be submitted to the Examination Office in electronic form. The assignment and the Declaration of Originality (*Eigenständigkeitserklärung*), signed by the student, must be enclosed with the Master's thesis.

(8) Before the Master's thesis, the student must give an oral presentation of it, lasting approximately 30 minutes. The presentation may count for up to 3 of the 30 credits towards the grading of the thesis if, for the chosen topic, the presentation makes a useful contribution towards reaching the degree programme's objectives. The examiner will announce the extent to which the presentation will count towards the overall mark on the day the topic is issued.

## 6

### Calculation of the grade point average (GPA)

(1) Subject to the APO, Section 16, Paragraph 2, the GPA of the Master's examination derives from the average of the different module marks, weighted by number of credits, including the Master's thesis. If module marks are weighted differently than set out in the APO, Section 16, Paragraph 2, this will be indicated in Appendix 3.

(2) Coursework may be completed either graded or ungraded. Coursework marks will not be listed on the degree certificate and will not count towards the student's GPA.

(3) If more modules have been completed than required by the Examination Regulations and the student has not requested them to be counted as additional examinations, module marks will be counted chronologically, according to the date they were earned, until the maximum number of credits has been reached or exceeded, in accordance with the APO, Section 16, Paragraph 2. Extra modules will be deleted. Deleted modules will not be listed on the degree certificate and cannot be converted into additional examinations.

(4) A student may request the inclusion of additional examinations on their degree certificate. Such a request must be filed within four weeks after passing the last additional examination, in accordance with the APO, Section 18, Paragraph 2. Examination results and coursework listed as additional examinations will not count towards the final degree. Once this request has been made, it cannot be reversed.

## 7

Note: The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

### **Mentors and consultations**

(1) At the start of their studies, the Examination Office will assign each student a mentor from the lecturers in the Departments of either Computer Science or Mathematics to support the student. A change of mentor is possible at any time at the request of one of the parties.

(2) The mentor works with the student to develop an individual study plan at the beginning of the degree programme in order to set specific study priorities (see Section 3, Paragraphs 3 and 4). In the course of the Master's studies, student and mentor will meet regularly to discuss the student's progress and – if necessary – adapt the study plan.

(3) Students who have not accrued at least 30 credits by the end of their second semester must attend a consultation. To be permitted to complete further coursework or examinations, candidates must provide proof that they have attended this consultation by the first day of the examination registration period for their third semester. If such proof is not provided during the third semester, permission to complete further coursework or examinations will be withheld for all following semesters until proof is provided within the deadline (the first day of the examination registration period of a semester).

### **Section II**

(1) This revision will come into force on 1 October 2022.

(2) The following transitional provisions will apply to students who are in their second or later programme semester as of 1 October 2022:

- a. If the module “Measurement Methods in Fluid Mechanics” (MB-ISM-02 – 11 credits) has been successfully completed, it will be credited towards the Application field. In this case, the student cannot take or submit the module “Basic Measurement Methods in Fluid Mechanics” (MB-ISM-41 - 5 credits).
- b. If the module “Deep Learning in Remote Sensing” (BAU-STD5-59 - 6 credits) has been successfully completed, it will be credited towards the Application field. In this case, the student cannot take or submit the modules “Deep Learning in Remote Sensing” (BAU-STD5-86 - 5 credits) and “Machine Learning” (BAU-STD5-87 - 5 credits).
- c. Students may request that the Examination Committee include their mark for the module “Ramp-up Course Computer Science” or “Ramp-up Course Mathematics”,



Note: The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

if successfully completed by 30 September 2022 in the calculation of their GPA, counted as 10 credits. This request must be submitted by 31 December 2022.

**Note:** The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

## Annex 1 Diploma Supplement: Programme-specific components

<p><b>2. ANGABEN ZUR QUALIFIKATION</b></p> <p><b>2.1 Bezeichnung der Qualifikation und (wenn vorhanden) verliehener Grad (in Originalsprache)</b> Master of Science (M. Sc.)</p> <p><b>2.2 Hauptstudienfach oder –fächer für die Qualifikation</b> Data Science</p> <p><b>2.3 Name und Status (Typ/Trägerschaft) der Einrichtung, die die Qualifikation verliehen hat (in Originalsprache)</b> Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät  Universität/Staatliche Einrichtung</p> <p><b>2.4 Name und Status (Typ/Trägerschaft) der Einrichtung (falls nicht mit 2.3 identisch), die den Studiengang durchgeführt hat (in Originalsprache)</b> Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät  Universität/Staatliche Einrichtung</p> <p><b>2.5 Im Unterricht / in der Prüfung verwendete Sprache(n)</b> Englisch, in einigen Fällen Deutsch</p> <p><b>3. ANGABEN ZU EBENE UND ZEITDAUER DER QUALIFIKATION</b></p> <p><b>3.1 Ebene der Qualifikation</b> Master-Studium (Graduate/Second Degree)</p> <p><b>3.2 Offizielle Dauer des Studiums (Regelstudienzeit) in Leistungspunkten und/oder Jahren</b> 2 Jahre Vollzeitstudium (inkl. Schriftlicher Abschlussarbeit), 120 ECTS Leistungspunkte</p> <p><b>3.3 Zugangsvoraussetzung(en)</b> Qualifizierter Bachelor-Abschluss (oder gleichwertiger Abschluss) Bachelor in Informatik oder Mathematik oder vergleichbarer Abschluss im selben oder thematisch ähnlichen Gebiet</p> <p><b>4. ANGABEN ZUM INHALT DES STUDIUMS UND ZU DEN ERZIELTEN ERGEBNISSEN</b></p> <p><b>4.1 Studienform</b> Vollzeitstudium</p> <p><b>4.2 Lernergebnisse des Studiengangs</b> Gegenstand des Masterstudiums sind fachliche Vertiefungen und fortgeschrittene Kenntnisse in allen für Data Science relevanten Bereichen. Die Absolventen erlangen vertiefte Kenntnisse über mathematische und informatische Methoden der Data Science. Sie erlangen ergänzend Einblicke in Anwendungsgebiete für Techniken der Data Science und in die damit verbundene aktuelle Forschung. In einem der ausgewählten Vertiefungsbereiche aus mathematischen oder informatischen Grundlagen oder aus einem Anwendungsbereich muss eine Master-Abschlussarbeit im Umfang eines Semesters selbständig angefertigt werden. Die Absolventen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Methoden und Konzepte der Datenakquisition, Datenintegration und Datenhaltung analysieren und effektiv nutzen.</li> <li>• können Analysemethoden und Algorithmen für verschiedene Fragestellungen kompetent</li> </ul>	<p><b>2. INFORMATION IDENTIFYING THE QUALIFICATION</b></p> <p><b>2.1 Name of qualification and (if applicable) title conferred (in original language)</b> Master of Science (M. Sc.)</p> <p><b>2.2 Main Field(s) of study for qualification</b> Data Science</p> <p><b>2.3 Name and status of awarding institution (in original language)</b> Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät  University/State institution</p> <p><b>2.4 Name and status of institution (if different from 2.3) administering studies (in original language)</b> Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät  University/State institution</p> <p><b>2.5 Language(s) of instruction/examination</b> English, in some cases German</p> <p><b>3. INFORMATION ON THE LEVEL AND DURATION OF THE QUALIFICATION</b></p> <p><b>3.1 Level of the qualification</b> Graduate/Second Degree, by research with thesis</p> <p><b>3.2 Official duration of programme in credits and/or years</b> 2 years full-time study (incl. thesis), 120 ECTS credits</p> <p><b>3.3 Access requirements</b> Bachelor Degree in Computer Science or Mathematics or equivalent degree (three or four years) in the same or closely related field</p> <p><b>4. INFORMATION ON THE PROGRAMME COMPLETED AND THE RESULTS OBTAINED</b></p> <p><b>4.1 Mode of study</b> Full-time</p> <p><b>4.2 Programme learning outcomes</b> Subject of the Master programme is the deepening of knowledge in the data science field. Students get deepened knowledge about mathematical and informatical methods of data science. They get additional insights into application areas for techniques of data science and the connected research. The students have to complete a master thesis of one semester in the mathematical, computer science or application fields of the data science programme. The graduates</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can analyze methods and concepts of data acquisition, data integration and data storage and use them effectively.</li> <li>• can competently select analysis methods and algorithms for various problems, combine them, adapt them to a selected field of application and develop them further.</li> </ul>
---	---

**Note:** The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

<p>auswählen, kombinieren, an ein ausgewähltes Anwendungsfeld anpassen und weiterentwickeln.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Aussagekraft von Dateninstanzen und den verwendeten Analysemethoden korrekt und dem Analysezweck entsprechend einschätzen.</li> <li>• können in einem ausgewählten Anwendungsfeld datengetriebene Lösungen entwickeln und Analysemethoden zielführend einsetzen.</li> <li>• können Datenprojekte in Unternehmen leiten und Entscheidungsprozesse in der Datenhaltung und -analyse effektiv managen.</li> <li>• tragen zur Lösung von Aufgabenstellungen im Bereich Data Science sowohl aus erklärungsorientierter als auch aus gestaltungsorientierter Sicht bei.</li> <li>• kennen, auch zur eigenständigen Weiterentwicklung, relevante Informationsquellen sowie die einschlägigen Regelwerke und den Zugang zu diesen Materialien.</li> <li>• können analytisch denken, komplexe Zusammenhänge erkennen, vorhandene und neue Problemlösungen einschätzen und mit Hilfe einer Anwendung integraler Kenntnisse aus dem Bereich Data Science eigene Lösungen entwickeln.</li> <li>• können erfolgreich in einer Gruppe arbeiten und effizient mit verschiedenen Zielgruppen kommunizieren.</li> <li>• können sich in aktuelle Forschungsergebnisse des Fachs einarbeiten und diese weiter entwickeln.</li> <li>• sind damit befähigt eine wissenschaftliche Tätigkeit mit dem Ziel einer Promotion auszuüben.</li> </ul> <p><b>4.3 Einzelheiten zum Studiengang, individuell erworbene Leistungspunkte und erzielte Noten</b></p> <p>Einzelheiten zu den belegten Kursen und erzielten Noten sowie den Gegenständen der mündlichen und schriftlichen Prüfungen sind im „Prüfungszeugnis“ enthalten. Siehe auch Thema und Bewertung der Masterarbeit.</p> <p><b>4.4 Notensystem und (wenn vorhanden) Notenspiegel</b></p> <p>Allgemeines Notenschema (Abschnitt 8.6):  1,0 bis 1,5 = „sehr gut“  1,6 bis 2,5 = „gut“  2,6 bis 3,5 = „befriedigend“  3,6 bis 4,0 = „ausreichend“  Schlechter als 4,0 = „nicht bestanden“</p> <p>1,0 ist die beste Note.  Zum Bestehen der Prüfung ist mindestens die Note 4,0 erforderlich.  Ist die Gesamtnote 1,2 oder besser wird das Prädikat „mit Auszeichnung bestanden“ vergeben.  ECTS-Note: Nach dem European Credit Transfer System (ECTS) ermittelte Note auf der Grundlage der Ergebnisse der Absolvent*innen der zwei vergangenen Jahre: A (beste 10 %), B (nächste 25 %), C (nächste 30 %), D (nächste 25 %), E (nächste 10 %)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to correctly assess the informative value of data instances and the analysis methods used and in accordance with the purpose of the analysis.</li> <li>• can develop data-driven solutions in a selected field of application and use analysis methods in a targeted manner.</li> <li>• can lead data projects in companies and effectively manage decision-making processes in data storage and analysis.</li> <li>• contribute to solving tasks in the field of data science from both an explanatory and a design-oriented perspective.</li> <li>• know, also for independent further development, relevant sources of information as well as the relevant regulations and access to these materials.</li> <li>• can think analytically, recognize complex relationships, assess existing and new solutions to problems and develop their own solutions with the help of integral knowledge from the field of data science.</li> <li>• can work successfully in a group and communicate efficiently with different stakeholders.</li> <li>• can familiarize themselves with current research results in the subject and develop them further.</li> <li>• are thus able to carry out a scientific activity with the aim of a doctorate.</li> </ul> <p><b>4.3 Programme details, individual credits gained and grades/ marks obtained</b></p> <p>See (ECTS) Transcript for list of courses and grades; and “Prüfungszeugnis” (Final Examination Certificate) for subjects assessed in final examinations (written and oral)thesis; and topic of thesis, including grading.</p> <p><b>4.4 Grading system and (if available) grade distribution table</b></p> <p>General grading scheme (Sec. 8.6):  1.0 to 1.5 = “excellent”  1.6 to 2.5 = “good”  2.6 to 3.5 = “satisfactory”  3.6 to 4.0 = “sufficient”  Inferior to 4.0 = “Non-sufficient”</p> <p>1.0 is the highest grade, the minimum passing grade is 4.0.  In case the overall grade is 1.1 or better the degree is granted “with honors”.  In the European Credit Transfer System (ECTS) the ECTS grade represents the percentage of successful students normally achieving the grade within the last two years: A (best 10 %), B (next 25 %), C (next 30 %), D (next 25 %), E (next 10 %)</p>
--	--

