

MODULKATALOG

für den Masterstudiengang

BIOMEDIZINISCHE DATENWISSENSCHAFT



Gültig ab SoSe 2026

Abkürzungsverzeichnis

bOL betreutes Online-Lernen

LP Leistungspunkte

P Praktikum

PGA Projekt-/Gruppenarbeit

S Seminar/Webinar

R Repetitorium

V (Online-)Vorlesung

Einführung in die Datenwissenschaft <i>(Introduction to Data Science)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 01		
Semesterlage	Wintersemester			
Angebotsturnus	jährlich			
Dauer	11 Wochen			
Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Zacharias			
Ansprechpartner/in	Prof. Dr. H. Zacharias			
Dozent/innen	Galardini, M., Lauber, C., Marschollek, M., Oeltze-Jafra, S., Schenk, A., Wolf, K.-H., Zacharias, H.			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Einführung in die Datenwissenschaft“ / 11 Lehrstunden bOL (Ü) „Einführung in die Datenwissenschaft“ / 22 Lehrstunden bOL (R) „Einführung in die Datenwissenschaft“ / 11 Lehrstunden S „Einführung in die Datenwissenschaft“ / 12 Lehrstunden bOL (PGA) „Einführung in die Datenwissenschaft“ / 44 Lehrstunden			
Leistungspunkte	5 LP			
Präsenzstudium / Selbststudium	58 Stunden / 92 Stunden			
Art des Praktikums	Betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit)			
Lehrformate	Online-Vorlesung, betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit), Seminar an Präsenztagen			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 24			
Sprache	deutsch			
Voraussetzungen/ Empfohlene Vorkenntnisse	Voraussetzung für die Teilnahme an diesem Modul ist die Anwesenheit bei der Einführungsveranstaltung am ersten Studentag.			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	-			
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck				
<p>Das einführende Modul gibt einen umfassenden Überblick über die Datenwissenschaft. An konkreten Beispielen verdeutlicht das Modul die unterschiedlichen Anwendungsbereiche.</p> <p>Die Studierenden können die Prinzipien eines typischen datenwissenschaftlichen Prozesses wiedergeben. Sie können unterschiedliche Anwendungsbereiche benennen und an einem Beispiel verdeutlichen. Sie kennen grundlegende Methoden und Werkzeuge unterschiedlicher Disziplinen.</p>				
Kompetenzen				
<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, den für Datenwissenschaften typischen Prozess selbstständig auf reale Daten anzuwenden und die Qualität von Daten zu beurteilen. Sie verfügen über die Formulierungsfähigkeit wissenschaftlicher Fragen auf der Basis der vorliegenden Daten.</p> <p>Sie verfügen über die Methoden- und Handlungskompetenz verschiedene Daten explorativ zu analysieren, Datenmodelle zu generieren und zu validieren. Sie können den Erkenntnisgewinn kritisch hinterfragen und anschaulich darstellen.</p>				

Online-Vorlesung

Die Vorlesung vermittelt

- den Prozess der Datenwissenschaften,
- wie heterogene Datenquellen interdisziplinär erschlossen und die Datenrepräsentation und Datenqualität beurteilt werden,
- wie wissenschaftliche Fragen auf der Basis von Daten formuliert werden,
- wie eine explorative Datenanalyse durchgeführt wird,
- wie große Datenbestände analysiert werden (modellbasiert)
- wie Ergebnisse visualisiert und kritisch evaluiert werden
- wie Werkzeuge zur Datenanalyse verwendet werden.

Literatur:

Skript

Seminar / Betreutes Online-Lernen

Inhalte:

Untersuchung realer Datensätze mit verschiedenen Werkzeugen zur Verfestigung der in der Vorlesung vermittelten Inhalte. Die Studenten lernen Datensätze aufzubereiten und mit unterschiedlichen Werkzeugen zu verarbeiten, die Methoden zu realisieren, die die Vorlesung vermittelt.

Literatur:

- [1] James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R., 2019. An Introduction to Statistical Learning, Springer Texts in Statistics. Springer New York, New York, NY. <https://www.statlearning.com/>
- [2] Shah, C.: A Hand-On Introduction to Data Science. Cambridge University Press.
- [3] Hoyt, R.E., Muenchen, R.A.: Introduction to Biomedical Data Science, 2019, Informatics Education.

Imaging biologischer Systeme <i>(Imaging of biological systems)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 02		
Semesterlage	Wintersemester			
Angebotsturnus	jährlich			
Dauer	11 Wochen			
Verantwortliche/r	Dr. Martin Meier			
Ansprechpartner/in	Dr. Martin Meier			
Dozent/innen	Bergen, C., Heß, A., Lienenklaus, S., Meier, M.			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Imaging methods in complementary medicine“ / 11 Lehrstunden bOL (Ü) „Imaging methods in complementary medicine“ / 11 Lehrstunden S „Imaging methods in complementary medicine“ / 11 Lehrstunden bOL (PGA) „Imaging methods in complementary medicine“ / 11 Lehrstunden P „Ausgewählte Beispiel präklinischer Bildgebung“ / 38 Lehrstunden			
Leistungspunkte	5 LP Dieses Modul kann für Personen mit abgeschlossenem Medizinstudium angerechnet werden.			
Präsenzstudium / Selbststudium	73 Stunden / 77 Stunden			
Art des Praktikums	Fortgeschrittenenpraktikum			
Lehrformate	Vorlesung, Seminar, Praktikum, betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit)			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 12			
Sprache	Deutsch / Englisch			
Voraussetzungen/ Empfohlene Vorkenntnisse	Voraussetzung für die Teilnahme an diesem Modul ist die Anwesenheit bei der Einführungsveranstaltung am ersten Studentag. Zellbiologie, Physiologie			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	Regelmäßige Teilnahme am Praktikum, Praktikumsprotokoll			
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck Die Studierenden lernen verschiedenartige Problemstellungen und Anwendungsszenarien der Biomedizinischen Bildgebung in der Medizin kennen. Sie erlernen analytisch-konzeptionelle Methoden und können diese auf Grundlage der erlernten Messprinzipien von bildgebenden Verfahren anwenden.				
Kompetenzen Die Studierenden kennen die aktuellen Verfahren und Anwendungsgebiete der präklinischen Bildgebung. Sie verstehen die dazu nötige Bildaufnahmetechnik und ihre technischen und physikalischen Grundlagen sowie die Entstehung oder Konstruktion der Bilder. Des Weiteren verstehen die Studierenden die Anwendung der verschiedenen Bildgebungssysteme aus medizinischer Sicht. Die Studierenden kennen die Besonderheiten verschiedener Bildgebungsverfahren und können aufgrund der erworbenen Methodenkompetenz ein geeignetes Verfahren auswählen und anwenden.				

Vorlesung, Seminar, betreutes Online-Lernen

Inhalte:

In erster Linie soll ein breites Grundlagen- und Methodenwissen im Bereich der präklinischen Bildgebung/biomedizinischen Bildgebung vermittelt werden. Die Teilnehmer/innen werden darauf vorbereitet, sich rasch und flexibel in die verschiedenartigen Problemstellungen der Biomedizinischen Bildgebung einzuarbeiten. Kombiniert werden diese biophysikalischen Kompetenzen mit dem notwendigen medizinischen Grundlagenwissen.

Vermittlung von

- Grundbegriffen und Grundlagen der Biophysik: Überblick, Physik der Interaktion zwischen Energie und Gewebe, EM-Felder, Ultraschall; Magnetismus
- modernen Verfahren in der diagnostischen Bildgebung
- Bildaufnahmetechniken (verschiedene Typen von Detektoren in Radiologie und Nuklearmedizin, Aufnahmetechnik in MRT und Ultraschall und Photoakustik)
- Tomographie & Rekonstruktion (MRT, μ CT, CT, PET, SPECT)
- (Prä-)Klinischen Anwendungen der verschiedenen Bildgebungssysteme (MRT, CT, PET, SPECT, X-ray, Ultraschall)

Literatur:

H. Morneburg, „Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik“, Siemens

W. R. Hendee & R. Ritenour „Medical Imaging“, Wiley Verlag

E. Krestel „Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik“, Siemens

Praktikum

Inhalte:

Praktische Anwendung der Vorlesungsinhalte ohne Tierversuch am Gerät. Erarbeitung einer Lösung für ein Fallbeispiel und Analyse ausgewählter Beispiele präklinischer Bildgebungsdaten.

