

Philipps



Universität  
Marburg

# Modulhandbuch

für den Studiengang  
„Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“  
mit dem Abschluss Master of Science

Vers. September 2022

## Inhalt

<b>Basismodule</b> .....	<b>2</b>
Einführung in die Neurowissenschaften .....	2
Einführung in die Statistik für die Neurowissenschaften .....	3
<b>Aufbaumodule</b> .....	<b>4</b>
Klinische Neurobiologie I .....	4
Molekulare Embryologie und Entwicklungsgenetik.....	6
Molekulare Neuroanatomie I.....	7
Molekulare Neurophysiologie I .....	8
Neurobiochemie I.....	9
Neuronale Signaltransduktion I.....	10
Pathobiochemie und Pharmakologie des neuronalen Zelltods.....	11
<b>Vertiefungsmodule</b> .....	<b>13</b>
Entwicklungsbiologische Zellbiologie.....	13
Klinische Neurobiologie II .....	14
Molekulare Neuroanatomie II.....	15
Molekulare Neurophysiologie II .....	16
Neurobiochemie II.....	17
Neuronale Signaltransduktion II.....	18
Pathobiochemie und Pharmakologie des neuronalen Zelltods II.....	19
<b>Profilmodule</b> .....	<b>21</b>
Berufspraxis .....	21
Methodenkenntnisse.....	21
Neuropharmakologie .....	22
Schlüsselkompetenzen.....	23
<b>Abschlussmodul</b> .....	<b>25</b>
Masterarbeit (MZN).....	25

## Basismodule

	<b>Einführung in die Neurowissenschaften</b>
Leistungspunkte	12 LP
Verpflichtungsgrad	Pflichtmodul
Niveaustufe	Basismodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte: Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Struktur und Funktion des Nervensystems, beginnend beim Aufbau einer Nervenzelle über die Darstellung sensorischer und motorischer Systeme bis hin zur Diskussion komplexer kognitiver Fähigkeiten und ihrer Störungen beim Menschen. Einen zweiten Schwerpunkt bildet der Überblick über neurowissenschaftliche Mess-, Experimentier-, und Analyseverfahren.</p> <p>Qualifikationsziele: Die Studierenden kennen die zentralen Themenfelder der Neurobiologie und können grundlegende neurobiologische Fachinhalte erklären. Zusätzlich kennen sie die Arbeitsfelder der am Studiengang beteiligten Lehrenden und können eine gezielte Entscheidung über ihre Spezialisierung im Studiengang treffen. Die Studierenden können internationale Fachpublikationen zu neurowissenschaftlichen Themen verstehen, kritisch werten und in englischer Sprache verständlich präsentieren. Sie sind in der Lage, sich an der Diskussion über Fachliteratur aktiv zu beteiligen.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	<p>VL: Einführung in die Neurowissenschaften 2 x 2 SWS (identisch mit der Vorlesung des gleichnamigen Moduls im Studiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“)</p> <p>SE: Einführung in die Neurowissenschaften 2 x 2 SWS (identisch mit dem Seminar des gleichnamigen Moduls im Studiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“)</p>
Arbeitsaufwand	<p>Vorlesung: Präsenz und Nachbereitung (120 h)</p> <p>Seminar: Präsenz und Nachbereitung (120 h)</p> <p>Referatsvorbereitung und –durchführung (30 h)</p> <p>Schriftliche Prüfungen zur VL: Vorbereitung (90 h)</p>
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
Verwendbarkeit des Moduls	MSc „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“ und MSc „Kognitive und Integrative Systemneurowissenschaften“
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	<p><u>Studienleistung:</u> Referat</p> <p><u>Prüfungsleistungen:</u> 2 schriftliche Prüfungen</p> <p>Beide Prüfungen müssen bestanden sein.</p>
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes 2. Semester
Beginn des Moduls	Wintersemester

Lehrende	Alle Dozenten/innen der Studiengänge MSc „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“ und MSc „Kognitive und Integrative Systemneurowissenschaften“
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Dominik Endres

	<b>Einführung in die Statistik für die Neurowissenschaften</b>
Leistungspunkte	6 LP
Verpflichtungsgrad	Pflichtmodul
Niveaustufe	Basismodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte: In diesem Modul wird zunächst die Notwendigkeit für Inferenzstatistik an Beispielen aus der Neurowissenschaft erläutert. Dann werden die mathematischen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie aus der Bayes'schen Perspektive behandelt. Bayes'sche Hypothesentests werden mit traditionellen frequentistischen Ansätzen kontrastiert. Weitere Inhalte sind Wahrscheinlichkeitslogik und kausale Analyse. Die Vorlesung wird von einer Übung begleitet, die in der Statistik-Programmiersprache R abgehalten wird.</p> <p>Qualifikationsziele: Die Studierenden kennen die Grundlagen der (Bayes'schen) Wahrscheinlichkeitstheorie und sind imstande, für eigene Forschungsfragestellungen relevante statistische Tests auszuwählen oder zu konstruieren und in R zu implementieren. Sie können kausale Zusammenhänge von korrelativen Beziehungen systematisch unterscheiden. Sie können in der Literatur berichtete Analysen auf ihre Angemessenheit bezüglich einer Forschungsfragestellung evaluieren.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Vorlesung 1 SWS Übung 3 SWS
Arbeitsaufwand	Vorlesung: Präsenz, Vor- und Nachbereitung 45h Übung: Präsenz und Heimarbeit 135h, 12 Übungsblätter
Lehr- und Prüfungssprache	Deutsch/Englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
Verwendbarkeit des Moduls	MSc „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“ und MSc „Kognitive und Integrative Systemneurowissenschaften“
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	<u>Studienleistung</u> : Bearbeitung von 60% der Übungsaufgaben (insges. 12 Übungsblätter) <u>Prüfungsleistung</u> : Klausur oder E-Klausur
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes 2. Semester
Beginn des Moduls	Wintersemester
Lehrende	Prof. Dr. Dominik Endres
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Dominik Endres