**Note:** The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

<b>6. WEITERE ANGABEN</b> <b>6.2 Weitere Informationsquellen</b> <a href="http://www.tu-braunschweig.de">www.tu-braunschweig.de</a> <a href="http://www.tu-braunschweig.de/fk1">www.tu-braunschweig.de/fk1</a> <a href="http://www.tu-braunschweig.de/data-science">www.tu-braunschweig.de/data-science</a>	<b>6. ADDITIONAL INFORMATION</b> <b>6.2 Further information sources</b> <a href="http://www.tu-braunschweig.de">www.tu-braunschweig.de</a> <a href="http://www.tu-braunschweig.de/fk1">www.tu-braunschweig.de/fk1</a> <a href="http://www.tu-braunschweig.de/en/data-science">www.tu-braunschweig.de/en/data-science</a>
---	--

**Note:** The English translation is a service. If any doubts occur, the German proclamation No. 1447 is binding.

## **Annex 2 Field: Key Qualifications and Ethics**

In the Key Qualifications and Ethics field, the "Ethics and Epistemology" module is compulsory.

Additional ECTS credits can be earned in courses that allow students to acquire key qualifications. These can be selected from the general programme of interdisciplinary courses (Pool) at Technische Universität Braunschweig. Courses in the fields Computer Science, Mathematics or Application, as well as Sports Centre courses, will not be credited towards the Key Qualifications field.

The Data Science Examination Office can exclude courses from the Pool or permit additional courses. To receive credit towards the Key Qualifications field for other courses/modules, a written request must be submitted to the Examination Office.

Language Centre courses can be included up to a maximum of 8 credits.

**Language courses** may be included from the following level:

- Foreign languages level B1 or higher
- German language courses may only be included by foreign students (level B1 or higher) after prior application to the Examination Office.

Language courses in the student's native language or in the official language of their home country will not be credited, nor will English courses.

An active performance record is required for the selected courses/modules (written examinations, term papers, presentations, notes, etc.). A certificate of attendance is not sufficient. The type of academic assessment used will depend on the module or course.

## **Annex 3 Module descriptions**

Module descriptions (see module handbook)



Module des Studiengangs

# Data Science (MPO 2022) Master

1. Ramp Up Phase [10 LP]

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-58	<p>Ramp up Course Mathematics</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - kennen und verstehen die Mathematik, die für ein Masterstudium "Data Science" notwendig ist                      - verstehen die Methoden und Verfahren der Analysis, Algebra, Mathematische Optimierung, Diskreten Mathematik, Mathematischen Stochastik und Numerischen Mathematik und können diese anwenden</p> <p>(en) The students                      - know understand the underlying concepts of mathematics that are necessary for data science                      - understand the concepts of analysis, algebra, optimization, discrete mathematics, stochastics and numerics and are able apply them in the context of data science</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 unbenotete Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Ungraded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam (120 min.) according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-STD2-04	<p>Ramp up Course Computer Science (2022)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (de)</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der zugrundeliegenden Konzepte der Informatik, die für Data Science notwendig sind. Sie sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Softwaresysteme für die Datenanalyse zu entwerfen und zu entwickeln</li> <li>- verteilte Analyseverfahren zu verstehen und zu implementieren</li> <li>- moderne Datenbanksysteme anzuwenden und zu betreiben</li> <li>- die Sicherheit und den Schutz von Daten zu bewerten und zu schützen</li> </ul> <p>Darüber hinaus haben die Studierenden einen allgemeinen Überblick über die Methoden der Data Science und deren Anwendungsgebiete. Sie kennen die allgemeinen Prinzipien und Prozesse von Data-Science-Projekten.</p> <p>(en)</p> <p>After successful completion of this module, students have a basic understanding of the underlying concepts of computer science that are necessary for data science. They are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- design and develop software systems for data analysis</li> <li>- understand and implement distributed analysis processes</li> <li>- apply and operate modern database systems</li> <li>- evaluate and protect the security and privacy of data</li> </ul> <p>Further, students have a general overview of the methods of data science and the application areas. They know the general principles and processes of data science projects.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (de) Prüfungsleistung: 1 unbenotete Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten), oder eine mündliche Prüfung (30 Minuten)</p> <p>(en) Ungraded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam (120 min.) or oral exam (30 minutes)</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>