Literatur:

Kiessling, Pichler Eds. Small Animal Imaging, Springer International Publishing

Schroeder, Faber Eds. In vivo NMR Imaging, Humana Press

Humangenetik <i>(Human Genetics)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 03
Semesterlage	Wintersemester	
Angebotsturnus	jährlich	
Dauer	1 Semester	
Verantwortliche/r	Prof. Dr. Doris Steinemann	
Ansprechpartner/in	Prof. Dr. Doris Steinemann	
Dozent/innen	Hofmann, W., Illig, T., Miller, K., Pabst, B., Ripperger, T., Proietti, M., Skawran, B., Steinemann, D., Vajen, B., Weber, R.	
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Genetik und Genomik“ / 26 Lehrstunden P „Identifizierung und Klassifizierung von Genomvarianten“ / 20 Lehrstunden	
Leistungspunkte	5 LP Dieses Modul kann für Personen mit abgeschlossenem Medizinstudium angerechnet werden.	
Präsenzstudium / Selbststudium	48 Stunden / 102 Stunden	
Art des Praktikums	Praktikum	
Lehrformate	Vorlesung, Praktikum	
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 12	
Sprache	Deutsch, ggf. Englisch	
Voraussetzungen/ Empfohlene Vorkenntnisse	Voraussetzung für die Teilnahme an diesem Modul ist die Anwesenheit bei der Einführungsveranstaltung am ersten Studentag. Grundlagen der Genetik	
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft	
Studienleistungen	regelmäßige Teilnahme, Versuchsprotokolle	
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)	
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck Das Modul dient der Vermittlung von grundlegendem Wissen der Humangenetik sowie modernster diagnostischer und bioinformatischer Analysemethoden. Die Studierenden können die zentralen Prinzipien der Humangenetik wiedergeben und verschiedenste diagnostische Methoden anwenden. Absolventinnen/Absolventen dieses Moduls sind in der Lage, Berufsfelder in der biomedizinischen/klinischen Forschung und Diagnostik sowie in der pharmazeutischen Industrie anzustreben.		

Kompetenzen

V: Die Studierenden kennen die modernen Methoden der humangenetischen Diagnostik, insbesondere die verschiedenen Hochdurchsatz-Sequenziermethoden und die Vorgehensweise zur Klassifizierung von Genvarianten. Sie verfügen über ein Verständnis für einen fallorientierten Einsatz zytogenetischer, molekularzytogenetischer und molekulargenetischer Untersuchungsmethoden und haben Kompetenzen für das Unterscheiden von unbedeutenden Normvarianten gegenüber pathogenen Varianten im humanen Genom, die ursächlich für eine erbliche Erkrankung sind. Sie sind mit öffentlichen Datenbanken (UCSC Genome Browser, Database of Genomic Variants, GnomAD (The Genome Aggregation Database)) vertraut.

P: Nach Erarbeitung konkreter Fallbeispiele sind die Studierenden in der Lage, selbstständig die zur molekulargenetischen Diagnostik notwendigen Arbeitsschritte zu planen und durchzuführen. Dabei stehen die bioinformatischen Auswertungen von großen Datensätzen aus Whole Exome Sequenzierungen unter Nutzung entsprechender *pipelines* im Vordergrund. Sie können nachgewiesene Genveränderungen (single nucleotide variants (SNPs) und copy number variants (CNVs)) in Bezug auf ihre Pathogenität beurteilen und die Bedeutung der Ergebnisse dieser Untersuchungen ausführlich diskutieren. Nach Besuch des Praktikums verfügen die Studierenden über ein Verständnis für die Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Diagnostik.

Vorlesung

Inhalte:

- Molekulare Zytogenetik
- Molekulargenetik
- Epigenetik
- Formalgenetik und Populationsgenetik
- Tumorgenetik und Klinische Genetik (einschließlich Genetische Beratung und Pränataldiagnostik)
- Funktionelle Genomik

Literatur:

E. Passarge: Taschenatlas der Genetik, 3. Auflage, Thieme, 2008

T. Strachan, A.P. Read: Molekulare Humangenetik, 3. Auflage, Spektrum, 2005 (4. Auflage Englisch 2010)

Praktikum

Inhalte:

Durchführung molekulargenetischer Diagnostikverfahren am Beispiel ausgewählter Erkrankungen.

Angewandte Methoden:

- Optical Genome Mapping und Array-CGH Analyse (zur Bestimmung von genomischen Kopienzahlveränderungen (CNVs) bzw. uniparentalen Disomien (UPDs)), Gesamt-Exom-Analyse
- Anwendung bioinformatischer *pipelines* zur Annotation von Varianten und bioinformatischer Werkzeuge zur Klassifizierung von Genomvarianten (ensembl, Decipher, Clinvar, LOVD, DGV, gnomAD)
- Literaturrecherche
- Laborinformationssystem und Befunderstellung

Literatur:

Praktikumsskript

Klinische Studien und Biobanking <i>(Clinical Studies and Biobanking)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 04		
Semesterlage	Wintersemester			
Angebotsturnus	jährlich			
Dauer	11 Wochen			
Verantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Schindler (KliFo), Prof. Dr. Thomas Illig (Biobank)			
Ansprechpartner/in	Prof. Dr. Christoph Schindler (KliFo), Prof. Dr. Thomas Illig (Biobank)			
Dozent/innen	Ahrens, C., Apfel-Starke, J., Bernemann, I., Breuer, D., Busmann, A., Denkena, U., Fischer, I., Grahl, E., Illig, T., Keller, M., Kersting, M., Klopp, N., Köhler, S., Kutschenko, A., Mücke, S., Neuhaus, B., Rädisch, B., Schindler, C., Schumacher, C., Seltmann, A., Storz-Arnold, B., Talbot, S., Wiese, B.			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Klinische Studien und Biobanking“ / 22 Lehrstunden bOL (Ü) „Klinische Studien und Biobanking“ / 33 Lehrstunden S „Klinische Studien und Biobanking“ / 21 Lehrstunden bOL (PGA) „Klinische Studien und Biobanking“ / 22 Lehrstunden			
Leistungspunkte	5 LP			
Präsenzstudium / Selbststudium	78 Stunden / 72 Stunden			
Art des Praktikums	Betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit)			
Lehrformate	(Online-)Vorlesung, betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit), Übungen an Präsenztagen			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 24			
Sprache	deutsch			
Voraussetzungen/ Empfohlene Vorkenntnisse	Voraussetzung für die Teilnahme an diesem Modul ist die Anwesenheit bei der Einführungsveranstaltung am ersten Studentag.			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	regelmäßige Teilnahme			
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck				
Das Modul befasst sich mit der Forschungsdatenerhebung und dem Forschungsdatenmanagement in der Klinischen Forschung und beim Biobanking. Die Studierenden erwerben Grundlagen- und Hintergrundwissen zur Planung und Durchführung klinischer Studien und befassen sich mit grundlegenden Zusammenhängen der Datenerhebung und des Datenmanagements bei klinischen Forschungen und beim Biobanking. Sie kennen verschiedene Anwendungsszenarien, können diese einschätzen und an praktischen Beispielen verdeutlichen.				

Kompetenzen

V: Durch die Vermittlung von Grundlagen- und Hintergrundwissen zur Planung und Durchführung klinischer Studien am Menschen, zur Nutzung und Speicherung elektronischer Gesundheitsdaten in der klinischen Forschung am Menschen und zur qualitätsgesicherten Entnahme und Lagerung von Biomaterialsammlungen und der Vermittlung methodischer Kenntnisse im Bereich Biobanking sind die Absolvent/innen dieses Moduls in der Lage, Berufsfelder in der biomedizinischen/klinischen Forschung, sowie in der pharmazeutischen Industrie anzustreben.

bOL: Nach Erarbeitung konkreter Fallbeispiele vertiefen die Studierenden die theoretisch bereits vermittelten Kenntnisse in der biomedizinischen und klinischen Forschung. Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig die zur Durchführung von Klinischen Studien und Biomaterialsammlungen notwendigen Arbeitsschritte zu planen und durchzuführen. Nach Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über ein grundlegendes Verständnis zur validen und qualitätsgesicherten Forschungsdatenerhebung und zur Planung und Durchführung klinischer Studien sowie des Biobankings und zum Umgang und der Verarbeitung von Forschungsdaten.

Online-Vorlesung

Inhalte:

KiFo: 1) Methodische Grundlagen der Klinischen Forschung am Menschen 2) Grundlagen des Arzneimittelgesetzes (AMG) und von Good Clinical Practice (GCP) – wie entstehen valide Forschungsdaten? 3) Qualitäts- und Schnittstellenmanagement und die Nutzung elektronischer Gesundheitsdaten in Klinischen Studien 4) Projekt- und Datenmanagement in der Klinischen Forschung 5) Forschungsnetzwerke und elektronische Vernetzung auf Research Plattformen (EHR4CR – electronic health records for clinical research; EHR2EDC – electronic health records to electronic data capture, Custodix InSite®; TriNetX®).

Biobank: Qualitätsmanagement bei Biobankstudien, Projektmanagement bei Biobankstudien, Infrastrukturelle Voraussetzungen von modernen hochqualitativen Biobanken, Übersicht von bestehenden Biobanken, IT Vernetzung von Biobanken, Biobank-Informationsmanagement Systeme, Aufbau multilateraler Biobanken und deren Prinzipien, Biobankforschung

Literatur:

Vorlesungsskript

Seminar

Inhalte:

Vermittlung von Methodenkenntnis und Hintergrundwissen zur GCP-gerechten Durchführung Klinischer Studien am Menschen und zum GxP-gerechten Umgang mit Biobankmaterialsammlungen anhand ausgewählter Beispiele.