## Aufbaumodule

	<b>Klinische Neurobiologie I</b> <i>Importmodul aus dem Studiengang „Kognitive und Integrative Systemneurowissenschaften“</i>
Leistungspunkte	12 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Aufbaumodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte:            In diesem Modul sollen praxisorientiert wichtige Labormethoden klinischer neurowissenschaftlicher Forschung vermittelt werden. Die Veranstaltungen sind in den Kliniken für Neurologie und Neurochirurgie angesiedelt. In einer interdisziplinären Blockveranstaltung zu Beginn des Semesters werden die Grundlagen aktueller Methoden gelehrt, die in der neurowissenschaftlichen Forschung in beiden Kliniken Einsatz finden.</p> <p>Methoden:            Ein methodischer Schwerpunkt liegt dabei insbesondere auf der humanen Elektrophysiologie (128-Kanal Oberflächen- Elektroenzephalografie, intrakranielle Ableitungen in den Basalganglien und dem Hippocampus), der Tiefen Hirnstimulation bei Patienten mit Bewegungsstörungen, multimodale Bildgebung mittels MRT (z.B. fMRT, MR Spektroskopie, Diffusionsbildgebung) und Positronenemissionstomographie (PET). Es werden hierbei insbesondere die Parkinson-Erkrankung, sowie die Epilepsien untersucht. Darüber hinaus werden in der Laborforschung experimentelle Methoden der Neuro-Onkologie angewendet, die Zellkultur- als auch in vivo Methoden beinhalten.</p> <p>Beteiligte Arbeitsgruppen:            1. Die AG Eggers (Neurologie) beschäftigt sich mit bildgebenden und neuropsychologischen Aspekten der Parkinson-Erkrankung, wobei der Patient im Mittelpunkt steht. Die Studenten können in Bildgebungsstudien mit verschiedenen Modalitäten wie struktureller und funktioneller MRT oder PET und klinisch-neuropsychologischen Projekten mitarbeiten, die sich z.B. mit der Wahrnehmung eigener Krankheitssymptome oder Lebensqualität beschäftigen.            2. Der Fokus der AG Oehr/ Weber (Neurologie) liegt auf Erforschung der physiologischen Rolle neuronaler Oszillationen und deren Dysregulation bei neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen. Dies wird sowohl mit Oberflächen EEG, als auch mit Ableitungen direkt aus dem menschlichen Gehirn untersucht. Insbesondere erforscht die AG wie pathologische Oszillationen durch therapeutische Interventionen, wie Medikamente oder die Tiefe Hirnstimulation, moduliert werden.            3. Die AG Bopp (Neurochirurgie, Medizintechnologisches Labor) befasst sich mit Forschungsfragen rund um multimodale Bildgebung und Bildverarbeitung im gesamten Behandlungsverlauf (prä- / intra- / postoperativ) und der intraoperativen Neuronavigation. Aktuelle Forschungsschwerpunkte sind dabei die präoperative Lokalisation von Hirnfunktion (fMRT), hochauflösende Visualisierung von Faserbahnsystemen (DTI und komplexere Modelle), Tumormetabolismus (MR Spektroskopie), multimodale Integration in die Navigation, Genauigkeitsaspekte, Bildfusion (rigide, nicht linear), Qualitätssicherung bildgebender Verfahren und Dosismodulation.</p>