## 2. Methoden und Konzepte der Informatik [25 LP]

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-SSE-37	<p>Softwaretechnik, vertiefendes Praktikum (MPO 2014)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein tiefgehendes Verständnis zur Entwicklung komplexer Softwaresysteme. Sie haben praktische Erfahrung in der Durchführung von Softwareentwicklungsprojekten und der Sicherstellung der Qualität der Ergebnisse. Sie sind in der Lage, die Aufgabenstellung zu erfassen, in eine Software-Architektur umzusetzen, zu implementieren und zu testen.</p> <p>(EN) After completing this module, the students have a profound comprehension in developing complex software systems. They gained practical experience in running software development projects and quality assurance of the results. They are capable of understanding the task, convert it in a software architecture, implementing the architecture, and testing the whole system.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Softwareentwicklung. Bewertung der Fähigkeiten und des Einsatzes durch den Betreuer.</p> <p>(EN) graded work: software development. Assessment of skills and effort by the supervisor</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-IS-62	<p>Wissensbasierte Systeme und deduktive Datenbanksysteme (MPO 2017)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Studierenden besitzen nach Abschluss dieses Moduls grundlegende Kenntnisse auf den Gebieten der wissensbasierten Systemen und objektrelationalen Erweiterungen.</p> <p>(EN) On completion of this module, students are aware of the challenges and problems which arise from reasoning processes over large knowledge bases. This covers technical aspects (algorithms, implementations, etc.) and also methodological aspects (e.g. uncertainty, etc.). Furthermore, the students will be able to discuss the strengths and weaknesses of different approaches to reasoning and will be able to competently propose solution strategies to practical problem scenarios.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, etwa 30 Minuten 1 Studienleistung: 50% der Übungen müssen bestanden sein</p> <p>(EN) graded work: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes) non-graded work: 50% of the exercises must be passed</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-VS-45	<p>Cloud Computing</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden Kenntnisse über Grundlagen, Methoden und Techniken des Cloud Computing. Weiterhin besitzen Studierende Wissen über existierende Cloud Computing-Techniken und können sowohl Anwendungen als auch Systemkomponenten für dieses Umfeld entwickeln und bewerten.</p> <p>(EN) After completing this module, the students know the fundamentals, methods and, techniques of Cloud Computing. Further, the students know existing Cloud Computing techniques and can develop and assess applications in this setting.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>1 Studienleistung: Erfolgreiche Bearbeitung von Hausaufgaben: Jedes Aufgabenblatt muss mit mind. 30% der erzielbaren Punktzahl gelöst werden und insgesamt müssen mind. 50% der Gesamtpunktzahl aller Übungsaufgaben erzielt werden.</p> <p>(EN) graded work: written xam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes non-graded work: Successful completion of the homework assignments: Every assignment must be completed with at least 30% of the attainable points, and 50% of the total points across all assignments must be achieved.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-SSE-50	<p>Softwarearchitektur (MPO 2020)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein tiefgehendes Verständnis von Softwarearchitektur. Sie kennen die Probleme beim Architekturentwurf und können Lösungsstrategien anwenden, die zur Entwicklung qualitativ hochwertiger Softwarearchitekturen führen.</p> <p>(EN) Upon completion of this module, students have an in-depth understanding of software architecture. They know the problems in architecture design and can apply solution strategies that lead to the development of high-quality software architectures.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, oder Hausarbeit.</p> <p>(EN) graded work: written exam, 90 minutes, or oral exam, 30 minutes, or term paper</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-SSE-48	<p>Softwarequalität 1 (MPO 2020)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach Abschluss des Moduls kennen die Teilnehmer die Grundprinzipien des Software-Testens. Sie können den Testprozess anwenden und beherrschen die Aktivitäten und Techniken zu seiner Unterstützung. Die Teilnehmer können in allen Phasen des SW-Lebenszyklus Testfälle spezifizieren. Sie kennen Testverfahren und -methoden, mit denen Sie Softwaretests effizient und effektiv vorbereiten und durchführen können. Sie kennen gängige Methoden des Testmangements sowie Testwerkzeuge zur Automatisierung von Testaktivitäten.</p> <p>(EN) After completing this module, the students will know the fundamental basics of software testing. They can apply the testing process and master activities and techniques to support it. The students will be able to define test cases in all phases of the software life cycle. They know common testing procedures and methods to efficiently and effectively prepare and execute software tests. The students will know both the underlying theoretical management processes as well as the practical testing tools to automate software testing.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, oder Hausarbeit</p> <p>(EN) graded work: written exam, 90 minutes, or oral exam, 30 minutes, or term paper</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-STD-99	<p>Seminar Data Science (MPO 2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) - Die Studierenden können sich selbstständig in ein wissenschaftliches Thema einarbeiten. - Sie können dieses Thema im Rahmen aufbereiten und in einer Präsentation vorstellen. - Die Studierenden beherrschen adäquate Präsentationstechniken und rhetorische Fähigkeiten.</p> <p>(EN) - The students are able to independently familiarize themselves with a scientific Topic. - They are able to prepare the topic and present it in an oral presentation. - The students are able to use adequate presentation technique and rhetorical skills.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Referat.</p> <p>(EN) graded work: Presentation.</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-ALG-29	<p>Solving NP-hard optimization problems (lab)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Studierenden verstehen die Theorie und Praxis der Lösung NP-schwerer Optimierungsprobleme. Sie sind in der Lage, geeignete Modellierungen aus der Mathematischen Optimierung (insbesondere als ganzzahlige lineare Optimierungsprobleme) zu formulieren, beherrschen die einschlägigen Softwarepakete zur praktischen Lösung und verstehen es, umfassende Analysen und Ergebnisvisualisierungen zu erstellen.</p> <p>(EN) Participants understand theory and practice of dealing with NP-hard problems. They can master exact solution methods, in particular based on integer linear programming. They have gained experience with implementing, testing and refining practical techniques and software, including the generation of benchmark instances, and visualization of results and performance.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Studienleistung: Aktive, kontinuierliche Teilnahme durch nachweisbare Beiträge zum Arbeitsprogramm bei der Gruppenarbeit/Lab, dokumentiert durch aktiven Teil im Kolloquium (Abschlusspräsentation zur Darstellung der Ergebnisse)</p> <p>(EN) non-graded work: active participation and final presentation</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-CG-35	<p>Bild-Aspekte</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Absolventen dieses Moduls kennen die naturwissenschaftlichen, informationstheoretischen, neurowissenschaftlichen und kunsthistorischen Grundlagen der Bildentstehung, -wahrnehmung und -ästhetik. Sie verstehen die Zusammenhänge zwischen Optik, digitaler Bildverarbeitung, Bildstatistik, Wahrnehmungspsychologie, Kognitionswissenschaft und Kunst.</p> <p>(EN) This course offers insight into the formation, perception, and cognition of images. The natural phenomenon of images will be considered from the viewpoint of physics, information theory, neuroscience, and arts history. Graduates of this course will be familiar with relationships between optics, digital image processing, image statistics, visual perception, cognitive science and visual arts.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Studienleistung: Referat</p> <p>(EN) 1 non-graded work: Presentation</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-CG-34	<p>Techniken der Visualisierung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Absolventen dieses Moduls gewinnen den Überblick über Anwendungsgebiete und Techniken der rechnergestützten Visualisierung und kennen die psychologischen und informationstechnischen Grundlagen der Visualisierung. Sie sind mit den relevanten Aspekten aus der visuellen Wahrnehmungspsychologie, Kognitionswissenschaft und Computergraphik vertraut.</p> <p>(EN) This course offers an overview of computer graphics visualization. It conveys the psychological foundations of visual information perception and provides insight into their algorithmic implementation as basis for various visualization techniques. Graduates of this course will be familiar with relevant aspects of visual perception and cognition theory as well as algorithmic concepts of visualization.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Studienleistung: Referat</p> <p>(EN) 1 non-graded work: Presentation</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-ISS-01	<p>Maschinelles Lernen in der IT-Sicherheit</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über folgende Kenntnisse und Fähigkeiten. Sie können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verschiedene Arten von Lernalgorithmen differenzieren</li> <li>- die Anwendung von Lernalgorithmen in der IT-Sicherheit identifizieren</li> <li>- geeignete Merkmalsräume für Lernalgorithmen entwerfen</li> <li>- Lernalgorithmen zur Klassifikation und Anomalieerkennung erklären</li> <li>- lernbasierte Methoden zur Angriffserkennung entwickeln</li> <li>- Lernalgorithmen zum Clustering und zur Dimensionsreduktion erklären</li> <li>- lernbasierte Methoden zur Schadcode- und Schwachstellenanalyse entwickeln</li> <li>- Methoden zur Umgehung von lernbasierten Methoden differenzieren</li> </ul> <p>(EN) After completing this course, the students possess the following knowledge and capabilities. They are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- differentiate different types of learning algorithms</li> <li>- identify the application of learning algorithms in computer security</li> <li>- design appropriate feature spaces for learning algorithms</li> <li>- explain learning algorithms for classification and anomaly detection</li> <li>- develop learning-based methods for attack detection</li> <li>- explain learning algorithms for clustering and dimension reduction</li> <li>- develop learning-based methods for malware and vulnerability analysis</li> <li>- differentiate methods for evading learning-based methods</li> </ul> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten, oder mündliche Prüfung, 20 Minuten</p> <p>1 Studienleistung: Präsentation einer gelösten Aufgabe in der Übung</p> <p>(EN) graded work (examination): written exam (90 minutes) or oral exam (20 minutes)</p> <p>non-graded work: presentation of a solved homework task in the exercises</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-MI-85	<p>Python Lab</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      After successful completion of this module, students will have the competence to apply Python for designing and implementing small to medium software projects and analytic workflows with a focus on statistics and machine learning. During an interactive learning phase during which the students will be able to apply common packages such as scikit-learn, and they will be able to synthesize analysis workflows for diverse data science questions. These workflows will be presented and discussed in a mini-conference among the students. After the mini-conference, students will form small teams to develop data science software tools which will be presented during the closing event. They will gain the competence to critically evaluate machine learning workflows.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      1 Studienleistung: Team-based development and documentation of a data science software tool</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
ET-NT-75	<p>Deep Learning Lab</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Das Deep Learning Lab unterteilt sich in 3 Praxisphasen: In der ersten Phase bekommen die Studierenden eine interaktive Einführung in die Programmiersprache Python und die benötigten Bibliotheken. In der zweiten angeleiteten Praxisphase sollen die Studierenden Aufgaben zu den genannten Methoden bearbeiten. Sie erwerben damit die Kompetenz, bisher nur theoretisch kennengelernte Methoden zum maschinellen Lernen praxisnah anhand kleiner Aufgabenstellungen anzuwenden. In der dritten Praxisphase, der sog. Deep Learning Challenge, werden die vermittelten Methoden dann selbstständig angewandt. Die Studierenden bekommen hier Daten oftmals aus dem industriellen Anwendungsbereich zur Verfügung gestellt und erhalten als Aufgabe, mit den gelernten Methoden ein eigenes System zur Mustererkennung zu entwickeln. Die Studierenden sollen dabei im Wettbewerb untereinander eine bestmögliche Erkennungsgenauigkeit mit ihrem System erreichen. Im Modul erwerben die Studierenden die Kompetenz, selbstständig ein gegebenes Problem zu analysieren, geeignete Lösungsmöglichkeiten und Methoden des maschinellen Lernens abzuwägen und bezüglich ihrer Funktionsfähigkeit zu bewerten. Außerdem entwickeln die Studierenden selbstständig in Klein-Teams eine geeignete Methode zur Lösung der gegebenen Challenge.</p> <p>(EN) The Deep Learning Lab is divided in three parts: First, the students work themselves through an introduction to the Python programming language and all required libraries for the later experiments to obtain some basic knowledge. Second, the students will work with certain machine learning methods which are introduced in the Pattern Recognition lecture. They acquire the competence to practically apply theoretical methods for machine learning to solve small given problems. Third, - in the so-called Machine Learning Challenge - students are required to use their obtained knowledge to develop a machine learning system in competition with the other participating teams. Therefore, the students will be provided with data which might stem from real-world/industry applications. In the module, students acquire the competence to independently analyze a given problem, weigh suitable solution options and methods and evaluate them in terms of their functionality. In addition, students independently develop a suitable method for solving the given challenge.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) Studienleistung: Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsaufgaben und Kolloquium zum Inhalt der Aufgaben Präsentation der Ergebnisse der Deep Learning Challenge(EN) Academic achievement: successful completion of the lab instructions and the colloquium about the content of the given exercises. Presentation of the results of the Machine Learning Challenge</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-ALG-27	<p>Approximation Algorithms (MPO 2014)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Absolventen dieses Moduls kennen die Notwendigkeit und Berechtigung von Approximationsalgorithmen. Sie beherrschen die wichtigsten Techniken zur Analyse der Komplexität von Algorithmen und zum Entwurf von Approximationsmethoden, einschließlich des Beweises oberer und unterer Schranken.</p> <p>(EN) Participants know the necessity and role of approximation algorithms. They can master the most important techniques for analysis and complexity of approximation algorithms for designing, including the validity of upper and lower bounds.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Studienleistung: 50% der Übungen müssen bestanden sein</p> <p>1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten. Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.</p> <p>(EN) graded work: written exam (120 minutes) or oral exam (30 minutes) non-graded work: 50% of the exercises must be passed</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-ALG-26	<p>Online Algorithms (MPO 2014)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Absolventen dieses Moduls kennen die Notwendigkeit und Berechtigung von Algorithmen mit unvollständiger Information. Sie beherrschen die wichtigsten Techniken für Analyse und Entwurf von Online-Algorithmen.</p> <p>(EN) Participants know the necessity and role of algorithms with incomplete information. They can master the most important techniques for analysis and complexity of online algorithms, in particular how to establish upper and lower bounds for competitive factors.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten. Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.</p> <p>1 Studienleistung: 50% der Übungen müssen bestanden sein</p> <p>(EN) graded work: written exam (120 minutes) or oral exam (30 minutes) non-graded work: 50% of the exercises must be passed</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>



<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-THI-62	<p>Replication and Consistency</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> After successful completion of this module, students will have a basic understanding of data replication strategies, consistency notions, and the corresponding programming methods. We cover all levels of abstraction, from hardware consistency models to geo-replicated databases. Confronted with an application, students will be able to develop and implement a suitable data replication scheme and argue for its correctness.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> 1 Prüfungsleistung: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes 1 Studienleistung: 50% of exercises must be passed</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-ALG-25	<p>Computational Geometry (MPO 2014)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Absolventen des Moduls kennen grundlegende Modellierungen geometrischer Algorithmen. Sie sind in der Lage die algorithmische Schwierigkeit geometrischer Fragestellungen einzuordnen und angemessene Zielsetzungen zu formulieren. Sie beherrschen verschiedene Lösungstechniken und können auch für bislang nicht betrachtete Problemstellungen algorithmische Methoden erarbeiten. Sie überblicken die praktische Relevanz von Fragestellungen und Problemlösungen.</p> <p>(EN) Participants know basic modeling for geometric algorithms. They can gauge the algorithmic difficulty of geometric problems and formulate appropriate objectives. They can master different solution techniques and are capable of developing algorithmic methods for new problems. They understand the practical relevance of problems and solutions.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Studienleistung: 50% der Übungen müssen bestanden sein 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten. Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.</p> <p>(EN) graded work: written exam (120 minutes) or oral exam (30 minutes)</p> <p>nongraded work: 50% of the exercises must be passed</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-IS-69	<p>Information Retrieval und Web Search Engines (MPO 2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Information Retrieval Techniken spielen nicht nur in Web Search Engines, sondern in allen dokumenten-zentrierten Anwendungen eine zentrale Rolle. Studierende können verschiedene Techniken, ihre typischen Anwendungsbereiche und Beschränkungen, sowie ihre Vor- und Nachteile verstehen. Sie können die richtigen Techniken für das jeweilige praktische Problem auswählen und im jeweiligen Anwendungskontext kritisch reflektieren.</p> <p>(EN) Information retrieval techniques play a central role not only in Web search engines, but in all kinds of document-centric applications. Students need to understand different techniques, their typical application areas and limitations, as well as their advantages and disadvantages. They are enabled to choose the right techniques for the respective practical problem and to critically reflect their use in the respective application context.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE)1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, etwa 30 Minuten 1 Studienleistung: 50% der Übungen müssen bestanden sein</p> <p>(EN)graded work: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes) non-graded work:50% of the exercises must be passed</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-IS-68	<p>Data Warehousing und Data-Mining-Techniken (MPO 2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Data Warehousing und das Mining auf den darin erhaltenen Daten stellen in der Praxis eine wichtige Basis für Unternehmensentscheidungen dar. Die Studierenden verstehen verschiedene Data Warehouse Architekturen und ihre wesentlichen Prozesse und durchdringen die häufig verwendeten Data Mining Algorithmen in der Tiefe, um Entscheidungen korrekt und sinnvoll mit Daten unterlegen zu können. Sie können die Anwendung der Algorithmen kritisch analysieren und bewerten.</p> <p>(EN) Data warehousing and mining the data within warehouses represent an important basis for corporate decision support. Students understand possible data warehouse architectures and their essential processes and know the details of the major data mining algorithms used, to be able to correctly and meaningfully underpin decisions with data. They are enabled to critically analyze and evaluate the respective application of various algorithms.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE)1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, etwa 30 Minuten 1 Studienleistung: 50% der Übungen müssen bestanden sein(EN)graded work: written exam(90 minutes) or oral exam (30 minutes)non-graded work: 50% of the exercises must be passed</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
ET-NT-69	<p>Mustererkennung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (D) Nach Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse über Methoden und Algorithmen zur Klassifikation von Daten und sind befähigt, diese Verfahren für Probleme der Praxis geeignet auszuwählen, zu entwerfen und zu bewerten.                      (E) Upon completion of this module, students gain fundamental knowledge about methods and algorithms for classification of data. They are capable to select the appropriate means for real-world problems, to design a solution and to evaluate it.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (D) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 90 Minuten                      (E) Examination: Oral exam 30 min. or written exam 90 min.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-ROB-37	<p>Grundlagen Maschinelles Lernen</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (DE) Die Studierenden erwerben die Kompetenz, ein maschinelles Lernproblem zu analysieren, zu formalisieren, ein geeignetes Verfahren auszuwählen und hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit zu beurteilen. In den Übungen wird das Gelernte vertieft und praktisch, auch in Form von Programmieraufgaben, angewendet.                      (EN)                      With successful completion of the module, the students possess the following knowledge and capabilities. They are able to                      - understand and correctly apply basic concepts of machine learning                      - analyse and formalize a machine learning problem                      - distinguish between typical machine learning methods                      - select a suitable method for a learning problem                      - compare and judge machine learning methods wrt their capacity                      - implement machine learning methods and apply them practically                      apply and parametrise respective tools                      - judge strength and weaknesses of machine learning in applications                      - recognize ethical issues in the application of machine learning</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (DE)                      1 Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (20-30 Minuten) oder eine Klausur (90 Minuten)                      (EN)                      - Graded work (examination)                      - Written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes)</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-ALG-30	<p>Graphs, Geometry, and Algorithms</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      Qualification Goals:                      Graduates of this module know different geometric representations of graphs. They can gauge the algorithmic complexity of computing such representations or deciding whether such a representation exists. They understand how such representations may help to solve otherwise difficult problems and are capable of developing algorithmic methods for new problems.</p> <p>In many contexts, it is useful to visualize data organized in graphs. For this purpose, approaches from algorithms, graph theory and algorithmic geometry join forces.</p> <p>This class will be held in English. Students are encouraged (but not required) to use English in exercises and exams as well.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      1 graded work: written exam, 90 minutes, or oral exam, 30 minutes                      1 non-graded work: 50% of the homework must have been successfully completed</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

