

# Masterstudium Molekulare Medizin

## Master's Program in Molecular Medicine

### **Wahlmodule / Elective modules (15 ECTS credits)\***

WM1: Genetics-Epigenetics-Genomics

WM3: Molecular Diagnostics

WM4: Molecular Cell Biology

### **Wahlmodule / Elective modules (7,5 ECTS credits)\***

WM2: 3-D Bioprinting and Rapid Prototyping in Biomedicine

WM5: Structural Biology

WM6: Metabolomics

WM7: Computer- und Systems Biology

WM8: Biological Information Systems

WM9: Protein Purification / Proteomics

WM10: Stem Cell-based Models for Development and Disease

\* Für weitere Informationen bitte den aktuellen Studienplan beachten / for details see the latest study plan (Studienplan)

WM 1

# *Genetik, Epigenetik, Genomik*

## **Modul-Information**

### ***Koordinatorin***

Johanna Schachtl-Riess

(Institut für Genetische Epidemiologie)

### ***Credits***

15 ECTS

### ***Abhaltung***

Wintersemester

## **Kurzinhalt**

- Sequenzierung und Genotypisierung
- Untersuchung von Chromatin, Chromosomen und Chromosomenaberrationen
- RNA und deren Funktion in biologischen Systemen
- Epigenetische Veränderungen an Chromatin (DNA und Histone)
- Chromatin Remodeling
- Therapie von Erkrankungen mit Pharmaka, die auf der Ebene epigenetischer Veränderungen wirksam sind
- Gentransfer und Gentherapie

WM 1

# *Genetics, Epigenetics, Genomics*

## **Module-Information**

### ***Coordinator***

Johanna Schachtl-Riess

(Institute of Genetic Epidemiology)

### ***Credits***

15 ECTS

### ***Term***

Winter Semester

## **Course Content**

- Sequencing and genotyping
- Study of chromatin, chromosomes and chromosome aberrations
- RNA and its function in biological systems
- Epigenetic changes in chromatin (DNA and histones)
- Chromatin remodeling
- Treatment of diseases with pharmaceuticals that function through epigenetic changes
- Gene transfer and gene therapy

WM 2

## *3-D Bioprinting und Prototypisierung in der Biomedizin*

### **Modul-Information**

#### ***KoordinatorInnen***

Judith Hagenbuchner / Michael  
Außerlechner

(Universitätsklinik für Pädiatrie II/I)

#### ***Credits***

7,5 ECTS

#### ***Abhaltung***

Sommersemester

### **Kurzinhalt**

- Prinzipien des „tissue engineering“
- Herstellung von 3D Sphären/Mini-Tumoren mittels magnetic bioprinting
- 3D Druck von Hydrogelen/BioInks und deren Analyse mittels Fluoreszenzmikroskopie, Lumineszenzassays und Histologie
- Vergleich von 2D und 3D Kulturen in Bezug auf Genexpression und Epigenetics
- iPSC Technologie zur Herstellung von Stammzellen, Krebsstammzellen und Organoid Züchtung in 3D gedruckten Mikrobioreaktoren
- Analyse, Konvertierung und Slicing makroskopischer und mikroskopischer 3D Daten (Konfocal Mikroskopie, CT, MikroCT)
- Einführung in technisches CAD design (FreeCAD) und Grundlagen der Mikroprozessor Programmierung für „rapid prototyping“ Anwendungen in biomedizinischer Forschung.

WM 2

## *3-D Bioprinting and Rapid Prototyping in Biomedicine*

### **Module-Information**

#### ***Coordinators***

Judith Hagenbuchner / Michael  
Außerlechner

(Department of Pediatrics II/I)

#### ***Credits***

7,5 ECTS

#### ***Term***

Summer Semester

### **Course Content**

- Principles of „tissue engineering“
- Generation of 3D-spheres / mini-tumors via magnetic bioprinting
- 3D-print of hydrogels/BioInks and analysis by fluorescence microscopy, luminescence assays and histology
- Study of gene expression and epigenetics of 2D and 3D cultures
- Use iPSC technology for the generation of stem cells, cancer stem cells and organoids in 3D printed microbioreactors
- Analysis, conversion and slicing of macroscopic and microscopic 3D data (confocal microscopy, CT, microCT)
- Introduction to technical CAD design (FreeCAD) and basics of microprocessor programming for „rapid prototyping“ applications in biomedical research