	<p>4. AG Bartsch (Neurochirurgie): Im Labor der Klinik für Neurochirurgie werden grundlegende Mechanismen der Tumorprogression (Transkriptionskontrolle), der Chemotherapie-Resistenz und der zellulären Invasion bearbeitet. Die AG verwendet dazu Primär-Tumormaterial von Patienten, um Tumor-Stammzellen aus Patienten zu isolieren. Die an Zellkulturen gewonnenen Erkenntnisse werden dann wiederum eingesetzt, um beispielsweise klinische Daten zu korrelieren, um z.B. die Rezidivbildung zu verstehen.</p> <p>Qualifikationsziele: Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse über Untersuchungsmethoden in der klinisch orientierten neurobiologischen Forschung erworben, mit methodischem Fokus auf elektrophysiologischen Ableitungen von Oberflächen- und Tiefenelektroden im Menschen, der Tiefen Hirnstimulation und verschiedenen bildgebenden Verfahren des Gehirns. Sie können elektrophysiologische, bildgebende und molekulare Datenerhebungs- und Analyseverfahren anwenden. Die Studierenden haben einen Überblick gewonnen, wie Forschungsprojekte in der neurobiologischen klinischen Forschung konzipiert sind. Sie verstehen, wie Experimente gestaltet sind und können Experimente planen, Versuchsdaten auswerten und nach wissenschaftlichen Standards präsentieren.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Laborpraktikum 6 Wochen Seminar 2 SWS
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden: 200 Vor- und Nachbereitung: 100 Prüfungsleistung: 60
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
Verwendbarkeit des Moduls	Aufbaumodul für den Master-Studiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<u>Prüfungsleistungen:</u> Praktikumsprotokoll (7LP) Seminar: Präsentation (5LP)
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Studien- und Prüfungsordnungen in Bachelor- und Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Das Modul wird jedes Semester angeboten
Beginn des Moduls	Wintersemester oder Sommersemester
Lehrende	Dr. Dr. Carina Oehr, Dr. Immo Weber, Prof. Dr. Lars Timmermann, Prof. Dr. Carsten Eggers, Andrea Greuel, Dr. Miriam Bopp, Prof. Dr. Jörg W. Bartsch, Marina Ruppert
Modulverantwortlicher	Marina Ruppert

	<b>Molekulare Embryologie und Entwicklungsgenetik</b> <i>Importmodul aus dem Studiengang „Molecular and Cellular Biology (Molekulare und Zelluläre Biologie)“, FB 17</i>
Leistungspunkte	12
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Aufbaumodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte: Entwicklung von Organen mit besonderem Fokus auf der Entstehung des Nervensystems. Es werden grundlegende molekulare Mechanismen der Organentwicklung vorgestellt und anhand von Beispielen aus der aktuellen Forschung illustriert. Daneben kommen verschiedene Tiermodelle und Zellkultursysteme zum Einsatz um praxisrelevante biochemische, molekularbiologische und entwicklungsbiologische Techniken zu erlernen. Im begleitenden Seminarteil wird die aktuelle Fachliteratur kritisch diskutiert und Aspekte der Übung werden weiter vertieft.</p> <p>Qualifikationsziele: Kenntnisse über molekulare Mechanismen der Organentwicklung einschließlich der Entwicklung des Nervensystems; selbstständige Konzeption und Durchführung entwicklungsbiologischer Experimente unter Anwendung der o.g. Methoden; Dokumentation, kritische Auswertung und fundierte Diskussion von Versuchen. Die Studierenden sind in der Lage, in einer Gruppe Forschungsergebnisse zu präsentieren und zu diskutieren.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Seminar „Mechanisms of Development“ (2 SWS) Übung „Regulationsmechanismen in der Entwicklung“ (2 SWS) Kurs „Anwendung molekularer Methoden in der vergleichenden Entwicklungsbiologie“ (4 Wochen ganztags)
Arbeitsaufwand	Seminar: 20 h Übung: 20 h Kurs: 160 h Selbststudium inkl. Vorbereitung und Ablegen der Prüfungen: 160 h
Ggf. Lehr- und Prüfungssprache	Deutsch / Englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang „Molecular and Cellular Biology (Molekulare und Zelluläre Biologie)“
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<u>Anwesenheitspflicht:</u> Im Seminar <u>Prüfungsleistungen:</u> Vortrag im Seminar (6 LP) Protokoll (6 LP)
Noten	Benotung des Gesamtmoduls nach § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg vom 13. September 2010
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes 2. Semester
Beginn des Moduls	Im Sommersemester
Lehrende	Prof. Dr. Annette Borchers, Prof. Dr. Christian Helker
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Annette Borchers