Angewandte Methoden:

Klinische Forschung:

- Welche Inhalte muss ein Prüfplan für eine klinische Studie enthalten? Praktische Beispiele, do's and dont's.
- Forschungsnetzwerke, Research Platforms und elektronische Vernetzung in klinischen Studien. Welche Zukunft ist bereits nahe an der Realität?

Biobanking:

- Einblicke in die Biobank IT

Literatur:

Skript

Betreutes Online-Lernen, Übungen (Präsenztag)

Inhalte:

Klinische Forschung:

- Hospitation im Phase I – Zentrum (GCP und Datenerhebung anhand von Dosing im Rahmen einer Phase I – Studie)

Biobanking:

- Biobankführung
- BBMRI Katalog, GBA/GBN Webseite
- Literaturrecherche
- Laborinformationssystem und Befunderstellung
- Projektmanagement beim Biobanking
- IT-Systeme im Biobanking

Literatur:

Praktikumsskript

Einführung in die Datenanalyse <i>(Introduction to Data Analysis)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 05		
Semesterlage	Wintersemester			
Angebotsturnus	jährlich			
Dauer	11 Wochen			
Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Zacharias			
Ansprechpartner/in	Prof. Dr. H. Zacharias			
Dozent/innen	Marschollek, M., Spineli, L., Zacharias, H.			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Einführung in die Datenanalyse“ / 11 Lehrstunden bOL (Ü) „Einführung in die Datenanalyse“ / 22 Lehrstunden S „Einführung in die Datenanalyse“ / 12 Lehrstunden bOL (R) „Einführung in die Datenanalyse“ / 11 Lehrstunden bOL (PGA) „Einführung in die Datenanalyse“ / 44 Lehrstunden			
Leistungspunkte	5 LP			
Präsenzstudium / Selbststudium	58 Stunden / 92 Stunden			
Art des Praktikums	betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit)			
Lehrformate	Online-Vorlesung, betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit), Seminar an Präsenztagen			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 24			
Sprache	Deutsch / Englisch			
Voraussetzungen/ Empfohlene Vorkenntnisse	Voraussetzung für die Teilnahme an diesem Modul ist die Anwesenheit bei der Einführungsveranstaltung am ersten Studientag.			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	regelmäßige Teilnahme am betreuten Online-Lernen			
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse zur computergestützten Datenanalyse von wissenschaftlichen Daten. Hierzu wird u.a. die Software R eingesetzt. Die Studierenden befassen sich mit der Studienplanung (Studiendesign, Stichprobe) und mit Verfahren des Data Mining und Auswertung (Regression, Klassifikation, u.a.) und können die verschiedenen Prozesse und Methoden verstehen, in Anwendungsszenarien einordnen und selbst durchführen. Weitere Schwerpunkte sind statistische Tests und die gängigsten verallgemeinerten linearen Modelle, die gewöhnliche (ordinary least squares) lineare Regression und die logistische Regression, sowie Methoden des überwachten und unüberwachten maschinellen Lernens. Ebenso ist eine sanfte Einführung in die Überlebensanalyse Teil des Moduls.				
Kompetenzen Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, das passende Studiendesign zu wählen, Studien zu planen und erhobene Daten für weitere Analyseschritte vorzubereiten. Sie können Daten für weitere Verarbeitungsschritte aufbereiten, visualisieren und Methoden des Data Mining anwenden.				

Online-Vorlesung

Inhalte:

- Studienplanung
- Vorverarbeitung von Daten
- Analyse von Daten mit Verfahren des Data Mining
- Datenvisualisierung
- Interpretation von Ergebnissen

Literatur:

- [1] Harrell, J., 2015. Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis, 2nd ed. 2015. ed, Springer Series in Statistics. Springer International Publishing : Imprint: Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19425-7>
- [2] James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R., 2019. An Introduction to Statistical Learning, Springer Texts in Statistics. Springer New York, New York, NY. <https://www.statlearning.com/>
- [3] Dytham, C., 2011. Choosing and Using Statistics: A Biologist's Guide, 3rd Edition, John Wiley & Sons.
- [4] Runkler, T.A., 2015. Data Mining. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-2171-3>
- [5] Witten, I.H., Witten, I.H. (Eds.), 2017. Data mining: practical machine learning tools and techniques, Fourth Edition. ed. Elsevier, Amsterdam.

Seminar / betreutes Online-Lernen

Inhalte:

Im Seminar und im betreuten Online-Lernen werden die in der Vorlesung erlernten Inhalte praktisch angewandt und vertieft.

Literatur:

Ist in den jeweiligen Lernmodulen ausgewiesen.

Grundlagen der Programmierung <i>(Fundamentals of programming)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 06
Semesterlage	Wintersemester	
Angebotsturnus	jährlich	
Dauer	11 Wochen	
Verantwortliche/r	Dr. U. von Jan	
Ansprechpartner/in	Dr. U. von Jan	
Dozent/innen	Lauber, C., Schulze, M., von Jan, U.	
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Grundlagen der Programmierung“ / 22 Lehrstunden bOL (Ü) „Grundlagen der Programmierung in Python“ / 11 Lehrstunden S „Grundlagen der Programmierung in Python“ / 29 Lehrstunden bOL (R) „Grundlagen der Programmierung in Python“ / 11 Lehrstunden bOL (PGA) „Grundlagen der Programmierung in Python“ / 33 Lehrstunden	
Leistungspunkte	5 LP	
Präsenzstudium / Selbststudium	75 Stunden / 75 Stunden	
Art des Praktikums	betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit), Seminar/Webinar	
Lehrformate	Online-Vorlesung, betreutes Online-Lernen (Online-Seminar, web-basierte Gruppenarbeit), Seminar an Präsenztagen	
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 24	
Sprache	Deutsch	
Voraussetzungen/ Empfohlene Vorkenntnisse	Voraussetzung für die Teilnahme an diesem Modul ist die Anwesenheit bei der Einführungsveranstaltung am ersten Studentag.	
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft	
Studienleistungen	regelmäßige Teilnahme am betreuten Online-Lernen; Bearbeitung der Übungsaufgaben (80 % der Übungsaufgaben müssen bestanden sein)	
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)	
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck Themen der Informatik werden theoretisch und praktisch vermittelt. Dabei bilden grundlegende Methoden der Programmierung in Python und deren praktische Anwendung einen Schwerpunkt. Die Studierenden lernen die verschiedenen Bereiche der Informatik kennen und befassen sich mit Algorithmen, Datenstrukturen und einer konkreten Programmiersprache. Die erfolgreiche Teilnahme ist Voraussetzung für die Teilnahme an dem Modul „BD P 13 Statistical Machine Learning – KI und Datenanalyse“.		

Kompetenzen

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden mit den wichtigsten Grundlagen der Programmierung vertraut. Sie kennen Programmierparadigmen und -methoden und können diese praktisch anwenden. Sie sind in der Lage, Problemstellungen zu analysieren und algorithmisch zu lösen. Des Weiteren können die Studierenden strukturiert in der Programmiersprache Python programmieren.

Vorlesung

Inhalte

- Überblick über die Informatik
 - Teilgebiete der Informatik: Theoretische, Praktische, Technische, Angewandte Informatik
 - Künstliche Intelligenz
 - Digitalisierung, Binärcode
 - Daten, Information, Wissen
 - Der Computer (Turingmaschine, Von-Neumann-Architektur)
- Algorithmen und Datenstrukturen
 - Turingmaschine und Algorithmusbegriff, Church-Turing-These
 - Teile-und-Herrsche-Verfahren
 - Rekursive Algorithmen
 - Such- und Sortieralgorithmen
 - Datentypen (elementare und zusammengesetzte Datentypen, verkettete Listen, Bäume)
- Programmiersprachen
 - Maschinensprache, Assembler, höhere Programmiersprachen
 - Programmierparadigmen (imperative, deklarative, objektorientierte Programmiersprachen)
 - Compiler, Interpreter, Linker
 - Strukturierte Programmierung
 - Kontrollstrukturen (Sequenzen, bedingte Anweisungen, Schleifen, Prozeduraufrufe)
 - Funktionen
 - Objektorientierte Programmierung
 - Programmieren in Python

Literatur

Grundlagen der Informatik; H. Herold, B. Lurz, J. Wohlrab, M. Hopf; Pearson Studium; 2017

Einführung in die Informatik; W. Küchlin, A. Weber; Springer; 2004

Datenanalyse mit Python; W. McKinney; O'Reilly; 2018

(Online-)Seminar / betreutes Online-Lernen

Inhalte

Die Studierenden bearbeiten in Gruppen ein Softwareprojekt.