WM 3

# Molekulare Diagnostik

## Modul-Information

### **Koordinatorin**

Claudia Manzi

(Institut für Pathologie, Neuropathologie  
und Molekularpathologie)

### **Credits**

15 ECTS

### **Abhaltung**

Wintersemester

## Kurzinhalte

Humangenetik: Molekulargenetische Labordiagnostik, wichtige Krankheitsbilder unter Berücksichtigung von Mutationstypen mit Genotyp-Phänotyp-Korrelation, Ergebnisdokumentation und Interpretation.

Virologie: Molekulare Infektionsdiagnostik, häufige infektiologische Krankheitsbilder, Etablierung eines qualitätsgesicherten, infektiologischen Diagnostik-Labors, Testauswertung, Dokumentation, Bewertung, Interpretation.

Bildgebende Molekulare Diagnostik: Aktuelle Verfahren der Molekularen Bildgebung, Grundlagen Radioaktivität und Strahlenschutz, Darstellung molekularer Prozesse, Klinische und präklinische Anwendungsmöglichkeiten, Erkennen, Sterisches Verständnis und digitale Darstellung diagnostischer Bilddaten.

Forensisch-Molekulare Diagnostik: Spurenarten, Molekularbiologische Methoden zur Feststellung der Humanspezifität, Moderne Varianten des DNA-Fingerprintings, Analyseplattformen, Auffinden, Sichern und Analysieren von Tatortspuren, Bewertung der Ergebnisse durch biostatistische Methoden, Datenbank-Recherchen und phylogenetische Analyse.

Pathologie, Neuropathologie und Molekular Pathologie: DNS Isolierung aus FFPE Material, Idylla & PCR Techniken, Pyro-Sequenzierung, FISH-Analyse, Daten Analyse und Erstellung eines technischen Befundes

Department für Kinder- und Jugendheilkunde/Pädiatrie I, Molekulargenetisches Labor: Vorstellung eines Patienten, Schnelltest-Verfahren (Urin- oder Blutbasierende Testverfahren), Analyse von Metaboliten, Genetische Linkage Analyse, Exom- und Genom-Sequenzierung

WM 3

# Molecular Diagnostics

## Module-Information

### **Coordinator**

Claudia Manzl

(Institute of Pathology, Neuropathology and Molecular Pathology)

### **Credits**

15 ECTS

### **Term**

Winter Semester

## Course Content

Human genetics: Moleculargenetic laboratory diagnostics, important disease patterns in due consideration of mutation types with genotype-phenotype correlation, documentation of results and interpretation.

Virology: Molecular infection diagnostics, common infectious disease patterns, establishing a quality-assured infectiological diagnostics laboratory, test evaluation, documentation, assessment, interpretation.

Imaging Molecular Diagnostics: The latest methods of molecular imaging, fundamentals of radioactivity and protection against radiation, imaging of molecular processes, possible clinical and preclinical applications, identifying, understanding of steric concepts and digital imaging of diagnostic image data.

Forensic-Molecular Diagnostics: Types of evidence, molecular biological methods to determine human specificity, modern variants of DNA fingerprinting, analysis platforms, searching, securing and analysing evidence, assessment of findings through biostatistical methods, research in databases and phylogenetical analysis.

Pathology, Neuropathology and Molecular Pathology: DNA Isolation from FFPE Material, Idylla & PCR Techniques, Pyro-Sequencing, FISH-Analysis, Data analysis & technical report

Department of Child and Adolescent Health/Pediatrics I – Molecular genetics Laboratory: Patient examination, Rapid tests: (urine- or blood-based tests), Analysis of metabolites, Genetic linkage analysis, Exome- and genome sequencing

WM 4

# Molekulare Zellbiologie

## Modul-Information

### **Koordinatorin**

Mariana Eca Guimaraes Araujo

(Institut für Zellbiologie)