	<b>Molekulare Neuroanatomie I</b>
Leistungspunkte	12 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“
Niveaustufe	Aufbaumodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p><b>Inhalte:</b>  In diesem Modul sollen wichtige Labormethoden der molekularen und zellulären Neuroanatomie erlernt werden. Die Schwerpunkte liegen auf morphologischen Analysen (Immunfluoreszenzfärbungen), quantitativer Fluoreszenzmikroskopie an lebenden Zellen („Live-Cell-Imaging“) und Techniken der Elektrophysiologie (v.a. Patch-Clamp und extrazelluläre Ableitungen). In einem begleitenden Seminar werden im Rahmen der kritischen Analyse aktueller Fachpublikationen wichtige aktuelle Themen der Neurophysiologie, sowie spezielle methodische Kenntnisse vermittelt. Dabei werden ferner das eigenständige Erschließen aktueller Fachpublikationen sowie die Darstellung eigener Forschungsergebnisse in Vortrag und Fachdiskussion eingeübt.</p> <p><b>Qualifikationsziele:</b>  Die Studierenden besitzen Grundlagenkenntnisse zu zentralen Themen der Neuroanatomie und der Neurophysiologie mit besonderer Betonung neuer Erkenntnisse auf aktuellen Forschungsgebieten. Weiterhin verfügen sie über spezielle Kenntnisse der neurophysiologischen Methodik [Elektrophysiologie, quantitative Fluoreszenz-Mikroskopie (Live-Cell Imaging), Zellkulturtechniken, molekularbiologische Methoden, Expression rekombinanter Membranproteine zur funktionellen Charakterisierung]. Die Studierenden haben unter Anleitung praktische Fähigkeiten in einer oder mehreren der genannten Labormethoden der Neurobiologie erworben. Sie sind unter Anwendung dieser Methode(n) in der Lage, eine abgegrenzte Fragestellung experimentell zu bearbeiten und die erzielten Ergebnisse quantitativ zu analysieren. Die Studierenden verstehen internationale Fachpublikationen zu neurobiologischen Themen, können diese kritisch analysieren und präsentieren. Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Fragestellungen zu entwickeln und eigene Ergebnisse aufzubereiten und zu präsentieren.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Laborpraktikum 6 Wochen Seminar 2 SWS
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden: 200 Vor- und Nachbereitung: 100 Prüfungsleistung: 60
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
Verwendbarkeit des Moduls	Aufbaumodul für den Masterstudiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<u>Prüfungsleistungen:</u> Praktikumsprotokoll (7 LP) Seminar: Präsentation (5 LP)
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Studien- und Prüfungsordnungen in Bachelor- und Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester



Häufigkeit des Moduls	Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten
Beginn des Moduls	Winter- oder Sommersemester
Lehrende	Dr. Martin Schäfer, Prof. Dr. Burkhard Schütz
Modulverantwortlicher	Dr. Martin Schäfer

	<b>Molekulare Neurophysiologie I</b>
Leistungspunkte	12 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“
Niveaustufe	Aufbaumodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte:  In diesem Modul sollen praxisorientiert anhand aktueller fachbezogener Fragestellungen wichtige Labormethoden der molekularen und zellulären Neurophysiologie erlernt und eingeübt werden. Die Schwerpunkte liegen auf Techniken der Elektrophysiologie (v.a. Patch-Clamp) und quantitativer Fluoreszenzmikroskopie an lebenden Zellen („Live-Cell Imaging“)</p> <p>In einem begleitenden Seminar werden im Rahmen der kritischen Analyse aktueller Fachpublikationen wichtige aktuelle Themen der Neurophysiologie, sowie spezielle methodische Kenntnisse vermittelt. Dabei werden ferner das eigenständige Erschließen aktueller Fachpublikationen sowie die Darstellung eigener Forschungsergebnisse in Vortrag und Fachdiskussion eingeübt.</p> <p>Qualifikationsziele:  Die Studierenden verfügen über Grundlagenkenntnisse zu zentralen Themen der Neurophysiologie und deren funktionelle Zusammenhänge, mit besonderem Fokus auf neue Erkenntnisse in aktuellen Forschungsgebieten. Sie kennen neurophysiologische Methoden, wie Elektrophysiologie, quantitative Fluoreszenz-Mikroskopie (Live-Cell Imaging), Zellkulturtechniken, molekularbiologische Methoden, Expression rekombinanter Membranproteine zur funktionellen Charakterisierung. Sie sind in der Lage, eine oder mehrere der genannten Labormethoden praktisch anzuwenden und können diese einsetzen, um eine abgegrenzte Fragestellung experimentell zu bearbeiten und die erzielten Ergebnisse quantitativ zu analysieren. Darüber hinaus sind sie in der Lage, internationale (englischsprachige) Fachpublikationen zu neurophysiologischen Themen zu verstehen, kritisch zu analysieren und darzustellen, sowie wissenschaftliche Fragestellungen zu entwickeln und eigene Ergebnisse aufzubereiten und zu präsentieren.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Laborpraktikum 6 Wochen Seminar 2 SWS
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden: 200 h Vor- und Nachbereitung: 100 h Prüfungsleistung: 60 h
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
Verwendbarkeit des Moduls	Aufbaumodul für den Masterstudiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<u>Prüfungsleistungen:</u> Praktikumsprotokoll (8 LP) Seminar: Präsentation (4 LP)

Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Studien- und Prüfungsordnungen in Bachelor- und Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Das Modul wird jedes Semester angeboten
Beginn des Moduls	Winter- oder Sommersemester
Lehrende	Prof. Dr. Dominik Oliver, Prof. Dr. Johannes Oberwinkler, Prof. Dr. Niels Decher
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Johannes Oberwinkler