Literatur

Python Cookbook; D. Beazley, B. K. Jones; O'Reilly; 2013

Mikrobielle Pathogene <i>(Microbial Pathogens)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 07		
Semesterlage	Sommersemester			
Angebotsturnus	Jährlich			
Dauer	1 Semester			
Verantwortliche/r	Prof. Dr. D. Depledge; PD Dr. M. Vital			
Ansprechpartner/in	Prof. Dr. D. Depledge; PD Dr. M. Vital			
Dozent/innen	Bohne, J., Depledge, D., Erdmann, J., Galardini, M., Gopala, N., Graßl, G., Klos, A., Knegendorf, L., Kraft, A., Lochner, M., Messerle, M., Pietschmann, T., Schlüter, D., Schulz, T., Sodeik, B., Viejo-Borbolla, A., Vital, M., Winstel, V.			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Pathogene: Strategien für Angriff und Verteidigung“ / 40 Lehrstunden P „Experimentelle Mikrobiologie/Virologie“ / 74 Lehrstunden (1 Woche Virologie, 1 Woche Mikrobiologie) S „Big Data in der Mikrobiologie/Virologie“ / 18 Lehrstunden			
Leistungspunkte	10 LP Dieses Modul kann für Personen mit abgeschlossenem Medizinstudium angerechnet werden.			
Präsenzstudium / Selbststudium	134 Stunden / 166 Stunden			
Art des Praktikums	Fortgeschrittenenpraktikum			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 12			
Sprache	Deutsch (Vorlesungsunterlagen, Lehrbuch)			
Empfohlene Vorkenntnisse	Genetik, Molekularbiologie, Zellbiologie, Grundkenntnisse in R und Python, Arbeiten am HPC			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	Regelmäßige Teilnahme am Praktikum; Bearbeitung der Lernaufgaben im Seminar aus dem Bereich „Big Data“			
Prüfungsleistungen	Klausur Virologie (45 Min., 50%) Klausur Mikrobiologie (45 Min., 50%) Beide Prüfungsleistungen müssen bestanden werden.			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck				
Das Modul vermittelt die Grundlagen über bakterielle und virale Pathogene des Menschen. Den Studierenden werden sowohl virale Infektionszyklen in der Zelle als auch die commensale und pathobiologische Besiedlung durch Bakterien vermittelt. Im Fokus dieses Moduls stehen die Pathogenitätsmechanismen im Wirt, die daraus entstehenden Krankheitsbilder, sowie die Wirkweisen antiviraler/antibakterieller Therapien. Zusätzlich werden verschiedene Aspekte der Datenanalyse über hands-on Tutorials, gekoppelt mit eigenständiger Bearbeitung von Datensätzen, mit eingebunden.				

Kompetenzen

Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen, Anwendungsmöglichkeiten und Begrenzungen der experimentellen und datenwissenschaftlichen mikrobiellen Forschung.

Die Studierenden erlangen die Kompetenz, zentrale Konzepte wie auch aktuelle Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Virologie/Bakteriologie richtig zu erfassen und einzuordnen.

Die Studierenden beherrschen grundlegende Standardmethoden der mikrobiologischen Forschung, inklusive Analyse von Sequenzdaten am High Performance Computer Cluster (HPC), und können diese selbständig durchführen sowie die erzielten Ergebnisse bewerten und einordnen.

Die Studierenden kennen die grundlegenden Sicherheitsaspekte zur Arbeitsweise im S2-Labor mit Infektionserregern sowie die Konzepte der Gentechnischen Sicherheit und Grundsätze mikrobiologischer Methoden in Forschung und Diagnostik.

Die Studierenden erlangen durch die Beschäftigung mit Pathogenitätsmechanismen einen tieferen Einblick in die Beziehung zwischen Pathogen und Wirt.

Detaillierte Informationen zu den Lehrveranstaltungen des Moduls:

Vorlesung
Inhalte: <p><u>Virologie:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Virologische Methoden und Virusstruktur - Virale Infektionszyklen - Virusbindung und Eintritt - Prozessierung viraler RNA, Translationskontrolle, Replikation von RNA- und DNA-Viren - Virusassemblierung, intrazellulärer Transport und Ausschleusung - Besonderheiten der unterschiedlichen Virusfamilien (RNA- und DNA-Viren, Retroviren) - Pathogenitätsmechanismen im Wirt (Dissemination, Virulenz, Suszeptibilität) - Durch Viren verursachte Krankheiten (chronische und akute Infektionen/AIDS; virale Tumorentstehung) - Virale Manipulation des Immunsystems - Prävention und Kontrolle viraler Erkrankungen; Wirkweisen antiviraler Therapien - Analyse von Virusvarianten und Wirtsfaktoren <p><u>Mikrobiologie:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Einteilung, Aufbau/Struktur und Funktion medizinisch relevanter Bakterien, Parasiten und Pilze - Allgemeine und spezielle Erkrankungsmechanismen inkl. molekulare Pathogenese - Wirts-Pathogen-Interaktion (inkl. Infektionsimmunologie, Immunevasionsmechanismen) - Durch Bakterien, Pilze und Parasiten verursachte Erkrankungen - Diagnostik von bakteriellen, mykotischen und parasitären Infektionen (Kultur, Mikroskopie, Serologie, PCR, Sequenzierung), sowie von bakteriellen Gemeinschaften (Next Generation Sequenzierung) - Molekulare und konventionelle Methoden zum Nachweis von Antibiotikaresistenzen und Infektionsausbrüchen - Behandlung mikrobieller Erkrankungen, Wirkweise von Antibiotika und Antimykotika - Prävention mikrobieller Erkrankungen (Impfungen, Hygiene) - Rolle der humanen Mikrobiota für die Gesundheit - Bakterielle Taxonomie basierend auf klassischen und sequenzbasierten Methoden - Aufbau und Funktion von Laborinformationssystemen

Literatur:

Ausgewählte Kapitel aus S. J. Flint, L. W. Enquist, V. R. Racaniello & A. M. Salka:

„Principles of Virology: Volume I - Molecular Biology“; „Principles of Virology: Volume II - Pathogenesis and Control“, ASM Press, 4th Edition 2015

Springer Lehrbuch Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie, Hrsgb. Suerbaum, Burchard, Kaufmann, Schulz, 8. Auflage 2016

Medizinische Mikrobiologie (Duale Reihe), Thieme Verlag, Herausgeber: H. Hof, D. Schlüter, 7. Auflage. 2019 ISBN-10: 3132423556, ISBN-13: 978-3132423558

Ausgewählte Kapitel aus Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases, Verlag: Elsevier; 9. Auflage, 2019, ISBN-10: 0323482554

Seminar / Praktikum

Inhalte:

- Virologische Methoden (Titrierung)
- Virus-DNA-Isolierung, Typisierung und Sequenzanalyse plus Genom-Assemblierung
- Arbeiten am HPC
- Methoden zum Nachweis von Bakterien, Pilzen und Parasiten
- Antibiotika-Suszeptibilitätstestung, Toxin-Nachweise, diagnostische PCR und Sequenzierungen
- (Pan)genomanalysen von Bakterien
- Analyse komplexer bakterieller Gemeinschaften mittels NGS
- Experimentelle Arbeiten zu bakteriellen Pathogenitätsmechanismen

Literatur: Skript des Praktikums

Digitale Bildanalyse <i>(Digital Image Analysis)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 08		
Semesterlage	Sommersemester			
Angebotsturnus	jährlich			
Dauer	11 Wochen			
Verantwortliche/r	Dr. K.-H. Wolf			
Ansprechpartner/in	Dr. K.-H. Wolf			
Dozent/innen	Oeltze-Jafra, S., von Jan, U., Wolf, K.-H.			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Digitale Bildanalyse“ / 11 Lehrstunden bOL (Ü) „Digitale Bildanalyse“ / 22 Lehrstunden S „Digitale Bildanalyse“ / 17 Lehrstunden bOL (R) „Digitale Bildanalyse“ / 7 Lehrstunden bOL (PGA) „Digitale Bildanalyse“ / 11 Lehrstunden			
Leistungspunkte	5 LP			
Präsenzstudium / Selbststudium	59 Stunden / 91 Stunden			
Art des Praktikums	betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit)			
Lehrformate	Online-Vorlesung, betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit), Seminar an Präsenztagen			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 24			
Sprache	Deutsch			
Empfohlene Vorkenntnisse	Programmierkenntnisse in Python (z.B. durch die erfolgreiche Teilnahme am Modul „BD P 06: Grundlagen der Programmierung“) werden vorausgesetzt			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	erfolgreiche Bearbeitung der Aufgaben beim betreuten Online-Lernen			
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck				
Gegenstand des Moduls sind Methoden der digitalen Bildanalyse und der Visualisierung von medizinischen Bilddaten. Die Studierenden erlernen, dass die Erfassung, die Verarbeitung und die Visualisierung von Bildern Bestandteil der medizinischen Routine sind. Sie erfahren, dass sich die klassische Verarbeitungskette der Bildanalyse in die Teile Diskretisierung, Bildrestauration, Bildverbesserung und Segmentierung gliedert und lernen grundlegende Konzepte kennen. Sie erfahren weiterhin, welche Methoden zur Visualisierung von Bilddaten und Segmentierungsergebnissen verwendet werden können (Volume/Surface Rendering).				
Kompetenzen				
Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, digitale Bilder des menschlichen Körpers zu klassifizieren und zu vergleichen. Sie können lineare und nichtlineare Filter unterscheiden und zuordnen. Sie haben die Fähigkeit erarbeitet, biomedizinische Bilder zu segmentieren, zu klassifizieren und zu quantifizieren. Sie können modellbasierte Verfahren der Bildanalyse anwenden und beurteilen. Sie können entscheiden, welche Visualisierungsmethode für eine bestimmte klinische Aufgabe verwendet werden sollte und können die Methode geeignet parametrisieren.				