### **Credits**

15 ECTS

### **Abhaltung**

Sommersemester

## Kurzinhalt

- Genetisch-modifizierte Modellsysteme (e.g. Mäuse, Hefe)
- Intrazelluläre Protein Lokalisation / Protein-Abbau / Lysosom / Proteasom / Autophagie
- Signaltransduktion durch Wachstumsfaktoren und Nährstoffe
- Zelldifferenzierung; intrazellulärer Protein Transport
- Zytoskelett; Fluoreszenz Mikroskopie (Indirekte Immunfluoreszenz und 'live cell')
- Mutagenese mit 'inverse-PCR' Klonierung; Testen von Mutationen *in vivo* durch Gen-Komplementation in primären knock-out Zelllinien und Hefe
- Etablierung primärer Zellkulturen (MEFs)
- Fluorescence Live Cell Microscopy für funktionelle Tests *in vivo*
- Rekombinante Genexpression in *E.coli* und Protein Reinigung; Expressions-Analysen
- Protein-Protein Interaktionen; Reporter Assays
- Funktion und Detektion von post-translationalen Modifikationen (e.g. Phosphorylierung)



WM 4

# *Molecular Cell Biology*

## **Module-Information**

### ***Coordinator***

Mariana Eca Guimaraes Araujo  
(Institute of Cell Biology)

### ***Credits***

15 ECTS

### ***Term***

Summer Semester

## **Course Content**

- Molecular mechanisms for the construction and function of cells
- Genetically modified model systems (e.g. mice, yeast)
- Protein localisation, protein degradation, lysosome, proteasome, autophagy
- Signal transduction through growth factors and nutrients
- Cell differentiation, intracellular protein transport, cytoskeleton
- Fluorescence microscopy (indirect immunofluorescence and 'live cell')
- Mutagenesis with 'inverse PCR' cloning
- Establishing primary cell cultures (MEFs)
- Fluorescence live cell microscopy for functional tests in vivo
- Recombinant gene expression in *E. coli* and protein purification
- Protein-protein interaction; function and detection of post post-translational modifications (e.g. phosphorylation)
- Reporter assays

WM 5

# Strukturbiologie

## Modul-Information

### **Koordinator**

Klaus Scheffzek

(Institut für Biologische Chemie)

### **Credits**

7,5 ECTS

### **Abhaltung**

Sommersemester

## Kurzinhalt

Biomolekulare Kristallographie: Molekulare Ansichten in atomarem Detail, Röntgenbeugung, Elektronendichteverteilung, Fourier-Analyse und Synthese, Kristallisation biologischer Makromoleküle, Schweratommarkierung, Enzymatische Mechanismen, Strukturelle und funktionelle Auswirkungen von (pathogenen) Mutationen, Protein-Protein-Interaktion, Verfeinerung und Validierung biomolekularer Strukturmodelle, Strukturelle Realisation von Proteinfunktionen, Röntgen-Strahlungsquellen und Detektoren.

NMR Spektroskopie: Strukturen von Biomolekülen in Lösung, Dynamische Prozesse, Funktionsmechanismen molekularer Prozesse, Messung und Auswertung von NMR Spektren, Isotopenmarkierung, NMR-Spektrometer, Fouriertransformation.

WM 5

# Structural Biology

## Module-Information

### **Coordinator**

Klaus Scheffzek

(Institute of Biological Chemistry)

### **Credits**

7,5 ECTS

### **Term**

Summer Semester

## Course content

Biomolecular crystallography: Molecular images in atomic detail, X-ray diffraction, electron density distribution, Fourier analysis and synthesis, crystallisation of biological macromolecules, tagging of heavy atoms, enzymatic mechanisms, structural and functional consequences of (pathogenic) mutations, protein-protein interaction, refinement of validation of biomolecular structural models, structural realisation of protein functions, X-ray radiation sources and detectors.

NMR Spectroscopy: Structures of biomolecules in solution, dynamic processes, mechanisms of molecular processes, measuring and analysis of NMR spectra, isotope tagging, NMR spectrometer, Fourier transformation.