	<b>Neurobiochemie I</b>
Leistungspunkte	12 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul im Master-Studiengang Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften
Niveaustufe	Aufbaumodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte: In diesem Modul sollen praxisorientiert wichtige Labormethoden der molekularen und zellulären Neurobiochemie erlernt werden. Der Schwerpunkt liegt hier auf der Analyse der Regulation des neuronalen Aktin-Zytoskeletts und dessen Bedeutung für die Entwicklung und Funktion des Säugerhirns. In begleitenden Seminaren werden aktuelle Themen der molekularen und zellulären Neurobiologie vermittelt, sowie kritische Analyse aktueller Fachpublikationen sowie die Darstellung eigener Forschungsergebnisse in Vortrag und Fachdiskussion eingeübt.</p> <p>Qualifikationsziele: Neben grundlegendem Faktenwissen über zentrale und aktuelle Themen der molekularen und zellulären Neurobiologie haben die Studierenden spezielle methodische Kenntnisse in der Präparation, Kultur und Transfektion primärer Nervenzellen, in der neuromorphologischen Analytik (Immunhistochemie, konfokale Fluoreszenzmikroskopie) sowie in molekularbiologischen und biochemischen Techniken erhalten. Hierbei kam Material aus wildtypischen und genetisch veränderten Säugermodellen (Maus) zur Anwendung. Die Studierenden verfügen über praktische Fähigkeiten in einer oder mehreren der genannten Labormethoden und können auf dieser Grundlage eine abgegrenzte Fragestellung experimentell bearbeiten und die erzielten Ergebnisse quantitativ analysieren. Sie sind in der Lage, internationale Fachpublikationen zu neurobiochemischen Themen zu verstehen, kritisch zu analysieren und zu präsentieren sowie wissenschaftliche Fragestellungen zu entwickeln und eigene Ergebnisse aufzubereiten und zu präsentieren</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Laborpraktikum 6 Wochen Seminar 2 SWS
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden: 200 h Vor- und Nachbereitung: 100 h Prüfungsleistung: 60 h
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“

Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	Seminar-Referat (12 LP)
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes Semester
Beginn des Moduls	WS oder SS
Lehrende	Prof. Dr. Marco Rust, Dr. Sharof Khudayberdiev, Dr. Jan Kullmann
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Marco Rust

	<b>Neuronale Signaltransduktion I</b>
Leistungspunkte	12 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Aufbaumodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p><b>Inhalte:</b> Die Studierenden werden in aktuelle Forschungsthemen zur synaptischen Signalüberleitung und Verarbeitung eingeführt. Sie erlernen in praktischen Versuchen moderne Methoden zur Analyse der metabotropen Signalverarbeitung. Ein besonderes Gewicht wird auf die Einführung von breit anwendbaren optischen Verfahren zur Detektion der Interaktion von Proteinen in einzelnen intakten Zellen gelegt. Weiterhin erlernen die Studierenden molekularbiologische Verfahren zur gezielten Einführung von Mutationen sowie zur Herstellung von Fusionsproteinen. Die Kultur von Säugerzellen sowie deren Transfektion mit cDNA wird ebenfalls erlernt. Im Rahmen dieses Moduls arbeiten die Studierenden an einem definierten wissenschaftlichen Projekt.</p> <p><b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden verfügen über grundlegendes Fachwissen zur Funktionsweise der synaptischen Signalübertragung über G-Protein gekoppelte Rezeptoren. Durch die praktische Anwendung moderner fluoreszenzmikroskopischer Methoden anhand einer konkreten Fragestellung haben sie die grundlegenden Fertigkeiten zur Konzeption, methodischen Durchführung und Auswertung von Versuchen im Bereich der neuronalen Signaltransduktion mit Bezug zu pharmakologischen Anwendungen erworben. Zu den erlernten Techniken zählen pharmakologische, molekularbiologische, fluoreszenzmikroskopische und biochemische Verfahren sowie Assays zur zeitlich aufgelösten Detektion von wichtigen intrazellulären Botenstoffen. Die Studierenden sind in die Lage, internationale Fachpublikationen zur Neurotransmission im Allgemeinen und der G-Protein-vermittelten Signaltransduktion im Speziellen zu verstehen, zu präsentieren und kritisch zu werten. Sie haben gelernt, eigene Ergebnisse aufzubereiten, zu präsentieren und kritisch zu diskutieren.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Laborpraktikum 6 Wochen Seminar 2 SWS (neuronale Signaltransduktion)
Arbeitsaufwand	Laborpraktikum: Präsenz und Protokollerstellung (260 h) Seminar: Präsenz und Referatsvorbereitung (100 h)
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	keine

Verwendbarkeit des Moduls	MSc „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	<u>Studienleistungen:</u> Praktikumsprotokoll und Referat im Seminar <u>Prüfungsleistung:</u> Präsentation des durchgeführten Projekts, mündlich
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes Studienjahr
Beginn des Moduls	Wintersemester
Beteiligte Lehrende	Prof. Dr. Cornelius Krasel, Prof. Dr. Moritz Bünemann
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Moritz Bünemann