Vorlesung

Inhalte:

- Bildqualität und Bildverbesserung
- Verfahren zur Bildregistrierung
- Textur und Formmerkmale medizinischer Objekte
- Bildsegmentierung und Objektklassifikation
- Volume und Surface Rendering von Medizinischen Bilddaten
- Management medizinischer Bilder im klinischen Workflow
- Standards am Beispiel des Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)

Literatur:

- Lehmann TM, Oberschelp W, Pelikan E, Repges R (1997): Bildverarbeitung für die Medizin: Grundlagen, Modelle, Methoden, Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin. ISBN-13: 978-3540614586.
- Deserno TM (Ed) (2011): Biomedical Image Processing. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN-13: 978-3642267307.
- Handels H (2009): Medizinische Bildverarbeitung: Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie. 2. Auflage. Vieweg & Teubner Verlag. ISBN-13: 978-3835100770.
- Süße H, Rodner E (2014): Bildverarbeitung und Objekterkennung: Computer Vision in Industrie und Medizin. Springer Vieweg. ISBN-13: 978-3834826053.
- Dougherty G (2009): Digital Image Processing for Medical Applications. Cambridge University Press. ISBN-13: 978-0521181938.

Seminar / betreutes Online-Lernen

Inhalte:

- Low-Level Methoden zur Bildverbesserung
- Schwellwerte und Histogrammtransformationen
- Punkt-, kanten- und regionenbasierte Bildsegmentierung
- Automatisierung und Stapelverarbeitung vieler gleichartiger Daten
- Volume und Surface Rendering von öffentlich verfügbaren medizinischen Bilddatensätzen

Literatur:

- Burger W, Burge MJ (2015): Digitale Bildverarbeitung: Eine algorithmische Einführung mit Java. 3. Auflage. Springer-Vieweg. ISBN-13: 978-3-642-04604-9.
- Jähne B (2012): Digitale Bildverarbeitung und Bildgewinnung. 7. Auflage. Springer-Verlag Berlin. ISBN-13: 978-3642049514.
- Broeke J, Mateos Perez JM, Pascau J. (2015): Image Processing with ImageJ. 2. Edition. Packt Publishing. ISBN-13: 978-1785889837.
- Preim and Botha: "Visual Computing for Medicine: Theory, Algorithms, and Applications". Morgan Kaufmann; 2. Edition ISBN: 0124158730.
- Howse J, Minichino J (2020) Learning OpenCV 4 Computer Vision with Python 3: Get to grips with tools, techniques, and algorithms for computer vision and machine learning. 3. Aufl., Packt Publishing Ltd. ISBN: 9781789530643.

Big Data und Interoperabilität <i>(Big Data and Interoperability)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 09		
Semesterlage	Sommersemester			
Angebotsturnus	jährlich			
Dauer	11 Wochen			
Verantwortliche/r	Dr. E. Tute			
Ansprechpartner/in	Dr. E. Tute			
Dozent/innen	Marschollek, M., Tute, E.			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Big Data und Interoperabilität“ / 8 Lehrstunden bOL (Ü) „Big Data und Interoperabilität“ / 22 Lehrstunden S „Big Data und Interoperabilität“ / 16 Lehrstunden bOL (R) „Big Data und Interoperabilität“ / 6 Lehrstunden bOL (PGA) „Big Data und Interoperabilität“ / 33 Lehrstunden			
Leistungspunkte	5 LP			
Präsenzstudium / Selbststudium	54 Stunden / 96 Stunden			
Art des Praktikums	betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit)			
Lehrformate	Online-Vorlesung, betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit), Seminar an Präsenztagen			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 24			
Sprache	Deutsch			
Empfohlene Vorkenntnisse	keine			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	regelmäßige Teilnahme			
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck Das Modul vermittelt Kenntnisse über Big Data und das lernende Gesundheitssystem. Die Studierenden lernen Herausforderungen der Sekundärnutzung von Routinedaten kennen. Sie befassen sich mit grundlegenden Prinzipien der Datenstandardisierung und der Einordnung von Metadaten.				
Kompetenzen Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, Dokumentationsprozesse hinsichtlich der Sekundärnutzungsmöglichkeiten dokumentierter Informationen einzuschätzen. Sie können notwendige Schritte für die Sekundärnutzung von Daten aus der Versorgung identifizieren. Sie verstehen Klinische Informationsmodelle und können diese spezifizieren.				

Online-Vorlesung

Inhalte:

- Big Data und das lernende Gesundheitssystem
- Interoperabilitätsstandards, Terminologien und Ontologien
- Klinische Informationsmodelle
- Data Warehousing und Datenintegration
- Metadaten
- Datenqualität

Literatur:

Skript

betreutes Online-Lernen

Inhalte:

In Übungsaufgaben wird begleitend zum Vorlesungsthema, die erlernte Theorie angewendet. Schwerpunktthemen der Übungsaufgaben sind dabei:

- Zielgerichtete Analyse existierender Dokumentationsprozesse für die Sekundärnutzung von Daten.
- Identifikation und Planung notwendiger Schritte für deren Sekundärnutzung.
- Spezifikation klinischer Informationsmodelle.
- Data Warehousing/Datenintegration.

Literatur:

Skript

Biostatistik, Omics-Techniken und Big Data <i>(Biostatistics, omics technologies and Big Data)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 10		
Semesterlage	Sommersemester			
Angebotsturnus	jährlich			
Dauer	1 Semester			
Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Zacharias			
Ansprechpartner/in	Prof. Dr. H. Zacharias, Dr. F. Polten			
Dozent/innen	Bähre, H., Büttner, F., Dittrich-Breiholz, O., Großhennig, A., Holzwart, D., Li, Y., Pich, A., Polten, F., Seifert, R., Wiehlmann, L., Wiesner, S., Wolff, J., Xu, C., Zacharias, H.			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Biostatistik, Omics-Techniken und Big Data“ / 22 Lehrstunden bOL (Ü) „Biostatistik, Omics-Techniken und Big Data“ / 9 Lehrstunden bOL (R) „Biostatistik, Omics-Techniken und Big Data“ / 9 Lehrstunden P „Computergestützte Auswertung von Omics Experimenten“ / 26 Lehrstunden			
Leistungspunkte	5 LP			
Präsenzstudium / Selbststudium	68 Stunden / 82 Stunden			
Art des Praktikums	Praktikum			
Lehrformate	Online-Vorlesung, betreutes Online-Lernen (Online-Seminar)			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 24			
Sprache	Deutsch / Englisch			
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Biochemie und Statistik, Grundkenntnisse Excel			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	regelmäßige Teilnahme, Praktikumsbericht			
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck <p>Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse der Biostatistik und Omics-Techniken. Die Studierenden befassen sich mit den grundlegenden Anwendungen aus den Bereichen Genomics, Transcriptomics, Proteomics, Metabolomics und Glycomics. Sie lernen methodische, bioinformatische und biostatistische Ansätze zur Planung, Auswertung und Interpretation von Experimenten aus diesen Bereichen kennen.</p>				
Kompetenzen <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Omics Experimente selbständig zu planen und dabei Eckpunkte wie Probenzahl, Probengewinnung, Hypothesen/Forschungsfragestellungen, das darauf aufbauende statistische Auswertungskonzept und anfallende Kosten zu berücksichtigen 2. Die generierten Daten mit grundlegenden biostatistischen Verfahren auszuwerten, zu interpretieren und zu beurteilen 3. Bioinformatische und statistische Programme zu benutzen, die Ergebnisse zu interpretieren und daraus Schlüsse und Folgerungen zu ziehen 				

Online-Vorlesung

Inhalte:

- **Statistik** (deskriptive und angewandte Statistik, Inferenzstatistik, Anwendung von statistischen Tests im Omics-Bereich, Biomarker, Big Data, Fallzahlplanung, batch-to-batch-variation, Multiplizitätsprobleme, Hauptkomponentenanalyse, Qualitätsstandards, Sensitivität, Spezifität)
- **Genomics** (Next Generation Sequencing, Whole Genome Sequencing, Exom-Sequenzierung, Amplikon-Sequenzierung, Targeted-Enrichment-Sequenzierung, Metagenomik, ChIP-Sequenzierung, Epigenetische Analysen)
- **Transcriptomics** (Microarrays, RNA-seq, Single Cell RNA-seq, Gene Ontology Analyse, Pathway Analyse, Hierarchisches Clustern, Principal Component Analyse)
- Grundlagen der **Massenspektrometrie** (Chromatographie, Ionenquellen, Analysatoren, Validierung)
- **Proteomics** (Top-down, Bottom-up, Fragmentierungsmethoden, shot-gun Proteomics, Multiple Reaction Monitoring, Data-dependent und -independent Acquisition, De-novo-Sequenzierung, Datenbanksuche, Proteinquantifizierung, Visualisierung)
- **Glycomics** (N-, O-, C-Glykane, Glykolipide, ESI-MS, MALDI-MS, HPLC, CGE-LIF, Lectinomics, Metabolic labelling, 2D DIGE)
- **Metabolomics** (Untargeted und targeted Analyses mittels Massenspektrometrie und Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy, Suche nach Veränderungen im Metabolom, Beispiel Lesch-Nyhan-Erkrankung)