### 3. Methoden und Konzepte der Mathematik [25 LP]

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-49	<p>Mathematical Foundations of Data Science</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren                      - beherrschen die wesentlichen Grundlagen des Gebietes                      - können einzelne Methoden in einen größeren Zusammenhang einordnen</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture                      - understand the applied methods and are able to analyze these                      - master the foundations of the field                      - are able to them into a larger context</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-48	<p>Algorithms and complexity for quantum computing (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- beherrschen die Grundlagen zum Verständnis der Funktionsweise von Quantencomputern                      - kennen die algorithmischen Anwendungen dieser Funktionsweisen                      - kennen und verstehen die Bedeutung von Quantencomputermodellen für die Theorie der Berechenbarkeit</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- master the fundamentals to understand the model of a quantum computer                      - know the algorithmic applications of this model                      - know and understand the quantum computer model in light of the theory complexity</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
MAT-STD7-47	<p>Computeralgebra (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- verstehen die Grundbegriffe der Techniken der Computeralgebra in Theorie und Praxis, wie der Euklidische Algorithmus und Gröbner-Basen, deren Berechnung und Anwendung                      - verstehen die zahlentheoretischen und algebraischen Techniken und können diese analysieren und anwenden                      - können Faktorisierungen berechnen und Methoden zum Lösen nichtlinearer Gleichungssystemen und zum Arbeiten mit algebraischen Objekten anwenden und analysieren</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- understand the basic concepts of computer algebra techniques in theory and practice, such as the Euclidean algorithm and Gröbner bases, their calculation and application                      - understand number theoretic and algebraic techniques and are able to apply and analyze them                      - are able to calculate factorizations and to apply and analyze methods to solve systems of nonlinear equations and for working with algebraic objects</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
MAT-STD7-46	<p>Discrete Optimization (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen kombinatorische und diskrete Optimierungsprobleme                      - verstehen die Begriffe und Ergebnisse der Komplexitätstheorie                      - verstehen die wichtigen Sätze, Beweise und Verfahren der diskreten und kombinatorischen Optimierung und können diese anwenden und analysieren                      - kennen und verstehen allgemeine algorithmischer Prinzipien und Problemstrukturen                      - können Algorithmen für Anwendungen entwerfen, anwenden und analysieren, insbesondere für NP-schwere Probleme</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand combinatorial and discrete optimization problems                      - understand the notions and results of theory of complexity                      - understand the important theorems, proofs and procedures of discrete and combinatorial optimization and are able to apply and analyze them                      - know general algorithmic principles and problem structures                      - are able to design, apply and analyze algorithms for applications, in particular, for NP-hard problems</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p>LP: 10</p> <p>Semester: 1</p>



<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-45	<p>Dynamic Optimization (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen die Problemstellungen der Optimalen Steuerung, der Parameterschätzung, der optimalen Versuchsplanung und der Modelldiskriminierung                      - kennen grundsätzliche Herangehensweisen auf dem Gebiet der optimalen Steuerung und können diese anwenden und analysieren                      - können die Methoden analysieren, interpretieren und weiterentwickeln, insbesondere zur Effizienzsteigerung numerischer Algorithmen am Beispiel der Optimalen Steuerung</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand the problems of optimal control, parameter estimation, optimal experimental design and model discrimination                      - know and understand the different fundamental approaches in the field of optimal control are are able to apply and analyze them                      - are able to analyze, interpret, refine and enhance the methods, especially to increase the efficiency of numerical algorithms exemplified for optimal control</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-44	<p>Fortgeschrittenenpraktikum (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - erinnern und verstehen die Grundaufgaben und Methoden der Mathematischen Algorithmen und deren praktischer Anwendung                      - können mit mathematischen Programmierumgebungen umgehen                      - können mathematische Algorithmen anwenden, analysieren und bewerten und diese implementieren                      - können mathematische Algorithmen dokumentieren und präsentieren</p> <p>(en) The students                      - remember and understand the basic tasks and method of mathematical algorithms and their practical application                      - are able to use mathematical programming tools                      - are able to apply, analyze and implement mathematical algorithms                      - are able to document and present mathematical algorithms</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben und/oder eines Portfolios. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according or Portfolio to examiners specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
MAT-STD7-43	<p>Inverse problems (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen den Begriff eines "schlecht gestellten Problems", Regularisierungsverfahren und deren Eigenschaften                      - können Methoden zur Bearbeitung schlecht gestellter Probleme verstehen, analysieren und anwenden und die mit dem Computer zur Berechnung von Regularisierungen einsetzen</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand the notion of well- and ill-posedness and of regularization methods and their properties                      - are able to understand, analyze and apply methods to approximately solve ill-posed problems and use them with mathematical software</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündliche Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-42	<p>Continuous Optimization in Data Science (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- erinnern und verstehen exemplarischer Aufgabenstellungen aus dem Bereich Data Science                      - beherrschen ausgewählte Problemlösefähigkeiten mit Mitteln der kontinuierlichen Optimierung und können diese anwenden                      - verstehen Theorie und Algorithmik der kontinuierlichen Optimierung im Zusammenhang mit statistischen Phänomenen der Datengrundlagen</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- remember and understand exemplary problems in Data Science                      - master selected problem solving abilities using methods of continuous optimization and are able to apply them                      - understand theory and algorithms of continuous optimization in the context of statistical phenomena of the data basis</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-41	<p>Machine learning with neural networks (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen neuronale Netze und können diese anhand mathematischer Größen und Begriffe charakterisieren                      - kennen verschiedene Einsatzgebiete und Anwendungen neuronaler Netze                      - kennen und verstehen Optimierungsmethoden für das Training neuronaler Netze und können diese anwenden</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture                      - know and understand neural networks and are able to characterize them in mathematical terms                      - know different use cases and applications of neural networks                      - know and understand optimization methods for the training of neural networks and are able to apply them</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündliche Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-40	<p>Mathematisches Seminar (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - kennen ausgewählte Methoden der Moderation und Präsentation von mathematischen Inhalten und können diese anwenden                      - kennen verschiedene Informations- und Kommunikationstechnologien und können diese anwenden                      - können mathematisch-technischer Texte schreiben, beherrschen das korrekte Bibliographierens und können exzerpieren und wissenschaftlich argumentieren                      - können Mathematik im geschichtlichen und gesellschaftlichen Rahmen bewerten</p> <p>(en) The students                      - know selected methods of moderation and presentation of mathematical content and are able to apply them                      - know different types of information and communication technology and are able to apply them                      - are able to write mathematical and technical texts, are able to set up correct bibliographies, to excerpt and to develop scientific arguments                      - are able to asses and evaluate mathematics in the historical and societal contex</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form eines Referats nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.                       Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 "Referat" according to examiners specifications.                       The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 4</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
MAT-STD7-39	<p>Statistical methods: Optimality and high dimensionality (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- erinnern und verstehen die wichtigsten Methoden in der Mathematischen Statistik zur Beurteilung der Güte und Optimalität von Schätz- und Testverfahren                      - können (optimale) Konfidenzbereichen konstruieren                      - kennen und verstehen spezielle statistischer Verfahren für hochdimensionale Daten                      - verstehen die grundlegende wahrscheinlichkeitstheoretische Behandlung von Finanzzeitreihen                      - verstehen die Eigenschaften statistischer Verfahren dieser Methoden und Theorie und Anwendung                      - können reale Daten modellieren</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- remember and understand core methods of mathematical statistics in order to assess power and optimality of statistical methods                      - are able to construct (optimal) confidence sets                      - understand selected statistical methods for high dimensional data                      - understand the basic probabilistic treatment of financial time series                      - understand properties of statistical methods in theory and application                      - are to model real data</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
MAT-STD7-50	<p>Model order reduction (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- verstehen das Konzept der Modellreduktion und können es anwenden                      - kennen und verstehen die wichtigsten Verfahren der (nicht)linearen Modellreduktion                      - können die Verfahren analysieren und verstehen die grundlegenden Grenzen der Anwendbarkeit der Verfahren                      - können die Verfahren, die Güte und Optimalität der erreichbaren Approximation bewerten</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- understand the concept of model reduction                      - know and understand the most important methods of (non)linear model reduction                      - are able to analyze the method and understand of the basic limits of the applicability of the methods                      - are able to interpret the goodness and optimality of the achievable approximation</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form eines Portfolios oder einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten, insbesondere ggf. die Ausgestaltung des eigenständig zu erstellenden Modul-Portfolios, gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 "Portfolio" written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p>LP: 10</p> <p>Semester: 1</p>