	<b>Pathobiochemie und Pharmakologie des neuronalen Zelltods</b>
Leistungspunkte	12 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Aufbaumodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p><b>Inhalte:</b> Die Studierenden erhalten Einblick in aktuelle Forschungsthemen der Pathobiochemie und der Pharmakologie des neuronalen Zelltods. Sie erlernen in praktischen Versuchen aktuelle Methoden der neuronalen Schädigung mit Bezug zu neurodegenerativen Erkrankungen (Neuronale Zellkulturen, Modellsysteme des neuronalen Zelltods und der Neuroinflammation, biochemische und molekularbiologische Analytik, Mitochondrienisolation und –analytik, Analytik des Zellmetabolismus und inflammatorischer Zellantworten, virale und nicht-virale Genexpression in Neuronenkulturen, Gliazellkulturen, Immuncytochemie, konfokale Lasermikroskopie) und erarbeiten an definierten Modellsystemen in kultivierten Neuronen oder Gliazellen ein umrissenes wissenschaftliches Projekt.</p> <p><b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden verfügen über grundlegendes Fachwissen zu Modellsystemen des neuronalen Zelltods mit Bezug zu neurodegenerativen, neuropsychiatrischen und neuroinflammatorischen Erkrankungen. Sie besitzen Fertigkeiten zur Generierung und Behandlung von neuronalen und glialen Zellkulturen sowie praktische Kenntnisse zur Bearbeitung einer Fragestellung zur Identifizierung möglicher therapeutischer Angriffspunkte und können neuroprotektive Strategien validieren. Die Studierenden haben im Laborpraktikum praktische Fertigkeiten zur Konzeption, methodischen Durchführung und Auswertung von Versuchen zu Fragestellungen im Bereich der Signaltransduktion der Neurodegeneration und Neuroprotektion in Zellkulturmodellen des neuronalen Zelltods mit Krankheitsbezug erworben. Hierzu zählen pharmakologische, molekularbiologische, immuncyto-chemische und biochemische Techniken sowie Assays zur Bestimmung des Zelltods sowie (fluoreszenzbasierte) Messungen mitochondrialer Morphologie, Membranintegrität und Funktion, ROS-Bildung und intrazelluläre Ca<sup>2+</sup>-Spiegel und Cytokinmessungen. Die Studierenden sind in der Lage, Fachpublikationen zur Pathobiochemie und Pharmakologie des neuronalen Zelltods in Modellsystemen neurodegenerativer Erkrankungen</p>

	zu verstehen, zu präsentieren und kritisch zu werten. Sie können eigene Ergebnisse aufbereiten, präsentieren und kritisch diskutieren.
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Laborpraktikum 6 Wochen Seminar, 2 SWS (Neurodegeneration und Neuroprotektion)
Arbeitsaufwand	Laborpraktikum: Präsenz und Protokollerstellung (260 h) Seminar: Präsenz und Referatsvorbereitung (100 h)
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
Verwendbarkeit des Moduls	MSc „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	<u>Studienleistung:</u> Referat und Präsentation <u>Prüfungsleistung:</u> Praktikumsprotokoll
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes 2. Semester
Beginn des Moduls	Sommersemester
Lehrender	Prof. Dr. Carsten Culmsee
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Carsten Culmsee

## Vertiefungsmodule

	<b>Entwicklungsbiologische Zellbiologie</b>
Leistungspunkte	24 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Vertiefungsmodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p><b>Inhalte:</b> In diesem Modul sollen molekulare Signalmechanismen morphogenetischer Zellbewegungen analysiert werden, die eine grundlegende Voraussetzung für die Entwicklung des Nervensystems sind. Beispielsweise werden hier Mechanismen der Neuralleistenzellenmigration mit entwicklungsbiologischen Methoden im Krallenfrosch <i>Xenopus laevis</i> untersucht. Dabei kommen auch hochauflösende mikroskopische Techniken zum Einsatz, um die Kommunikation und Interaktion wandernder Neuralleistenzellen zu untersuchen.</p> <p><b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden verfügen über vertiefte methodisch-praktische Kenntnisse in der molekularen und zellulären Entwicklungsbiologie. Sie besitzen ein vertieftes Verständnis über Prozesse der Morphogenese, Organogenese und grundlegende molekulare Mechanismen der Zellbewegung und Kommunikation mit Fokus auf Aspekte der Neurogenese. Durch die intensive theoretische und praktische Bearbeitung einer konkreten Fragestellung sind sie der Lage, Versuche weitgehend selbstständig zu planen, durchzuführen und zu dokumentieren. Sie können erzielte Ergebnisse umfassend diskutieren.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Laborpraktikum 12 Wochen ganztags Seminar, 2 SWS (Entwicklung und Spezielle Zoologie)
Arbeitsaufwand	Laborpraktikum: Präsenz und Protokollerstellung (810 h) Seminar: Präsenz und Seminarvortrag (90 h)
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Erfolgreich bestandene Basismodule sowie 30 LP aus Aufbau- und Profilmodulen, darunter das Aufbaumodul „Molekulare Embryologie und Entwicklungsgenetik für Neurobiologen“
Verwendbarkeit des Moduls	MSc „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	<u>Studienleistung:</u> Seminarvortrag <u>Prüfungsleistung:</u> Praktikumsprotokoll
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes zweite Semester
Beginn des Moduls	Wintersemester
Lehrende	Prof. Dr. Annette Borchers, Dr. Barbara Kostron, Dr. Hanna Berger, Prof. C. Helker
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Annette Borchers