Literatur:

Statistik: Douglas Altman, 1991, Practical Statistics for Medical Research, Chapman and Hall/CRC

Massenspektrometrie: Jürgen H. Gross, Massenspektrometrie – Ein Lehrbuch

Proteomics: Der Experimentator Proteinbiochemie/Proteomics

Überblick über Glycomics: Essentials of Glycobiology

Allgemeine Beschreibung von modernen Sequenzierungsverfahren: Goodwin *et al.*, 2016, Nat. Rev. Gen 17, 333-351, Coming of age: ten years of next-generation sequencing technologies; **Beschreibung von single cell RNA-Seq:** Zheng *et al.*, 2017, Nat. Commun. 8, 14049, Massively parallel digital transcriptional profiling of single cells

Beispiel zu PCA und Clustering im Bereich OMICS: Frimmersdorf *et al.*, 2010, Environ. Microbiol. 6, 1734-1747, How *Pseudomonas aeruginosa* adapts to various environments: a metabolomics approach

Praktikum

Inhalte:

- Qualitätskontrolle genomicscher Sequenzdaten, Alignment, Variant Calling und Qualitätsbeurteilung unter Verwendung der MHH Galaxy-Plattform
- Prozessierung eines RNA-seq Datensatzes unter Verwendung der MHH Galaxy-Platform
- Auswertung von Proteomics-Datensätzen (Datenbanksuche, Einfluss der Suchkriterien, Qualitätsstandards, Proteinquantifizierung, Visualisierung)
- Auswertung eines non-targeted Experimentes (Identifizierung von Marker-Metaboliten), Exemplarisch targeted Analyse eines identifizierten Metaboliten, statistische Auswertung
- Identifizierung von Glykopeptiden in massenspektrometrischen Daten, Proteasen, Berechnung von Glykopeptid-Massen, Generierung von Extracted Ion Chromatogrammen, Auswertung von CGE-LIF Elektropherogrammen zur Identifizierung von Glycosphingolipid-Glykanen

Literatur:

Beschreibung der Galaxy-Plattform: Afgan *et al.*, 2018, Nucleic Acids Res. 46(W1), W537-W544, The Galaxy platform for accessible, reproducible and collaborative biomedical analyses: 2018 update

Pathomechanismen der Infektion <i>(Pathomechanisms of Infection)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 11
Semesterlage	Wintersemester	
Angebotsturnus	jährlich	
Dauer	1 Semester	
Verantwortliche/r	Prof. Dr. Sarina Ravens	
Ansprechpartner/in	Prof. Dr. Sarina Ravens	
Dozent/innen	Bartsch, Y., Bošnjak, B., Falk, C., Förster, R., Graalmann, T., Hammerschmidt, S., Kühne, J., Li, Y., Lochner, M., Noyan, F., Perner, C., Ravens, S., Riemann, L., Xu, C., Yang, T.	
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Infektion und Immunantwort“ / 36 Lehrstunden bOL (Ü) „Datenintensive Methoden in der Immunologie“ / 10 Lehrstunden S „Datenintensive Methoden in der Immunologie“ / 20 Lehrstunden bOL (PGA) „Datenintensive Methoden in der Immunologie“ / 40 Lehrstunden P „Infektionsimmunologie“ / 40 Lehrstunden	
Leistungspunkte	10 LP Dieses Modul kann für Personen mit abgeschlossenem Medizinstudium angerechnet werden.	
Präsenzstudium / Selbststudium	108 Stunden / 192 Stunden	
Art des Praktikums	Fortgeschrittenenpraktikum	
Lehrformate	Vorlesung, Seminar/Webinar, betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit), Praktikum	
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 12	
Sprache	Deutsch	
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Chemie/Biochemie und Molekularbiologie Module des 1. und 2. Semesters, insbesondere <i>Mikrobielle Pathogene</i>	
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft	
Studienleistungen	regelmäßige Teilnahme, Praktikumsprotokoll	
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)	

Qualifikationsziel(e) / Modulzweck

VL: Die Studierenden kennen nach Besuch der Vorlesung den Aufbau, die wichtigsten Komponenten und Wirkweisen des Immunsystems von Säugern. Die Studierenden wissen, wie diese Komponenten ineinander greifen, um ein funktionierendes Immunsystem im Gesamtorganismus aufrecht zu erhalten und verfügen dabei auch über neueste Erkenntnisse der Forschung.

bOL: In Methodenseminaren und Kleingruppenarbeit erlernen die Studierenden Prinzipien und Anwendung datenintensiver Methoden in der Immunologie, wie zum Beispiel die Spektrale Durchflusszytometrie.

P: Die Studierenden führen in den beteiligten Arbeitsgruppen nach Vereinbarung ein Forschungsprojekt durch. Dabei wenden sie bereits erlernte Methoden aus den Bereichen der Omics-Technologie (Proteomics, Transcriptomics, Metabolomics, Glycomics, Genomics) und Bildgebung an und erlernen neue, in der Vorlesung vorgestellte Methoden wie „datenintensive“ Felder der aktuellen Infektionsbiologie, wie z.B. Antigenrezeptor-Repertoires durch Hochdurchsatz-Sequenzierung, Multiparameter-Durchflusszytometrie und Einzelzell-RNA-Sequenzierung. Sie können erzielte Ergebnisse protokollieren und kritisch begutachten.

Kompetenzen

Die Studierenden erwerben in der VL die Kompetenz, zentrale Konzepte wie auch aktuelle Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Immunologie richtig zu erfassen und zu interpretieren. Dies wird auch anhand von Beispielen für Infektion und entsprechende Immunantwort verdeutlicht und trainiert. Die Studierenden sind nach dem Besuch der Vorlesung auch auf das Praktikum vorbereitet, indem sie in die theoretischen Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten immunologischer Untersuchungstechniken kennen, die im Praktikum zum Teil zum Einsatz kommen.

Die zu erlangenden Kompetenzen sind die Grundvoraussetzung wissenschaftlichen Arbeitens und Publizierens. Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, experimentelle Abläufe zu organisieren und zu planen. Die Studierenden lernen im direkten experimentellen Umgang die Möglichkeiten aber auch Limitationen der eingesetzten Arbeitstechniken kennen. Die theoretischen Kenntnisse, die individuelle praktikumsbegleitende Betreuung und praktischen Erfahrungen aus dem Laborbetrieb bilden die Grundlagen, dass die Studierenden ein Protokoll anfertigen können, das nicht nur den exakten Ablauf und die Ergebnisse der Versuche beschreibt, sondern auch eine wissenschaftlich korrekte Diskussion enthält. Damit verfügen die Studierenden über die Kompetenz, ihre Versuchsdurchführungen und Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und sie in einen adäquaten theoretischen Rahmen im Gefüge der aktuellen Literatur zu stellen.

Vorlesung / Seminar

Inhalte:

Grundlagen der Immunologie

- Einführung in die grundlegenden Konzepte, Komponenten und Abläufe in der Immunologie
- Angeborene Immunität
- V(D)J-Rekombination von Antigenrezeptoren des adaptiven Immunsystems zur Erzeugung von Rezeptorvielfalt bei B- und T-Zellrezeptoren
- Selektion und Differenzierung von T-Zellen
- Klassenwechsel, Hypermutation und Affinitätsreifung von antikörperproduzierenden B-Zellen
- Einfluss der Mikrobiota auf das Immunsystem

Beispiele für Infektion und Immunantwort

- Impfungen nach den Empfehlungen der STIKO
- CMV und CMV-Kontrolle durch adaptive und angeborene Lymphozyten, Immun-Seneszenz
- Neisserien und Komplementsystem
- HIV, HCV, Ebola, HSV
- *Haemophilus influenzae*
- *Mycobacterium tuberculosis*
- Salmonellen

Besonderer Fokus auf „datenintensive“ Felder der aktuellen Infektionsbiologie, wie z.B.