<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-38	<p>Nonnegativity and polynomial optimization (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen die Kernaussagen der reell algebraischen Geometrie zu Nichtnegativität und deren Bezug zur polynomiellen Optimierung                      - kennen und verstehen die gängigen Methoden in der polynomiellen Optimierung in Theorie und Praxis</p> <p>(en)                      The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand the core statements of real algebraic geometry on nonnegativity and its relation to polynomial optimization                      - know and understand the common methods in polynomial optimization in theory and practice</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-37	<p>Nonparametric Statistics (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen Kernschätzmethoden und andere Glättungsverfahren der Statistik                      - kennen und verstehen das grundsätzliche methodische Vorgehen                      - kennen und verstehen Bootstrap-Verfahren und weitere Resamplingtechniken and können diese anwenden</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand kernel estimators and other smoothing techniques                      - know and understand the basic methodological approach                      - know and understand Bootstrap procedures and further resampling methods and are able to apply them</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-36	<p>Numerical Linear Algebra in Data Science (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen die Methoden der numerischen linearen Algebra im Bereich Data Mining                      - können Probleme in diesem Bereich analysieren und bewerten und selbstständig Lösungsansätze auf der Grundlage der in der Vorlesung behandelten Thematiken entwickeln</p> <p>(en)                      The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand the methods of linear algebra in the context of data mining                      - are able to analyze and evaluate problems in this field and to develop methods for their solution on the basis of the content of the lecture</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-35	<p>Numerical Methods and Learning from Data (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen numerischer Methoden, die Eingang finden in Techniken im Bereich Data Science, etwa Deep Learning oder Machine Learning                      - kennen und verstehen Grundzüge des Machine Learnings, etwa Deep Neural Networks</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand numerical methods that are employed for Data Science applications such as Deep Learning or Machine Learning                      - know and understand basics of machne learning, e.g. deep neural networks</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung oder eines Portfolios nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en)Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam or "Portfolio" according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-34	<p>Optimization in machine learning and data analysis 1 (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen von Optimierungsmethoden für maschinelles Lernen und maschinelles Lernen in Algorithmen der Optimierung, insbesondere der diskreten Optimierung und Netzwerkoptimierung</p> <p>(en)                      The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand optimization methods for machine learning and machine learning in algorithms for optimization, in particular, discrete optimization and network optimization</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-33	<p>Risk and Extreme Value Theory (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen die grundlegenden Methoden der Schadenversicherungsmathematik einschließlich Tarifierung, Rückstellung und Schadenreservierung und können diese anwenden                      - kennen und verstehen die Grundlagen aus dem Bereich Ruintheorie und der Rückversicherungsmathematik sowie der Extremwerttheorie</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand the fundamental methods of non-life insurance mathematics including premium calculation, provisions tariffing and claim reservation and are ably to apply them                      - know and understand classical ruin theory, re-insurance and extreme value statistic</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en)Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-31	<p>Statistical and machine learning (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen die grundlegenden Ideen und Methoden im Bereich des maschinellen und statistischen Lernens                      - können diese Methoden analysieren, bewerten und praktisch Anwenden</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand the basic ideas and methods in machine and statistical learning                      - are able to analyze and evaluate these method and apply them to practical problems</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en)Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 7</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-54	<p>Introduction to Quantum Information Theory</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- acquainted with the basic objects, constructions, and mathematical theorems and their proofs of quantum information theory                      - obtain an understanding of the similarities of, and the fundamental differences between, classical information theory and quantum information theory                      - learn about applications of quantum information theory in quantum computing and communication.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>	<p><i>LP:</i> 6</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>



<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-60	<p>Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren                      - beherrschen die wesentlichen Grundlagen des Gebietes                      - können einzelne Methoden in einen größeren Zusammenhang einordnen</p> <p>- wird ergänzt</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture                      - understand the applied methods and are able to analyze these                      - master the foundations of the field                      - are able to them into a larger context</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

4. Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Biologie, Chemie und Pharmazie

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
CHE-STD2-69	<p>CM-B-4 Theoretische Biophysikalische Chemie</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden besitzen Kenntnisse moderner quantenchemischer Rechenverfahren. Sie sind mit den theoretischen Grundlagen zentraler Methoden vertraut und haben einen Überblick über die verschiedenen gängigen quanten-chemischen Methoden, ihre praktischen Implementierungen in wissenschaftlicher Software und ihre Anwendungsbereiche. Sie sind in der Lage, die Reichweite und Grenzen der verschiedenen Methoden selbstständig zu beurteilen und sind befähigt für eigene Forschungsprojekte geeignete Methoden auszuwählen und selbstständig quantenchemische Berechnungen durchzuführen, zu analysieren und zu bewerten.</p> <p>The students have aquired knowledge on modern methods of quantum chemistry. They are familiar with the foundations of important methods and possess an overview of commonly used quantum-chemical methods, their implementation in scientific software, and their use in chemistry. They are able to judge the applicability and the limits of different quantum-chemical methods and to use choose suitable methods for their own research projects, to perform quantum-chemical calculations and to analyse, evaluate, and assess their results.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Bearbeitung von Übungsaufgaben (SL, unbenotet) Experimentelle Arbeit (SL, benotet) Mündliche Prüfung+ nach BPO §5 (3) [Berücksichtigung SL Übungsaufgaben zu 20 % und SL experimentelle Arbeit zu 20 %]</p> <p>Solve coursework problems (unmarked) Practical work (marked) oral or written exam+ (20% of the coursework and 20% of the practical work mark are taken into account in the overall module mark)</p>	<p>LP: 8</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
CHE-STD2-68	<p>CM-B-3 Aufklärung und Modellierung biologischer Strukturen</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden sind mit modernen Methoden zur Modellierung der Struktur von Biomakromolekülen sowie zur Simulation von deren thermodynamischer Eigenschaften vertraut. Sie kennen empirische Kraftfeldmethoden, Methoden zur Durchführung von Molekulardynamik-Simulationen sowie moderne Multiskalen-Simulationen. Die Studierenden sind in der Lage, die Reichweite und Grenzen dieser Methoden zu bewerten, für eigene Forschungsprojekte geeignete Methoden auszuwählen und selbstständig Molekulardynamiksimulationen durchzuführen, zu analysieren und zu bewerten.</p> <p>The students are familiar with modern methods for modelling the structure of biomacromolecules and for simulating their thermodynamic properties. They know empirical force field methods, methods for performing molecular dynamics simulations, as well as modern multiscala simulation methods. The students are able to judge the applicability and the limitations of such methods, to choose suitable simulation methods for their own research projects and to perform, analyze, and evaluate molecular dynamics simulations.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Experimentelle Arbeit (SL, benotet) Mündliche Prüfung+ (PL) nach BPO §5 (3) [Berücksichtigung SL zu 30 %]</p> <p>Practical work (marked) oral or written exam+ (30% of the practical work mark are taken into account in the overall module mark)</p>	<p>LP: 8</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
BL-STD3-59	<p>(de) BB 31 Immunmetabolismus (BPO 2019) (en) BB 31 Immunmetabolism</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (de) Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bedeutung des Stoffwechsels von Immunzellen während einer Infektion/Inflammation zu erläutern.</li> <li>- moderne analytische Techniken wie Isotopen Markierung, Massenspektrometrie und metabolische Flussanalyse anzuwenden.</li> <li>- GC-MS Daten auszuwerten und zu interpretieren.</li> <li>- den Energiestoffwechsel mit Hilfe von Respirationsmessungen zu interpretieren.</li> <li>- Konzepte zu entwickeln um systembiologische Fragestellungen mit Hilfe von verschiedenen Methoden zu beantworten.</li> <li>- recherchierte wissenschaftliche Inhalte zu präsentieren und zu diskutieren.</li> <li>- sich inhaltlich kontrovers mit wissenschaftlichen Themen und Fragestellungen in einer Gruppendiskussion auseinanderzusetzen.</li> </ul> <p>(en) After completing the module, students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain the importance of the metabolism of immune cells during infection/inflammation</li> <li>- apply modern analytical techniques, such as isotope labelling, mass spectrometry and metabolic flux analysis - evaluate and interpret GC-MS data.</li> <li>- interpret the energy metabolism by means of respiration measurements.</li> <li>- develop concepts for solving systems biology problems with the help of different methods.</li> <li>- present and discuss scientific work</li> <li>- discuss controversial scientific topics and questions</li> </ul> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (de) Studienleistung: - Erfolgreiche Teilnahme am Seminar und Praktikum</p> <p>Prüfungsleistung: - Hausarbeit - Referat</p> <p>Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung.</p> <p>(en) Study performance: - Successful participation in the practical course and seminar</p> <p>Testing performance: - term paper - oral presentation</p> <p>The final grade corresponds to the grade achieved.</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-MI-84	<p>Netzwerkbiologie</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein Grundlegendes Verständnis der Graphentheorie und ihren Anwendungen bei der Auswertung biomedizinischer Daten. Sie können Werkzeuge der Netzwerkbiologie verwenden sowie Netzwerkanalysen fundiert bewerten und sind prinzipiell in der Lage neue Graph-basierte Methoden zur Auswertung biomedizinischer Daten zu entwickeln.</p> <p>(EN) After successful completion of this module, students will have a basic understanding of graph theory and its applications for the analysis of biomedical data. They will be able to use network biology tools and critically assess network analyses. They will be capable to devise new graph-based strategies for the analysis of biomedical data.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: 50% der Übungsaufgaben müssen bestanden sein</p> <p>(EN) 1 graded work: written exam, 90 minutes, or oral exam, 30 minutes 1 non-graded work: 50% of exercises must be passed</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
PHA-PC-13	<p>Einführung in die Chemometrik für Pharmaingenieure</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Kenntnis, Verständnis und Anwendung chemometrischer Verfahren mit Bezug zum Pharmaingenieurwesen. Kritische Bewertung der Leistungsfähigkeit chemometrischer Methoden in der Praxis. Knowledge, understanding and application of chemometric methods to pharmaceutical engineering. Critical evaluation of the performance of chemometric methods in practice.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> 1 Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 min) 1 Studienleistung: Im Praktikum erstellten Projektarbeit zur chemometrischen Datenanalyse</p> <p>1 exam: Oral exam (30 min) 1 Work required: Project report</p>	<p><i>LP:</i> 6</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
BL-STD3-10	<p>(de) BB 30 Systembiologie (BPO 2019) (en) BB 30 Applied Bioinformatics</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (de) Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die mathematischen Grundlagen zur Simulation biochemischer Netzwerke darzustellen.</li> <li>- die Bedeutung des Stoffwechsels in Bezug auf systembiologische Forschung zu erläutern.</li> <li>- Stoffwechselflüsse zu simulieren und in dem Kontext von Krebsmetabolismus kritisch zu bewerten.</li> <li>- GC-MS Daten auszuwerten und zu interpretieren.</li> <li>- die Bedeutung von interdisziplinäre Forschung zu erkennen.</li> </ul> <p>(en) After completing the module, students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explain, apply and program basic machine learning algorithms in python</li> <li>- Explain advantages and disadvantages of (un)supervised learning algorithms</li> <li>- Select a suitable learning algorithm for a given biological problem</li> <li>- Critically judge the results of classification algorithms</li> <li>- Develop a strategy to solve complex problems, e.g. by dividing the original problem in logical subproblems</li> </ul> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (de) Studienleistung: - Erfolgreiche Teilnahme an der Übung - Experimentelle Arbeit - Praktikumsprotokoll (1)</p> <p>Prüfungsleistung: - Klausur (ca. 200 min.)</p> <p>Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung.</p> <p>(en) Study performance: - Successful participation in the practical course and exercises - Experimental work - Protocols (1)</p> <p>Testing performance: - written exam (ca. 200 min.)</p> <p>The final grade corresponds to the grade achieved.</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
BL-STD3-08	<p>(de) BB 28 Angewandte Bioinformatik (BPO 2019) (en) BB 28 Applied Bioinformatics</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (de) Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende Algorithmen des maschinellen Lernens zu erklären, anzuwenden und in der Programmiersprache Python zu programmieren.</li> <li>- Vor- und Nachteile überwachter und nicht überwachter Lernverfahren darzustellen.</li> <li>- den passenden Lernalgorithmus für ein entsprechendes biologisches Problem auszuwählen.</li> <li>- Ergebnisse von Klassifizierungsverfahren kritisch zu bewerten.</li> <li>- eine Lösungsstrategie für komplexe Probleme zu entwickeln, zum Beispiel durch Unterteilen in logisch aufeinander folgende Teilprobleme.</li> </ul> <p>(en) After completing the module, students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain, apply and program basic machine learning algorithms in python</li> <li>- explain advantages and disadvantages of (un)supervised learning algorithms</li> <li>- select a suitable learning algorithm for a given biological problem</li> <li>- critically judge the results of classification algorithms</li> <li>- develop a strategy to solve complex problems, e.g. by dividing the original problem in logical subproblems.</li> </ul> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (de) Studienleistung: - Erfolgreiche Teilnahme an der Übung - Experimentelle Arbeit - Praktikumsprotokoll und Programmiercode zum Praktikum</p> <p>Prüfungsleistung: - Klausur (ca. 200 min.)</p> <p>Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung.</p> <p>(en) Study performance: - Successful participation in the practical course and exercises - Experimental work - Protocols (1) and programming code</p> <p>Testing performance: - written exam (ca. 200 min.)</p> <p>The final grade corresponds to the grade achieved.</p>	<p>LP: 10</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
BL-STD3-60	<p>BB 32 Comparable quantitative measurements and metabolomics biomarker signatures to predict case and control</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,                      - einfache Cross-over Interventionsstudien durchzuführen und Proben zu entnehmen                      - Metabolomanalysen in humanen Speichel- und Blutproben durchzuführen und massenspektrometrisch zu messen                      - die gemessenen Rohdaten bioinformatisch zu analysieren und daraus quantitative und semiquantitative Metabolitmengen abzuleiten                      - die Daten mit Algorithmen des maschinellen Lernens (logistische Regression, neuro-nale Netze) auf Biomarkersignaturen zu untersuchen                      - ausgewählte Biomarker Metabolite mit hoher Präzision und Reproduzierbarkeit zu messen                      - grundlegende Konzepte der Metrologie und Standardisierung anzuwenden                      - statistische Analysen in R durchzuführen.                      - die Bedeutung der Standardisierung für die Durchführung von Experimenten zu erkennen.                      - die Bedeutung des Konzepts von klinischen Cross-over Interventionsstudien für die Bewertung von Medikamenten zu verstehen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      Studienleistung:                      - Erfolgreiche Teilnahme am Seminar                      - Experimentelle Arbeit</p> <p>Prüfungsleistung:                      - Klausur (ca. 140 min.)                      Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung.</p>	<p><i>LP:</i> 7</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

5. Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Data Science in Engineering

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-SSE-52	<p>Fahrzeuginformatik (MPO 2020)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach Abschluss dieses Moduls kennen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen sowie geeignete Methoden und Werkzeuge für die Softwareentwicklung im Automobilbereich. Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Softwareentwicklungsmethoden eingebetteter Systeme sowie die Techniken zum Komplexitäts- und Qualitätsmanagement anzuwenden.</p> <p>(EN) After completing this module, students will know the essential fundamentals and suitable methods and tools for software development in the automotive sector. The students can apply basic software development methods of embedded systems and the techniques for complexity and quality management.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Portfolio 1 Studienleistung: es müssen alle Praktikumsaufgaben erfolgreich bearbeitet sein</p> <p>(EN) graded work: portfolio non-graded work: all practical tasks must have been successfully completed.</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 0</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
BAU-STD5-58	<p>Railway Timetabling &amp; Simulations</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (en) The students have a fundamental understanding of the models for the estimation of the operational capacity of railway networks. They are familiar with the possibilities and limits of analytical methods and simulations in railway operations research and can select the appropriate method for a given problem. They got practical experience in the use of computer-based scheduling systems and in testing of timetables with different simulation tools.</p> <p>(de) Die Studierenden besitzen ein Grundverständnis für die Modelle zur Bewertung der betrieblichen Kapazität von Eisenbahnnetzen. Sie sind mit den Möglichkeiten und Grenzen von analytischen Verfahren und Simulationsverfahren in der Eisenbahnbetriebswissenschaft vertraut und können für eine gegebene Fragestellung die geeignete Methode auswählen. Sie haben praktische Erfahrungen bei der Anwendung rechnergestützter Verfahren zur Fahrplankonstruktion und dem Testen von Fahrplänen mit unterschiedlichen Simulationsverfahren erworben.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (en) Examination: portfolio Study achievement: term paper (timetable data and simulation results)</p> <p>(de) Prüfungsleistung: Portfolio Studienleistung: Hausarbeit (Fahrplanerstellung und Simulationsergebnisse)</p>	<p>LP: 6</p> <p>Semester: 1</p>



<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MB-ISM-38	<p>Fundamentals of Turbulence Modeling</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden erwerben die Konzepte und Grundlagen der ingenieurwissenschaftlichen Turbulenzmodellierung. Die Studierenden lernen die zugrunde liegende Physik, die Annahmen und die Anwendung verschiedener Turbulenzmodelle kennen. Sie kennen die Annahmen, die zugrunde liegenden Gleichungen und die numerischen Algorithmen der einzelnen Methoden. Die Studierenden sind in der Lage, die Ergebnisse von Simulationen mit Skalenauflösung kritisch zu erklären und zu bewerten. Am Ende des Kurses sind die Studierenden in der Lage, Konzepte aus der Turbulenzmodellierung für die Lösung von Problemen im Bereich der Ingenieurwissenschaften anzuwenden.</p> <p>(E) Students acquire the concepts and fundamentals of engineering turbulence modeling. Students learn the underlying physics, assumptions and application of various turbulence models. They know the assumptions, governing equations, and the numerical algorithms of each methodology. Students are able to explain and evaluate the results of scale-resolution simulations in a critical way. At the end of the course, students will be able to use concepts from turbulence modeling for the solution of problems within the engineering field.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 bis 45 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 to 45 minutes</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
BAU-STD5-09	<p>Grundlagen des Küsteningenieurwesens</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(de)                      Nach Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden ein breites und solides Grundlagenwissen über die Mechanik der Wasserwellen und die hydrodynamischen Prozesse im Küstenraum, das sie in die Lage versetzt, die Belastungs-, Erosions- und Transportgrößen für die benötigten konstruktiven und funktionellen Planungen von Ingenieurmaßnahmen zu berechnen.                      Die Studierenden sind in der Lage, mit der linearen und nichtlinearen Theorie der Wasserwellen die gesamten welleninduzierten Strömungsgrößen zu berechnen und die damit verbundenen Einwirkungen auf Sedimente, Bauwerke und andere Hindernisse einzuschätzen. Durch die vermittelten Berechnungsgrundlagen zur Wellentransformation können die Studierenden die Auswirkungen der Sohle im flachen Wasser (Shoaling, Refraktion, Wellenbrechen) sowie von Bauwerken und anderen Hindernissen (Reflexion, Diffraktion) auf die Parameter (Höhe, Länge, Richtung) der Wellen und deren Stabilität (Brechkriterium) am vorgegebenen Planungsort berechnen.</p> <p>Anhand der erlernten Grundlagen zur Entstehung, Parametrisierung, mathematisch/statistischen Beschreibung und Vorhersage des Seegangs sind die Studierenden in der Lage, die Bemessungswellen für die funktionelle und konstruktive Planung zu bestimmen. Die Bemessungswasserstände können sie auf der Grundlage der erlangten Kenntnisse zur Entstehung und Vorhersage von Gezeiten an offenen Küsten und in Ästuaren sowie von Sturmfluten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten festlegen.</p> <p>Im Seminar werden die Studierenden in die Lage versetzt, wissenschaftlich zu recherchieren und Forschungsergebnisse aus aktuellen Publikationen angemessen darzustellen.</p> <p>(en)                      After successful completion of the module, students will have a broad and solid basic knowledge of the mechanics of water waves and hydrodynamic processes in the coastal area, which enables them to determine the load, erosion and transport parameters for the required constructive and functional planning of engineering measures. The students are able to use the linear and nonlinear theory of water waves to calculate the total wave induced current parameters and the associated effects on sediments, structures and other obstacles. By the mediated calculation basics for wave transformation the students can calculate the effects of the bottom in shallow water (shoaling, refraction, wave breaking) as well as of buildings and other obstacles (reflection, diffraction) on the parameters (height, length, direction) of the waves and their stability (refraction criterion) at the given planning location. On the basis of the acquired basics of the origin, parameterization, mathematical/statistical description and prediction of the sea state, the students are able to determine the design waves for the functional and constructive planning. They can determine the design water levels on the basis of the acquired knowledge on the formation and prediction of tides on open coasts and in estuaries as well as of storm surges on the German North Sea and Baltic Sea coasts. In the seminar, students are enabled to conduct scientific research and to present research results from current publications in an appropriate manner.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(de)                      Prüfungsleistung: Klausur (90 Min.)                      Studienleistung: Referat (20 Min.)                      Es besteht eine Anwesenheitspflicht im Vortragsseminar</p> <p>(en)                      Examination: Written exam (90 min.)                      Study achievement: Presentation (20 min.)                      There is an attendance obligation in the presentation seminar.</p>	<p>LP: 6</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
BAU-STD5-47	<p>Introduction to Finite Element Methods</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>            (en) The students know mathematical models for solid bodies and structures in engineering, especially formulations for beam, plane and volume structures. They are able to create finite element models and apply adequate solution methods.</p> <p>(de) Die Studierenden kennen mathematische Modelle für Festkörper und Strukturen des Ingenieurwesens, insbesondere Formulierungen für Stab-, Flächen- und Volumentragwerke. Sie sind in der Lage, Finite-Element-Modelle aufzustellen und geeignete Lösungsverfahren anzuwenden.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>            (de) Prüfungsleistung: Klausur (90 Min.) oder mündl. Prüfung (30 Min.) Studienleistung: Bestehen der Hausübungen            (en) Examination: written exam (90 min) or oral exam (30 min) course activity: pass of homework</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 2</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
GEA-UA-13	<p>Ökologische Modellierung (WS 2014/15)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>            (de)            Die Studierenden kennen die zentralen Methoden der Verbreitungsmodellierung aus den Bereichen Statistik und machine learning. Sie kennen zudem die wichtigsten Ansätze zur Erstellung von Populationsmodellen. Sie können beide Modellierungsmethoden zur Bearbeitung von geoökologischen und naturschutzbiologischen Fragestellungen verwenden und kennen die Vor- und Nachteile dieser Ansätze. Sie können Daten und Modelle visualisieren und interpretieren sowie zugrundeliegende Annahmen überprüfen und Parametersensitivitäten abschätzen.</p> <p>(en)            After successful completion of the module, students have knowledge of the key - statistical and machine learning - methods of species distribution modelling. They also have knowledge of the most important approaches to population dynamic modelling. The students are able to apply both modelling methods for dealing with geoecological and conservation biological questions and they know the advantages and disadvantages of these methods. They are capable to visualise and interpret data and models and to check underlying assumptions as well as to evaluate parameter sensitivities.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>            (de)            Prüfungsleistung: Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen</p> <p>(en)            Examination: Generation and documentation of computer programs</p>	<p><i>LP:</i> 6</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MB-ISM-41	<p>Grundlegende Messmethoden in der Strömungsmechanik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden sind in der Lage, mechanische, elektrische und optische Messmethoden zur Bestimmung von strömungsmechanischen Größen wie Druck, Dichte, Geschwindigkeit, Temperatur und Wandschubspannung zu erklären. Neben dem Funktionsprinzip und der Genauigkeit der einzelnen Messverfahren können die Studierenden auch deren Möglichkeiten und Grenzen bewerten und Methoden benutzen, diese zu erweitern und zu verbessern. Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Messtechniken in der begleitenden Laborveranstaltung praktisch anzuwenden.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students are able to explain mechanical, electrical and optical measurement techniques to determine fluid mechanical quantities like pressure, density, velocity, temperature and shear stress. Beyond the basic principle and the accuracy of the different measurement techniques, the students can evaluate the limitations of the techniques and use methods to improve and expand them. The students are able to apply selected measurement techniques in the laboratory course.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 120 minutes or oral exam, 30 minutes</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
BAU-STD5-86	<p>Deep Learning in Remote Sensing</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (en) Upon completion of this module, the students will be able to understand basic principles and applications of deep learning and to apply them on Remote Sensing as well as similar problems.</p> <p>(de) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden die Fähigkeit, die Grundprinzipien und Anwendungen des Deep Learning und können sie sowohl auf die Fernerkundung als auch auf ähnliche Probleme anwenden.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Portfolio</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
BAU-STD5-87	<p>Machine Learning</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (en) Upon completion of this module, the students will be able to understand basic principles and applications of machine learning and to apply them on practical examples.</p> <p>(de) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden die Fähigkeit, die Grundprinzipien und Anwendungen des Machineless Lernen und können sie sowohl auf die Fernerkundung als auch auf praktische Anwendungsbeispiele anzuwenden.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Portfolio</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
BAU-STD5-69	<p>Datengetriebene Material Modellierung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Students are able to develop material models with machine learning methods and to implement such models into a simulation environment. They are aware of the importance of thermodynamics for material modeling. Moreover, students will be able to evaluate whether the use of data-driven methods is appropriate for a given model problem.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Examination: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes). Course Achievement: Term paper</p>	<p><i>LP:</i> 6</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

6. Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Medizin

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-MI-80	<p>Assistierende Gesundheitstechnologien A (MPO 2017)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden AGT-Techniken benennen und die ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekte erklären. Darüber hinaus können die Studierenden Methoden und Werkzeuge zum Aufbau von AGT-Systemen anwenden.</p> <p>(EN) Passing this module, the students are able to name different health enabling technologies (HET) and explain their ethical, regulatory and social aspects. The students can use methods and tools to build HET systems.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Portfolio</p> <p>(EN) graded work: written exam, 90 minutes, or oral exam, 30 minutes, or Portfolio</p>	<p><i>LP:</i> 6</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-MI-81	<p>Assistierende Gesundheitstechnologien B (MPO 2017)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden Assistierende Gesundheitstechnologien darstellen und vergleichend bewerten. Dazu gehört die Kenntnis und sichere Beherrschung von Werkzeugen und Anwendungen von Assistierenden Gesundheitstechnologien und deren zugrundeliegenden wissenschaftliche Methoden und Forschungen. Darüber hinaus können Studierende aktuelle Werkzeuge der Assistierenden Gesundheitstechnologien auf Ihre Praxistauglichkeit bewerten und deren Einsatz bei neu entwickelten Anwendungsszenarien planen und umsetzen. Dies beinhaltet auch das selbstständige Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten mit gesundheitsrelevanter Sensorik.</p> <p>(EN) Passing this module, the students can explain and compare health enabling technologies (HET). This includes knowledge and practical use of HET applications, and its underlying scientific foundation. The students are able to build HET systems using recent technologies and can plan, conduct, and analyze experiments to evaluate HET technologies.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Portfolio</p> <p>(EN) graded work: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes) or Portfolio</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-MI-76	<p>Biomedizinische Signal- und Bildanalyse</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, digitale Bilder und Signale des menschlichen Körpers zu klassifizieren und zu vergleichen. Auch können sie lineare und nichtlineare Filter unterscheiden und vergleichen sowie EKG Signale analysieren und deren Komponenten bestimmen. Zudem sind sie befähigt, Biomedizinische Bilder zu segmentieren, zu klassifizieren und zu quantifizieren sowie modellbasierte Verfahren der Bildanalyse anzuwenden und zu beurteilen.</p> <p>(EN) Passing this module, the students can classify and compare different methodologies for medical signal and image acquisition. They can differ and compare linear with non-linear filtering and analyze electrocardiography (ECG) data into their components. They can segment medical images in two and three dimensions and are able to apply model-based approaches for image and signal analytics.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder experimentelle Arbeit oder Portfolio</p> <p>(EN) graded work: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes) or experimental work or Portfolio</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-MI-74	<p>Unfallinformatik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Studierenden können die Technische Unfallforschung nach Zielen und Vorgehensweisen beschreiben und interpretieren. Sie sind in der Lage, Unfallinformatik zu definieren und ihre Komponenten zu benennen und zu verstehen. Darüber hinaus besitzen sie die Fähigkeit, IT-Systeme im Bereich der Unfallforschung, deren Datenformate und Übertragungsprotokolle zu klassifizieren sowie wissenschaftliche Experimente in der Unfallforschung zu konstruieren.</p> <p>(EN) Passing this module, the students can define the goals and perform a technical analysis of traffic accidents. They understand accident and emergency informatics on a more general level, and know the components of this novel field of research. They can use IT systems for accident research and build systems using appropriate data formats, standards, and protocols. Furthermore, they can construct scientific experiments in the field of accident and emergency informatics.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Portfolio</p> <p>(EN) graded work: written exam (90 minutes) or Portfolio</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-MI-73	<p>Medizinisch-methodologisches Vertiefungsfach 2 (MPO 2017)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Studierenden erlangen ein tiefgreifendes Verständnis für methodische Aspekte der Medizin in der Medizinischen Informatik. Sie planen klinische Studien, werten diese aus und bewerten diese. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die Systematik von Forschungsprojekten der angewandten Informatik im medizinischen Umfeld einzuschätzen und zu bewerten. Sie können die Methoden der medizinischen Statistik anwenden und beurteilen sowie spezifische IT-Werkzeuge der medizinischen Statistik anwenden und vergleichen.</p> <p>(EN) Passing this module, the students have earned a fundamental understanding of the methodological aspects of medical informatics. They can plan and conduct clinical trials and apply appropriate statistics to evaluate the recorded data. They can assess the systematics of scientific research in the broad biomedical field of applied computer science. They can compare IT tools for medical statistics and significance tests.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Portfolio</p> <p>(EN) graded work: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes) or Portfolio</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-MI-72	<p>Medizinisch-methodologisches Vertiefungsfach 1 (MPO 2017)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Studierenden erlangen ein tiefgreifendes Verständnis für methodische Aspekte der Medizin in der Medizinischen Informatik. Sie lernen wissenschaftliche Studien systematisch zu planen und durchzuführen, sie entwickeln Forschungsprojekte der angewandten Informatik im medizinischen Umfeld, sie wenden spezifische IT-Werkzeuge der medizinischen Informatik in der biomedizinischen Forschung an und beurteilen diese. Sie können Datenschutzerfordernungen bei der elektronischen Verarbeitung von personenbezogenen Gesundheitsdaten in Deutschland erklären.</p> <p>(EN) Passing this module, the students develop a fundamental understanding for methodological aspects of medical informatics. They can plan and conduct scientific studies and can develop novel research projects in the field of electronic health. The students can use, compare, and evaluate specific IT tools in medical informatics. They know about data privacy and security issues for medical data in Europe.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen oder Portfolioprüfung</p> <p>(EN) graded work: oral exam (30 minutes) or development and documentation of computer programs or Portfolio</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>



<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-MI-88	<p>Ausgewählte Themen der Repräsentation und Analyse medizinischer Daten (MPO 2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(DE) Die Studierenden kennen aktuelle Themen der Repräsentation und der Analyse medizinischer Daten und können diese vergleichen. Sie können die Datenmodelle und Verarbeitungsmethoden erläutern und implementieren. Sie können Qualitätskriterien benennen und Verfahren evaluieren.</p> <p>(EN) The students can recall recent trends and technologies to represent and analyze medical data. They are able to compare approaches and report their key characteristics resp. differences. They can construct tools and scientific methodologies for data modelling and analytics. The students recognize quality criteria and can recommend specific approaches.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(DE)1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Portfolioprüfung(EN)graded work: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes) or Portfolio</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

7. Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Signal and Image Processing

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
ET-NT-65	<p>Netzwerk-Informationstheorie</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden kennen die Bausteine komplexer Kommunikationsnetzwerke, d. h. den Mehrfachzugriffskanal, den Broadcastkanal, den Relaiskanal und den Interferenzkanal, deren erreichbare Raten- oder Kapazitätsregionen sowie zugehörige Codierungs- und Decodierungsverfahren. Sie erwerben das Wissen zum Systementwurf von zukünftigen Mobilfunk- und Multihop-Systemen sowie Ad-hoc-Netzwerken. Sie verfügen über informationstheoretische und mathematische Werkzeuge zum Beweisen von Codierungstheoremen. Die Studenten kennen sowohl den Stand der Technik als auch die offenen Probleme der Netzwerk-Informationstheorie.</p> <p>After completing the lecture, the students will know the building blocks of complex communications networks, i.e., the multiple-access channel, the broadcast channel, the relay channel and the interference channel, their achievable rates and capacity regions including coding and decoding schemes. In addition, the students obtain knowledge to design future wireless and multi-hop as well as ad-hoc networks. They master information-theoretic and mathematical tools to prove coding theorems. They know the state of the art as well as open problems in network information theory.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) Prüfungsleistung: Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten (EN) Examination: Written exam 90 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p>LP: 6</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
PHY-AP-50	<p>Deep Learning for imaging in nano and quantum science</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> - Students are confident with imaging techniques in nano and quantum science. They can, in applying two special experimental methods i. e. transmission electron microscopy (TEM) and scanning probe methods (SPM), take pictures and basically understand how properties about the investigated system can be derived. - The students can apply methods of Data Science using Python to problems in experimental physics. - They know how to transform images or convert it into other data formats using libraries in Python. - The students understand how Deep Learning can be used to evaluate images obtained by TEM and SPM methods. They are capable to apply artificial neural networks to a (limited) set of images. - They are capable to test and debug such Python programs.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Project with presentation</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-MI-76	<p>Biomedizinische Signal- und Bildanalyse</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, digitale Bilder und Signale des menschlichen Körpers zu klassifizieren und zu vergleichen. Auch können sie lineare und nichtlineare Filter unterscheiden und vergleichen sowie EKG Signale analysieren und deren Komponenten bestimmen. Zudem sind sie befähigt, Biomedizinische Bilder zu segmentieren, zu klassifizieren und zu quantifizieren sowie modellbasierte Verfahren der Bildanalyse anzuwenden und zu beurteilen.</p> <p>(EN) Passing this module, the students can classify and compare different methodologies for medical signal and image acquisition. They can differ and compare linear with non-linear filtering and analyze electrocardiography (ECG) data into their components. They can segment medical images in two and three dimensions and are able to apply model-based approaches for image and signal analytics.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder experimentelle Arbeit oder Portfolio</p> <p>(EN) graded work: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes) or experimental work or Portfolio</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
ET-NT-77	<p>Digitale Signalverarbeitung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach Abschluss dieses Moduls verstehen die Studierenden die grundlegenden Werkzeuge der Digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich und können sie auf entsprechende Problemstellungen anwenden. Die Studierenden kennen die Rolle verschiedener Transformationen, wie die diskrete Fourier-Transformation und die z-Transformation, und können diese anwenden, um zeitdiskrete Systeme zu analysieren. Sie erwerben das Wissen zu Verfahren für den Entwurf von rekursiven IIR- und nicht-rekursiven FIR-Filtern und können zielgerichtet für eine Aufgabenstellung die richtige Entwurfsmethode auswählen. Im Rahmen der Rechnerübung und im zugehörigen Kolloquium wird das vermittelte Wissen von den Studierenden angewendet, zudem erwerben sie überfachliche Qualifikationen im Bezug auf Dokumentation, Gesprächsführung und Präsentationstechniken sowie die Teamarbeit im Labor oder Projekt.</p> <p>(EN) After completing this module, students will understand the basic tools of Digital Signal Processing in the time domain and frequency domain and can apply these tools to corresponding problems. Students are familiar with and understand the role of various transformations, such as the discrete Fourier transform and the z-transform, and can apply them to analyze discrete-time systems. They will obtain the knowledge of methods for the design of recursive IIR and non-recursive FIR filters, and are capable of selecting the appropriate design method for a given problem. As part of the computer exercise and the associated colloquium, students apply their knowledge. In addition, they obtain interdisciplinary skills with regard to documentation, interviewing and presentation techniques, as well as teamwork in the lab or project.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE)Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten Studienleistung: Kolloquium oder Protokoll des Labors als Leistungsnachweis (EN) Examination: written exam 120 minutes or oral exam 30 minutes Course achievement: protocol to the laboratory experiments</p>	<p>LP: 8</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
ET-NT-76	<p>Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (DE) Nach Abschluss dieses Moduls verstehen die Studierenden die grundlegenden Werkzeuge der Digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich und können sie auf entsprechende Problemstellungen anwenden. Die Studierenden kennen die Rolle verschiedener Transformationen, wie die diskrete Fourier-Transformation und die z-Transformation, und können diese anwenden, um zeitdiskrete Systeme zu analysieren. Sie erwerben das Wissen zu Verfahren für den Entwurf von rekursiven IIR- und nicht-rekursiven FIR-Filtern und können zielgerichtet für eine Aufgabenstellung die richtige Entwurfsmethode auswählen.</p> <p>(EN) After completing this module, students will understand the basic tools of Digital Signal Processing in the time domain and frequency domain and can apply these tools to corresponding problems. Students are familiar with and understand the role of various transformations, such as the discrete Fourier transform and the z-transform, and can apply them to analyze discrete-time systems. They will obtain the knowledge of methods for the design of recursive IIR and non-recursive FIR filters, and are capable of selecting the appropriate design method for a given problem.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (DE)Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten                      (EN)Examination: Written exam, 120 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-CG-33	<p>Computer Vision und Machine Learning</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (DE)                      Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis zur Entwicklung komplexer Computer Vision-Anwendungen. Sie sind in der Lage Probleme aus der Computer Vision zu durchdringen und geeignete Lösungen zu entwerfen und praktisch zu implementieren.</p> <p>(EN)                      Upon successful completion of this module, students will have a basic understanding of how to develop complex computer vision applications. They are able to analyze computer vision problems and to design and implement appropriate solutions.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (DE)                      1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten                      1 Studienleistung: 50% der Übungsaufgaben müssen bestanden sein</p> <p>(EN)                      1 exam: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes                      1 study achievement: 50% of the exercises must be passed</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
MAT-STD7-32	<p>Information Theory and Signal Processing (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen die optimale Kodierung zufälliger Datenquellen                      - kennen und verstehen die Berechnung optimaler Kodierungen mit Hilfe der Entropierate des zugehörigen stochastischen Prozesses als zentrale Größe</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand the optimal coding of random data sources                      - know and understand the calculation of optimal codings with the help of the entropy rate of the associated stochastic process as a central variable</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
MAT-STD7-30	<p>Mathematical Image Processing (2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (de) Die Studierenden                      - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung                      - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden                      - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</p> <p>- kennen und verstehen die Charakterisierung der Qualität eines Bildes durch mathematische Größen                      - kennen und verstehen die wichtigsten Grundaufgaben der Bildverarbeitung und verschiedene Methoden zu deren Lösung</p> <p>(en) The students                      - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture                      - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods                      - are able to analyze and apply the methods of the lecture</p> <p>- know and understand the characterization of the quality of an image through mathematical quantities                      - know and understand the most important basic tasks in image processing and various methods of solving them</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p> <p>(en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiners specifications.</p> <p>Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiners specifications.</p> <p>The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.</p>	<p><i>LP:</i> 10</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
ET-NT-68	<p>Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Zeitreihen (am Beispiel von Sprachsignalen) mittels Hidden-Markoff-Modellierung zu klassifizieren. Die Studierenden erlangen alle notwendigen Kenntnisse, um Methoden und Algorithmen zur automatischen Spracherkennung für Probleme der Praxis geeignet auszuwählen, zu entwerfen und zu bewerten.</p> <p>(EN) After successful completion of the module, students will be able to classify time series (e.g., speech signals) using hidden Markov modeling. The students acquire all the necessary knowledge to suitably select, design, and evaluate methods and algorithms for automatic speech recognition to solve problems in practice.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 90 Minuten (nach Teilnehmerzahl)</p> <p>(EN) Examination: Oral exam 30 minutes or written exam 90 minutes (depending on number of participants)</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
BAU-STD5-86	<p>Deep Learning in Remote Sensing</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (en) Upon completion of this module, the students will be able to understand basic principles and applications of deep learning and to apply them on Remote Sensing as well as similar problems.</p> <p>(de) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden die Fähigkeit, die Grundprinzipien und Anwendungen des Deep Learning und können sie sowohl auf die Fernerkundung als auch auf ähnliche Probleme anwenden.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Portfolio</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
BAU-STD5-87	<p>Machine Learning</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (en) Upon completion of this module, the students will be able to understand basic principles and applications of machine learning and to apply them on practical examples.</p> <p>(de) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden die Fähigkeit, die Grundprinzipien und Anwendungen des Machineless Lernen und können sie sowohl auf die Fernerkundung als auch auf praktische Anwendungsbeispiele anzuwenden.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Portfolio</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