	<b>Klinische Neurobiologie II</b> <i>Importmodul aus dem MSc KIS</i>
Leistungspunkte	24 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Vertiefungsmodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p><b>Inhalte:</b> In diesem Modul sollen wichtige fortgeschrittene Labormethoden klinischer neurowissenschaftlicher Forschung vermittelt werden. Die Veranstaltungen sind in den Kliniken für Neurologie und Neurochirurgie angesiedelt. In einer interdisziplinären Blockveranstaltung zu Beginn des Semesters werden fortgeschrittene Analysemethoden gelehrt, die in der neurowissenschaftlichen Forschung in beiden Kliniken Einsatz finden.</p> <p><b>Methoden:</b> Ein methodischer Schwerpunkt liegt dabei insbesondere auf der humanen Elektrophysiologie (128-Kanal Oberflächen- Elektroenzephalografie, intrakranielle Ableitungen in den Basalganglien und dem Hippocampus), der Tiefen Hirnstimulation bei Patienten mit Bewegungsstörungen, multimodale Bildgebung mittels MRT (z.B. fMRT, MR Spektroskopie, Diffusionsbildgebung) und Positronenemissionstomographie (PET). Es werden hierbei insbesondere die Parkinson-Erkrankung, sowie die Epilepsien untersucht. Darüber hinaus werden in der Laborforschung experimentelle Methoden der Neuro-Onkologie angewendet, die Zellkultur- als auch in vivo Methoden beinhalten.</p> <p><b>Beteiligte Arbeitsgruppen:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die AG Eggers (Neurologie) beschäftigt sich mit bildgebenden und neuropsychologischen Aspekten der Parkinson-Erkrankung, wobei der Patient im Mittelpunkt steht. Die Studenten können in Bildgebungsstudien mit verschiedenen Modalitäten wie struktureller und funktioneller MRT oder PET und klinisch-neuropsychologischen Projekten mitarbeiten, die sich z.B. mit der Wahrnehmung eigener Krankheitssymptome oder Lebensqualität beschäftigen.</li> <li>2. Der Fokus der AG Oehrn/ Weber (Neurologie) liegt auf Erforschung der physiologischen Rolle neuronaler Oszillationen und deren Dysregulation bei neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen. Dies wird sowohl mit Oberflächen EEG, als auch mit Ableitungen direkt aus dem menschlichen Gehirn untersucht. Insbesondere erforscht die AG wie pathologische Oszillationen durch therapeutische Interventionen, wie Medikamente oder die Tiefe Hirnstimulation, moduliert werden.</li> <li>3. Die AG Bopp (Neurochirurgie, Medizintechnologisches Labor) befasst sich mit Forschungsfragen rund um multimodale Bildgebung und Bildverarbeitung im gesamten Behandlungsverlauf (prä- / intra- / postoperativ) und der intraoperativen Neuronavigation. Aktuelle Forschungsschwerpunkte sind dabei die präoperative Lokalisation von Hirnfunktion (fMRT), hochauflösende Visualisierung von Faserbahnsystemen (DTI und komplexere Modelle), Tumormetabolismus (MR Spektroskopie), multimodale Integration in die Navigation, Genauigkeitsaspekte, Bildfusion (rigide, nicht linear), Qualitätssicherung bildgebender Verfahren und Dosismodulation.</li> <li>4. AG Bartsch (Neurochirurgie): Im Labor der Klinik für Neurochirurgie werden grundlegende Mechanismen der Tumorprogression (Transkriptionskontrolle), der Chemotherapie-Resistenz und der zellulären</li> </ol>

	<p>Invasion bearbeitet. Die AG verwendet dazu Primär-Tumormaterial von Patienten, um Tumor-Stammzellen aus Patienten zu isolieren. Die an Zellkulturen gewonnenen Erkenntnisse werden dann wiederum eingesetzt, um beispielsweise klinische Daten zu korrelieren, um z.B. die Rezidivbildung zu verstehen.</p> <p>Qualifikationsziele: Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene Kenntnisse zu den Untersuchungsmethoden in der klinisch orientierten neurobiologischen Forschung. Sie können fortgeschrittene elektrophysiologische, bildgebende und molekulare Datenerhebungs- und Analyseverfahren anwenden und beschreiben, wie die Methoden in der klinischen neurowissenschaftlichen Forschung eingesetzt werden. Die Studierenden wissen, wie Forschungsprojekte in der neurobiologischen klinischen Forschung konzipiert sind, können selber Experimente planen, Versuchsdaten auswerten und präsentieren. Sie sind in der Lage, unter Anwendung der gelernten Analyseverfahren ein Datenset selbstständig auswerten.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Laborpraktikum 10 Wochen, ganztags Seminar 2 SWS Kolloquien 1SWS
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden: 418 Vor- und Nachbereitung: 142 Prüfungsleistung: 160
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Erfolgreich bestandene Basismodule sowie 30 LP aus Aufbau- und Profilmodulen, darunter das Aufbaumodul „Klinische Neurobiologie I“
Verwendbarkeit des Moduls	Vertiefungsmodul für den Masterstudiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<u>Prüfungsleistungen:</u> Praktikumsprotokoll (14 LP) Seminar-Präsentation (10 LP)
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Studien- und Prüfungsordnungen in Bachelor- und Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten
Beginn des Moduls	WS
Lehrende	Dr. Immo Weber, Prof. Dr. Lars Timmermann, Prof. Dr. Carsten Eggers, Andrea Greuel, Dr. Miriam Bopp, Prof. Dr. Jörg W. Bartsch
Modulverantwortliche	Marina Ruppert