- *Immune profiling* von (B- und T-Zell-)Antigenrezeptor-Repertoires durch Hochdurchsatz-Sequenzierung
- Multiparameter-Durchflusszytometrie
- aktuelle Methoden der Einzelzell-RNA-Sequenzierung
- *GWAS* und Suszeptibilität für Infektionen
- Analyse individueller Mikrobiota

Literatur:

Lehrbuch „Janeway's Immunobiology“ by Murphy, Kenneth P., Garland Science Publ., 8th edition (englisch)

Fachpublikationen aus führenden Wissenschaftsjournalen (englisch)

Betreutes Online-Lernen

Inhalte:

Prinzipien und praktische Auswertung datenintensiver Methoden der Immunologie in Kleingruppen

Vorstellung von wissenschaftlichen Fachpublikationen aus dem Bereich Infektionsimmunologie

Praktikum

Inhalte:

Einwöchiges Forschungspraktikum in den beteiligten Arbeitsgruppen nach Vereinbarung

Infektionsbezogene Anwendung von Omics- und / oder Monitoring-Methoden

Literatur:

Original- und Übersichtsartikel nach Absprache mit betreuenden Arbeitsgruppen

Datenschutz, Datensicherheit und Ethik <i>(Data Protection, Data Security and Ethics)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 12		
Semesterlage	Wintersemester			
Angebotsturnus	jährlich			
Dauer	11 Wochen			
Verantwortliche/r	Prof. Dr. Dr. Sabine Salloch			
Ansprechpartner/in	Iryna Lishchuk (LL.M.), Prof. Dr. Sabine Salloch			
Dozent/innen	Lishchuk, I., Salloch, S., Ursin, F.			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Datenschutz, Datensicherheit und Ethik“ / 22 Lehrstunden bOL (Ü) „Datenschutz, Datensicherheit und Ethik“ / 16 Lehrstunden S „Datenschutz, Datensicherheit und Ethik an Beispielen“ / 11 Lehrstunden bOL (PGA) „Datenschutz, Datensicherheit und Ethik an Beispielen“ / 22 Lehrstunden			
Leistungspunkte	5 LP			
Präsenzstudium / Selbststudium	51 Stunden / 99 Stunden			
Art des Praktikums	-			
Lehrformate	Online-Vorlesung, betreutes Online-Lernen (Webinare, Online-Übungen, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit)			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 24			
Sprache	Deutsch, Materialien für die Übungen/Seminare teilweise auf Englisch			
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen Datenwissenschaften			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	Bearbeitung der Übungsaufgaben			
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck				
Das Modul dient der Vermittlung grundlegender Kenntnisse des Datenschutzes, der Datensicherheit sowie der Daten- und Informationsethik, die bei der Planung und erfolgreichen Umsetzung von datenwissenschaftlichen Projekten zu berücksichtigen sind.				
Die Studierenden befassen sich mit Begrifflichkeiten aus der Datenschutzgesetzgebung und lernen die Rollen, Rechte und Pflichten aller beteiligten Parteien kennen. Sie beschäftigen sich zudem mit ethischen Fragestellungen im Kontext datenwissenschaftlicher Forschung.				

Kompetenzen

Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, bei Planung und Umsetzung datenwissenschaftlicher Projekte

1. Datenschutz und Datensicherheit einzuschätzen, mögliche Beeinträchtigungen zu erkennen und festgestellten Problemen durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zu begegnen,
2. eine Abwägung ethischer Belange bei Datenerhebung, Datenverarbeitung, Datenspeicherung, Datentransfer und Dateninterpretation vorzunehmen und so eine angemessene Balance zwischen Interessen der verschiedenen Beteiligten (Datenspenderinnen und -spender, Forschende, Industrie, Politik, etc.) zu gewährleisten.

Sie kennen hierzu die ethischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und

3. sind sich ihrer Verantwortung im Digitalisierungsprozess bewusst und können diese wahrnehmen,
4. sind in der Lage, eine Risiko-Nutzen-Abwägung und Datenschutzfolgeabschätzung für datenbasierte Projekte, sich selbst und andere Beteiligte sowie die Gesellschaft vorzunehmen,
5. und erwerben Entscheidungskompetenzen (für oder wider) der Anwendung bestimmter Vorgehensweisen bei der Umsetzung datenwissenschaftlicher Projekte.

Online-Vorlesung

Inhalte:

- Datenschutz und Datensicherheit im datenwissenschaftlichen und fallorientierten Kontext
 - Hintergrund Datenschutzgesetzgebung (historisch), Begrifflichkeiten aus der Datenschutzgesetzgebung (u.a. Rollen, Rechte und Pflichten aller beteiligten Parteien, Kategorisierung der Daten)
 - Relevante rechtliche und regulatorische Grundlagen (insbesondere Vorgaben aus Datenschutzrecht/EU-DSGVO, BDSG)
 - Darlegung möglicher Gefahren und Risiken, Datenschutz-Folgenabschätzung, Garantien für die Forschung sowie Einführung in technische/organisatorische Maßnahmen, die diesen Gefahren und Risiken entgegenwirken können
 - Künstliche Intelligenz und Entscheidungsfindungssysteme in medizinischer Forschung im Sinne von Datenschutz und Medizinproduktrecht.
- Ethische Fragestellungen in der Datenwissenschaft
 - Einführung in die Daten- und Informationsethik (Gegenstandsbereich und Aufgaben der Daten- und Informationsethik, grundlegende Begrifflichkeiten, relevante ethische Kodizes)
 - Vermittlung zentraler ethischer Herausforderungen im datenwissenschaftlichen Kontext
 - Verantwortung der Forschenden (Verantwortungsbegriff und praktische Implikationen in verschiedenen datenwissenschaftlichen Zusammenhängen)
 - Autonomie, (informationelle) Selbstbestimmung, Informed Consent und Transparenz
 - Schutz der Privatsphäre, Anonymisierung, Pseudonymisierung, Datenschutz und Forschungsinteressen
 - Gemeinwohl, Sicherheit, Diskriminierung und Stigmatisierung
 - Gesellschaftliche Auswirkungen der Digitalisierung (z.B. auf Verteilungs- und Versorgungsgerechtigkeit, Teilhabe und Digital Divide)

Literatur:

- Deutscher Ethikrat. Big Data und Gesundheit – Datensouveränität als informationelle Freiheitsgestaltung (Stellungnahme). 2017. Verfügbar unter: <http://www.ethikrat.org/dateien/pdf/stellungnahme-big-data-und-gesundheit.pdf>
- Rubeis G. Ethics of Medical AI. Springer, 2024.
- Jäschke T. Datenschutz und Informationssicherheit im Gesundheitswesen: Grundlagen, Konzepte, Umsetzung. MWV Medizinisch Wiss. Ver; 2018.
- Lenhard TH. Datensicherheit: Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen gegen Datenverlust und Computerkriminalität. Springer Vieweg, Wiesbaden; 2017. doi:10.1007/978-3-658-17983-0
- Cohen G. Big Data, Health Law and Bioethics, Cambridge University Press, 2018, doi: 10.1017/9781108147972
- Forgó/Helfrich/Schneider, Betrieblicher Datenschutz, 3.Auflage, C.H.Beck, LexisNexis, 2019.
- Schickhardt, C., Winkler, E., Sax, U. et al. Dateninfrastrukturen für die Gesundheitsforschung. Bundesgesundheitsblatt 66, 160–167 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00103-022-03648-2>

sowie aktuelle Gesetzestexte und Verordnungen.

Seminar / betreutes Online-Lernen (E-Portfolio, web-basierte Gruppenarbeit)

Inhalte:

Vertiefende Diskussion der in der Vorlesung zu Datenschutz und ethischen Fragen vorgestellten Inhalte anhand von kurzen Beispielen, welche die Studierenden selbstständig erarbeiten und vorstellen.

Literatur:

Wird im Kurs bekannt gegeben

Statistical Machine Learning – KI und Datenanalyse <i>(Statistical Machine Learning – KI and Data Analysis)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 13		
Semesterlage	Wintersemester			
Angebotsturnus	jährlich			
Dauer	11 Wochen			
Verantwortliche/r	Dr. D. Wolff			
Ansprechpartner/in	Dr. D. Wolff			
Dozent/innen	Nee, S., Schneider, J., Schulz, A., Wolff, D., Wolff, J.			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	V „Statistical Machine Learning“ / 20 Lehrstunden bOL (Ü) „Statistical Machine Learning“ / 20 Lehrstunden S „Statistical Machine Learning“ / 11 Lehrstunden bOL (R) „Statistical Machine Learning“ / 12 Lehrstunden bOL (PGA) „Statistical Machine Learning“ / 28 Lehrstunden			
Leistungspunkte	5 LP			
Präsenzstudium / Selbststudium	65 Stunden / 85 Stunden			
Art des Praktikums	betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit)			
Lehrformate	Online-Vorlesung, betreutes Online-Lernen (Online-Übungen, Repetitorien, web-basierte Projekt-/Gruppenarbeit), Seminar an Präsenztagen			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	- / 24			
Sprache	Deutsch			
Voraussetzungen	Teilnahmevoraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme am Modul „BD P 06: Grundlagen der Programmierung“ Grundlagen Datenwissenschaften, Grundlagen Programmierung sowie Package Management in Python			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	85 % der Übungsaufgaben müssen bestanden sein für die Zulassung zur Prüfung			
Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck Das Modul vermittelt grundlegende Machine Learning Techniken und deren Anwendung in den Life Sciences. Die Studierenden setzen sich mit den Machine Learning Techniken auseinander und lernen die dazu gehörenden Begrifflichkeiten kennen sowie deren Anwendungsbedeutung bezüglich biowissenschaftlicher Fragestellungen.				
Kompetenzen Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, geeignete Machine Learning Modelle für diverse Problemstellungen zu identifizieren. Sie können diese praktisch umsetzen und die Ergebnisse kritisch evaluieren.				