WM 6

# Metabolomik

## Modul-Information

### **Koordinator**

Markus Keller

(Institut für Humangenetik)

### **Credits**

7,5 ECTS

### **Abhaltung**

Sommersemester

## Kurzinhalt

- Bioanalytische Quantifizierung von kleinen Molekülen, insbes. von polaren und apolaren Metaboliten/Lipiden
- Hochleistungsflüssigkeits-chromatographie (HPLC) in Kombination mit targeted und untarged Tandem-Massenspetrometrie
- Triple Quadrupol-Massenspektrometer
- Time-of-flight-Massenspektrometer
- Pharmakokinetik von kleinen Wirkstoff-Molekülen
- Computer-assitierte Identifikation von Analyten
- Diagnose und Therapie-Monitoring von angeborenen Stoffwechselerkrankungen mittels Metaboliten-Signaturen aus Patientenzellen.

WM 6

# Metabolomics

## Module-Information

### **Coordinator**

Markus Keller

(Institute of Human Genetics)

### **Credits**

7,5 ECTS

### **Term**

Summer Semester

## Course content

- Bioanalytic quantification of small molecules, in particular of (non-)polar metabolites / lipids
- High performance liquid chromatography (HPLC) in combination with targeted and untargeted tandem mass spectrometry
- Triple quadrupole mass spectrometer
- Time-of-flight mass spectrometer
- Pharmacokinetics of smallmolecules
- Computer assisted analysis of analytes
- Diagnosis and therapy-monitoring of innate metabolic diseases via metabolite-signatures from patient cells

WM 7

# Computer- und Systembiologie

## Modul-Information

### **Koordinator**

Zlatko Trajanoski

(Institut für Bioinformatik)

### **Credits**

7,5 ECTS

### **Abhaltung**

Sommersemester

## Kurzinhalt

- Analyse von multimodalen Daten für personalisierte Medizin – Der Fokus liegt auf der Analyse von Proteomicsdaten, Einzelzelldaten (single-cell RNAseq, FACS, CyTOF), und eingescannte Histologie-Bilder für Präzisionsonkologie
- Protein-Datenbanken, und Netzwerke von Protein-Protein-Interaktionen
- Analyse von Einzelzelldaten / Digitale Histologie / Integration multimodaler Daten
- Datenvisualisierung, Datenethik
- Computermethoden für die Entwicklung von neuen und effektiveren Wirkstoffen.

WM 7

# Computer- und Systems Biology

## Module-Information

### **Coordinator**

Zlatko Trajanoski

(Institute of Bioinformatics)

### **Credits**

7,5 ECTS

### **Term**

Summer Semester

## Course content

### Digital Medicine

- Computational methods for the analyses of multimodal data for personalized medicine
- Analysis of proteomics data, single-cell data (single-cell RNAseq, FACS, CyTOF) and scanned histology images for precision oncology
- Protein databases and networks of protein-protein interactions; analysis of single-cell data; digital histology, integration of multimodal data; data visualisation; data ethics

### Computational Drug Discovery

- Computational methods for the discovery of new, effective, and safe bioactive molecules
- Study the different stages of drug discovery as well as pharmacodynamic and pharmacokinetic aspects
- Molecular interactions; physicochemical properties; hit Identification; compound Optimization

WM 8

# Bioinformatik

## Modul-Information

### **Koordinator**

Zlatko Trajanoski

(Institut für Bioinformatik)

### **Credits**

7,5 ECTS

### **Abhaltung**

Wintersemester

## Kurzinhalt

- Analyse individueller Genome
- Interpretation und Priorisierung von Genvarianten bei Erkrankungen
- integrative Datenanalyse
- Methoden und Systeme für klinische Entscheidungsunterstützung
- Vorhersage von Protein-Strukturen und Funktionen
- molekulare Modellierung
- Strukturdatenbanken



WM 8

# *Biological Information Systems*

## **Module-Information**

### ***Coordinator***

Zlatko Trajanoski

(Institute of Bioinformatics)

### ***Credits***

7,5 ECTS

### ***Term***

Winter Semester

## **Course Content**

- Analysis of individual genomes
- interpretation and prioritisation of gene variants when it comes to diseases
- integrative data analysis
- methods and systems to assist clinical decision making
- prediction of protein structures and functions
- molecular modelling
- structural databases

WM 9

# Protein Reinigung / Proteomik

## Modul-Information

### **Koordinatorin**

Katrin Watschinger

(Institut für Biologische Chemie)