## 8. Data Science in Anwendungen [15 LP] - Projektarbeit

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-STD-98	<p>Projektarbeit Data Science (MPO 2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Projektarbeit kann der Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen. Die Studierenden können systematische wissenschaftliche Methoden zur Lösung einer komplexen Aufgabe im Bereich Data Science anwenden. Sie sind in der Lage die Bearbeitung eigenständig zu planen und die Zeitaufwände abzuschätzen. Sie können eigenständig die Fortschrittskontrolle und Qualitätssicherung z.B. anhand von selbstgesetzten Meilensteinen übernehmen.</p> <p>(EN) The project thesis can serve as preparation for the master's thesis. The students are able to use scientific methods systematically to solve a complex task in the area of data science. They are able to plan the work independently and estimate the work time required. They are able to carry out the project controlling and quality assurance e.g. using milestones which they have set for themselves.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Software-/Programmentwicklung und ggf. Bericht zu einem Data Science Projekt</p> <p>(EN) graded work: software/program development, if applicable, report on a data science project.</p>	<p>LP: 15</p> <p>Semester: 1</p>



### 9. Schlüsselqualifikationen und Ethik [5-15 LP]

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-STD2-01	<p>Schlüsselqualifikationen</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (DE)Übergeordneter Bezug/ Einbettung des Studienfaches                      Die Studierenden werden befähigt, ihr Studienfach in gesellschaftliche, historische, rechtliche oder berufsorientierte Bezüge einzuordnen (je nach Schwerpunkt der Veranstaltung). Sie sind in der Lage, übergeordnete, fachliche Verbindungen und deren Bedeutung zu erkennen, zu analysieren und zu bewerten. Die Studenten erwerben einen Einblick in Vernetzungsmöglichkeiten des Studienfaches und Anwendungsbezüge ihres Studienfaches im Berufsleben.</p> <p>(EN)                      Superordinate reference/ embedding of the field of study                      Students will be able to classify their field of study in societal, historical, legal or professionally oriented references (depending on the focus of the course). They are able to recognize, analyze and evaluate higher-level, subject-related connections and their significance. The students acquire an insight into the networking possibilities of the field of study and application references of their field of study in professional life.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (DE)Für die gewählten Lehrveranstaltungen/Module wird ein aktiver Leistungsnachweis gefordert (z.B. Klausur, Hausarbeit, Referat, Protokoll). Ein Teilnahmechein ist nicht ausreichend. Die Art der Studienleistung ist modul- bzw. lehrveranstaltungsabhängig.</p> <p>(EN)An active performance record is required for the selected courses/modules (e.g. written examination, term paper, presentation, minutes). A certificate of attendance is not sufficient. The type of academic achievement depends on the module or course.</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-SSE-54	<p>Data Privacy &amp; Data Governance</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i>                      (DE)                      Die Studierenden verstehen die Unterschiede zwischen den beiden wichtigsten Rechtssystemen (Rechtsprechung vs. Common Law) in der EU. Sie kennen unterschiedliche Quellen für rechtliche Regelungen. Die Studierenden sind in der Lage, betriebliche Datenschutzbestimmungen und Geschäftsmodelle in Bezug auf die gesetzlichen Bestimmungen einzuschätzen.</p> <p>(EN)                      The students understand the differences between the two main legal systems (case law vs. common law) in the EU.                      They know different sources of legal knowledge.                      The students are able to assess company privacy regulations and business models in relation to the legal provisions.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i>                      (DE)                      1 Prüfungsleistung: Klausur, 60 Minuten, oder mündliche Prüfung, 20 Minuten, oder Hausarbeit oder Portfolio</p> <p>(EN)                      graded work:                      written exam, 60 minutes, or oral exam, 20 minutes, or term paper or Portfolio</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-STD2-03	<p>Scientific Presentation and Writing</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Studierenden lernen die Prinzipien der wissenschaftlichen mündlichen und schriftlichen Präsentation kennen und erfahren, wie sie ihr Reden entsprechend dem Publikum und ihr Schreiben für eine erfolgreiche Veröffentlichung verbessern können. Sie werden in die Lage versetzt, bestehende Visualisierungen richtig zu kritisieren und neue Visualisierungen zu erstellen, die effektiv, effizient und angemessen sind. Sie werden auch lernen, wie man einen Vortrag richtig strukturiert, wie man geeignete visuelle Hilfsmittel ("Präsentationen") vorbereitet und wie sich mündliche Präsentationen von schriftlichen Texten unterscheiden.</p> <p>(EN) Students will learn the principles of scientific oral and written presentation and how to improve their talking according to the audience and their writing for successful publishing. They will be enabled to properly criticize existing visualizations and create new visualizations that are effective, efficient, and appropriate. They will also learn how to properly structure a talk, how to prepare adequate visual aids (presentations), and how oral presentations are different from written text.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Studienleistung: Referat mit Ausarbeitung zu einem Forschungsthema</p> <p>(EN) 1 non-graded coursework: Presentation and elaboration (short article) on a research topic</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
GE-Phil-44	<p>Ethics and Epistemology</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> The course: - provides a philosophical framework and moral compass for guiding the judgement of students regarding data science and its applications (artificial intelligence, robotics, etc.). - aims to develop communication skills, social and civic competences, - reassures students on the limits of machines, machinery settings, and machine ethics, - strengthens personal development in the light of digit(al)ization and related claims of social change.</p> <p>The students will be able to recognize and interpret social and technical problems in technology and information processing based in classical and recent position in theoretical and practical philosophy. They will be able to interpret these problems ethically and support their position with arguments from machine ethics.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> 1 graded examination (Prüfungsleistung): written exam, 120 minutes und 1 non graded examination (Studienleistung): Protokoll, 2 pages</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

10. Masterarbeit [30 LP]

<b>Modulnummer</b>	<b>Modul</b>	
INF-STD-97	<p>Masterarbeit Data Science (MPO 2021)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Die Studierenden sind in der Lage innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus dem Bereich Data Science selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.</p> <p>Dabei sind vor allem folgende Punkte wichtig:                      - Sie können sich selbstständig in die Thematik der Arbeit einarbeiten.                      - Sie können eine für Data Science relevante Fragestellung mit wissenschaftlichen Methoden systematisch bearbeiten.                      - Sie sind in der Lage die Vorgehensweise und der Ergebnisse in Form einer Ausarbeitung darzustellen.                      - Sie können die wesentlichen Ergebnisse in verständlicher Form präsentieren.                      - Sie sind in der Lage Literatur zu recherchieren und die Arbeit in einen Kontext einzuordnen.</p> <p>(EN) The students are able to work on a problem in the field of data science independently using scientific methods within a given time period.</p> <p>The following points are particularly important:                      - The student can familiarize themselves with the topic of the work independently.                      - They can systematically work on a research problem relevant to data science using scientific methods.                      - They are able to present the methods and the results in the form of an report.                      - They present the main results in an understandable form in a presentation.                      - They able to research literature and put their work into context.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Schriftliche Ausarbeitung (Abschlussarbeit)Der Vortrag kann gemäß § 5 Absatz 8 mit bis zu 3 von 30 Leistungspunkten in die Bewertung eingehen.</p> <p>(EN) graded work: Written thesis (final thesis) The presentation can be included in the evaluation with up to 3 of 30 credit points according to § 5 paragraph 8.</p>	<p><i>LP:</i> 30</p> <p><i>Semester:</i> 4</p>