Online-Vorlesung

- Unterschied klassische Statistik & ML
- Unterschied Algorithmik & Machine/Deep Learning
- Trainingsarten
- Decision Trees und Random Forest
- Clustering
- Qualitätsbewertung
- Datenvorverarbeitung, -qualität
- Dimensionsreduktion
- Bayes (-Satz, -Netz, -Klassifikator)
- (Hidden) Markov Modell
- Support Vector Machine (SVM), Kernel Trick
- Lineare Separierbarkeit
- Künstliche Neuronale Netze
- Automatisiertes Hyperparametertuning
- Explainable Artificial Intelligence

Literatur:

- [1] Artificial Intelligence - A Modern Approach, Stuart J. Russell and Peter Norvig, ISBN 0-13-103805-2
[2] Deep Learning with Keras, Antonio Gulli, ISBN 978-1787128422

betreutes Online-Lernen (E-tivities, E-Portfolio, web-basierte Gruppenarbeit)

Inhalte:

Wöchentliche Übungsaufgaben begleitend zum Vorlesungsthema. Anwendung der erlernten Theorie auf realitätsnahe biomedizinische Daten. Die Aufgaben beinhalten sowohl die Implementierung in Python und die Bewertung der Ergebnisse.

Literatur:

Wird von der/dem jeweiligen Betreuer/in bekannt gegeben.

Masterarbeit mit „Scientific Writing/Reading/Presentation“ und Kolloquium <i>(Master Thesis incl. „Scientific Writing/Reading/Presentation“ and Colloquium)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD P 14		
Semesterlage	Sommersemester			
Angebotsturnus	Jährlich			
Dauer	6 Monate			
Verantwortliche/r	Prüfungsberechtigte des Studiengangs Biomedizinische Datenwissenschaft			
Ansprechpartner/in	Prüfungsberechtigte des Studiengangs Biomedizinische Datenwissenschaft / Studiengangskoordination			
Dozent/innen	Prüfungsberechtigte des Studiengangs Biomedizinische Datenwissenschaft			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	S „Scientific Writing/Reading/Presentation“ / 30 Lehrstunden Masterarbeit / 870 Lehrstunden			
Leistungspunkte	30 LP			
Präsenzstudium / Selbststudium	30 Stunden / 870 Stunden			
Art des Praktikums	Abschlussarbeit			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	-			
Sprache	Deutsch oder Englisch			
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnis der Inhalte der Module des 1.-3. Semesters im Masterstudiengang Biomedizinische Datenwissenschaft			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	Teilnahme am Kurs „Scientific Writing/Reading/Presentation“, prakt. Arbeit der Masterarbeit			
Prüfungsleistungen	schriftliche Masterarbeit (70%), Kolloquium (30%)			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck Selbständige Planung und Durchführung einer wissenschaftlichen Arbeit.				
Kompetenzen Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, in einer vorgegebenen Frist eine (bio-)medizinische Fragestellung selbständig unter Einsatz datenwissenschaftlicher Methodik zu bearbeiten und weiterzuentwickeln. Sie erstellen eine wissenschaftliche Arbeit unter Berücksichtigung der Quellen sowie der formalen Rahmenbedingungen. Die Absolvent/innen sind in der Lage, Ihre Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und zu beurteilen, diese mit Literatur zu vergleichen, sie zusammenzufassen und einem Fachpublikum vorzustellen. Im Vortrag reflektieren die Studierenden die Inhalte ihrer Arbeit und geben eine kritische Zusammenfassung.				

Masterarbeit
Inhalte:
Thematik aus aktuellem, (bio-)medizinisch/datenwissenschaftlich relevantem Bereich der Naturwissenschaften.
Literatur:
Themenspezifisch, wird von der/dem jeweiligen Betreuer/in bekannt gegeben.

WP-Modul I: Angewandte Datenanalyse <i>(Elective modul I: Applied Data Analysis)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD WP 01		
Semesterlage	Sommersemester			
Angebotsturnus	jährlich			
Dauer	3 Wochen			
Verantwortliche/r	Prüfungsberechtigte/r des Studiengangs Biomedizinische Datenwissenschaft			
Ansprechpartner/in	Prüfungsberechtigte/r des Studiengangs Biomedizinische Datenwissenschaft / Studiengangskoordination			
Dozent/innen	Prüfungsberechtigte des Studiengangs Biomedizinische Datenwissenschaft			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	P / S „Angewandte Datenanalyse“ / 120 Lehrstunden			
Leistungspunkte	5 LP			
Präsenzstudium / Selbststudium	120 Stunden / 30 Stunden			
Art des Praktikums	Kleingruppenprojekt			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	-			
Sprache	Deutsch / Englisch			
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnis der Inhalte der Module des 1. Semesters im Masterstudiengang Biomedizinische Datenwissenschaft			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	regelmäßige Anwesenheit, Projektdurchführung, Praktikumsbericht			
Prüfungsleistungen	-			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck				
Die Studierenden absolvieren eigeninitiativ ein 3-wöchiges Praktikum in einem der unten genannten Themengebiete. Vermittlung grundlegender Zusammenhänge und deren Anwendung zu dem jeweils gewählten Themengebiet.				
Kompetenzen				
Die Studierenden wenden ihre theoretischen und praktischen Kompetenzen auf dem Gebiet der Biomedizinischen Datenwissenschaften in Form einer Fragestellung an. Die Teilnehmer/innen vertiefen ihre methodischen Grundlagen sowie ihre Selbstorganisation, aber auch ihre Fähigkeit im Team zu arbeiten. Sie erweitern ihre Kenntnisse der selbstständigen wissenschaftlichen und experimentellen Arbeit und können unterschiedliche Methoden zur Lösung einer Fragestellung vergleichen und die geeignete auswählen. Die Studierenden sind in der Lage, die erhaltenen Ergebnisse zu beurteilen und diese fachgerecht darzustellen.				
Praktikum				
Inhalte:				
Spezielle und vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten innerhalb eines der folgenden Themengebiete:				
<ul style="list-style-type: none"> - Medizinische Mikrobiologie, Genexpression, Omics-Technologien (Proteomics, Transcriptomics, Metabolomics, Glycomics, Genomics), Bildgebende Verfahren, Elektronenmikroskopie 				
Literatur:				
Wird von der/dem jeweiligen Betreuer/in bekannt gegeben.				

WP-Modul II: Angewandte Datenanalyse <i>(Elective modul II: Applied Data Analysis)</i>		M.Sc. Biomedizinische Datenwissenschaft BD WP 02		
Semesterlage	Wintersemester			
Angebotsturnus	jährlich			
Dauer	6 Wochen			
Verantwortliche/r	Prüfungsberechtigte/r des Studiengangs Biomedizinische Datenwissenschaft			
Ansprechpartner/in	Prüfungsberechtigte/r des Studiengangs Biomedizinische Datenwissenschaft / Studiengangskoordination			
Dozent/innen	Prüfungsberechtigte des Studiengangs Biomedizinische Datenwissenschaft			
Art der Lehrveranstaltung / Lehrstunden	P / S „Angewandte Datenanalyse“ / 240 Lehrstunden			
Leistungspunkte	10 LP			
Präsenzstudium / Selbststudium	240 Stunden / 60 Stunden			
Art des Praktikums	Kleingruppenprojekt			
Minimale / maximale Zahl von Teilnehmer/innen	-			
Sprache	Deutsch / Englisch			
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnis der Inhalte der Module des 1. und 2. Semesters im Masterstudiengang Biomedizinische Datenwissenschaft			
Verwendbarkeit	Master Biomedizinische Datenwissenschaft			
Studienleistungen	regelmäßige Anwesenheit, Projektdurchführung, Praktikumsbericht, Ergebnispräsentation			
Prüfungsleistungen	-			
Qualifikationsziel(e) / Modulzweck				
Die Studierenden absolvieren eigeninitiativ ein Praktikum in einem der unten genannten Themengebiete. Innerhalb des 6-wöchigen Praktikums wird in der Regel ein individuell betreutes kleines Forschungsprojekt durchgeführt. Vermittlung grundlegender Zusammenhänge und deren Anwendung zu dem jeweils gewählten Themengebiet.				
Kompetenzen				
Die Studierenden wenden ihre theoretischen und praktischen Kompetenzen auf dem Gebiet der Biomedizinischen Datenwissenschaften in Form einer Fragestellung an. Die Teilnehmer/innen vertiefen ihre methodischen Grundlagen sowie ihre Selbstorganisation, aber auch ihre Fähigkeit im Team zu arbeiten. Sie erweitern ihre Kenntnisse der selbstständigen wissenschaftlichen und experimentellen Arbeit und können unterschiedliche Methoden zur Lösung einer Fragestellung vergleichen und die geeignete auswählen. Die Studierenden sind in der Lage, die erhaltenen Ergebnisse zu beurteilen und diese fachgerecht darzustellen.				
Praktikum				
Inhalte:				
Spezielle und vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten innerhalb eines der folgenden Themengebiete: - Onkologie, Infektionsbiologie, Virologie, Immunologie, Radiologie, Klinische Studien, Kardiologie, Epidemiologie				
Literatur:				
Wird von der/dem jeweiligen Betreuer/in bekannt gegeben.				