### **Credits**

7,5 ECTS

### **Abhaltung**

Wintersemester

## Kurzinhalt

- *Ortsspezifische Mutagenese einer Dehydrogenase.* Expression einer rekombinanten Dehydrogenase in E.coli, Streptag-Affinitätschromatographie, SDS-Gelelektrophorese, Dehydrogenase-Enzymassay mit fluoreszenzmarkiertem Substrat und HPLC mit Fluoreszenzdetektion.
- *Proteinextraktion und Tandem-Affinitätsreinigung.* Silberfärbung, Western Blotting, Proteinidentifikation mittels LC-MS-MS, Expression und Reinigung von rekombinanten Enzymen für die Molekularbiologie aus E. coli. Affinitätschromatographie, Gelfiltration, Ionenaustausch-Chromatographie
- *Proteinanalytik.* Protein- und Peptidseparierung mittels RP-HPLC und Kapillarelektrophorese, Labeling Strategien, Peptidcharakterisierung mittels Massenspektrometrie (MS), Auswertung von MS-Daten, Datenbanksuche. Identifikation von Proteinen, von post-translationalen Modifikationen (PTM) und von Mikrosequenzvarianten; quantitative Proteomics; Quantifizierung von Biomarkern und derer PTM

WM 9

## *Protein Purification / Proteomics*

### **Module-Information**

***Coordinator***

Katrin Watschinger

(Institute of Biological Chemistry)

***Credits***

7,5 ECTS

***Term***

Winter Semester

### **Course Content**

- *Site-directed mutagenesis of a dehydrogenase.* Expression of recombinant dehydrogenase in E.coli, Strep-tag affinity chromatography, SDS-PAGE, Coomassie staining, enzymatic dehydrogenase assay using fluorescently-labelled substrate, HPLC separation and fluorescence detection
- *Protein extraction and tandem affinity chromatography.* Silver stain, Western blotting, protein identification using LC-MS/MS, expression and purification of recombinant enzymes for molecular biology from E.coli, affinity chromatography, gel filtration and ion exchange chromatography
- *Protein analytics.* Protein and peptide separation using RP-HPLC and capillary electrophoresis, labelling strategies, peptide characterization using MS, analysis of MS data, data base searches, identification of proteins, of post-translational modifications and micro sequence variants, quantitative proteomics, quantification of biomarkers and their post-translational modifications

WM 10

# *Stammzellen: Modellierung von Entwicklung und Krankheit*

## **Modul-Information**

### ***Koordinatorin***

Roxana Deleanu

(Institut für Neuroanatomie)

### ***Credits***

7,5 ECTS

### ***Abhaltung***

Sommersemester

## **Kurzinhalt**

- Entwicklung des menschlichen Embryos und das Hühner-Embryo Modell
- Embryonale Stammzellen und die Pluripotenz Stadien
- Gastrulation, neurale Induktion und der trilaminare Embryo
- Endoderm-, Mesoderm- und Ektoderm Derivate; Organogenese
- Neuprogrammierung und induzierte pluripotente Stammzellen (iPS)
- iPS-Zelldifferenzierung in 2D- und 3D-Zellkulturen als Entwicklungsmodelle (Gastrula, Herz, ZNS, PNS)
- iPS-Zellen als Krankheitsmodelle
- Glioblastom-/Neuroblastom Zellen im Vergleich zu neuronalen Stamm-/Neuralleisten Zellen

WM 10

# *Stem Cell-based Models for Development and Disease*

## **Module-Information**

### ***Coordinator***

Roxana Deleanu

(Institute for Neuroanatomy)

### ***Credits***

7,5 ECTS

### ***Term***

Summer Semester

## **Course Content**

- Human embryo development and the chick embryo model
- Embryonic stem cells and the pluripotency stages
- Gastrulation, neural induction and the trilaminar embryo
- Endoderm, mesoderm and ectoderm derivatives; organogenesis
- Reprogramming and the induced pluripotent stem (iPS) cells
- iPS cell differentiation in 2D and 3D cell cultures as development models (gastrula, heart, CNS, PNS)
- iPS cells as disease models
- Glioblastoma/neuroblastoma cells versus neural stem/neural crest cells