	<b>Molekulare Neuroanatomie II</b>
Leistungspunkte	24 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul im Master-Studiengang Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften
Niveaustufe	Vertiefungsmodul
Inhalte und Qualifikationsziele	Inhalte: Die theoretischen Kenntnisse spezieller physiologischer und molekularer Labormethoden der neurobiologischen Forschung werden vertieft und ihre praktische Anwendung durch selbstständige Bearbeitung eines Laborprojekts erlernt. Dieses Modul dient damit insbesondere der methodischen Vorbereitung der Studierenden auf das Master-Modul.



	<p>Qualifikationsziele:  Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse der neurophysiologischen, der molekularen und der zellbiologischen Methodik in der Neurobiologie [Neurophysiologie, Proteinexpressionanalyse, Konfokalmikroskopie, Live-Imaging, molekularbiologische Methoden (Klonierung und Zelltransfektion), experimentelle Modellsysteme neurologischer Erkrankungen, Verhaltensanalysen].  Durch die Bearbeitung einer abgegrenzten wissenschaftlichen Fragestellung besitzen die Studierenden die Fähigkeit zur selbstständigen Durchführung einer oder mehrerer der genannten Labormethoden mit einem Schwerpunkt auf der Analyse der erzielten Ergebnisse.  Die Studierenden sind in der Lage, experimentelle Strategien für molekularbiologische und neurophysiologische Fragestellungen zu entwickeln und ihre praktische Umsetzung zu planen. Sie können eigene und veröffentlichte Daten kritisch analysieren und anhand der Ergebnisse Modellvorstellungen verifizieren oder falsifizieren.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Laborpraktikum 12 Wochen Seminar 2 SWS Kolloquien 1SWS
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden: 500 Stunden Vor-, Nachbereitung und Ablegen der Prüfungsleistungen: 220 Stunden
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Erfolgreich bestandene Basismodule sowie 30 LP aus Aufbau- und Profilmodulen, darunter das Aufbaumodul „Molekulare Neuroanatomie I“
Verwendbarkeit des Moduls	Vertiefungsmodul für den Masterstudiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<u>Prüfungsleistungen:</u> Praktikumsprotokoll (16 LP) Seminar-Präsentation (8 LP)
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Studien- und Prüfungsordnungen in Bachelor- und Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten.
Beginn des Moduls	Wintersemester
Lehrende	Dr. Martin Schäfer, Prof. Dr. Burkhard Schütz
Modulverantwortlicher	Dr. Martin Schäfer

	<b>Molekulare Neurophysiologie II</b>
Leistungspunkte	24 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“
Niveaustufe	Vertiefungsmodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte:  In diesem Modul sollen die theoretischen Kenntnisse spezieller Labormethoden der neurophysiologischen Forschung vertieft und ihre selbständige praktische Anwendung erlernt werden. Dieses Modul dient damit insbesondere der methodischen Vorbereitung der Studierenden auf das Master-Modul.</p>

	<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden verfügen über fortgeschrittene und vertiefte Kenntnisse der neurophysiologischen Methodik [Elektrophysiologie, Fluoreszenzmikroskopie (Live-Cell Imaging), Zellkulturtechniken, molekularbiologische Methoden]. Durch die Bearbeitung einer abgegrenzten wissenschaftlichen Fragestellung haben sie die Fähigkeit zur selbstständigen Anwendung einer oder mehrerer der genannten Labormethoden erworben und können die Ergebnisse analysieren. Die Studierenden sind in der Lage, experimentelle Strategien für neurophysiologische Fragestellungen zu entwickeln und ihre praktische Umsetzung zu planen. Sie können eigene und veröffentlichte Daten kritisch analysieren und anhand der Ergebnisse Modellvorstellungen verifizieren oder falsifizieren.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Laborpraktikum 12 Wochen Seminar 2 SWS Kolloquien 1 SWS
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden: 522 Vor- und Nachbereitung: 178 Prüfungsleistung: 200
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Erfolgreich bestandene Basismodule sowie 30 LP aus Aufbau- und Profilmodulen. Der erfolgreiche Abschluss des Aufbaumoduls „Neurophysiologie I“ wird empfohlen.
Verwendbarkeit des Moduls	Vertiefungsmodul für den Masterstudiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<u>Prüfungsleistungen:</u> Praktikumsprotokoll (16 LP) Seminar-Referat (8 LP)
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Studien- und Prüfungsordnungen in Bachelor- und Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten
Beginn des Moduls	Winter- oder Sommersemester
Lehrende	Prof. Dr. Dominik Oliver, Prof. Dr. Johannes Oberwinkler, Prof. Dr. Niels Decher
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Johannes Oberwinkler

	<b>Neurobiochemie II</b>
Leistungspunkte	24 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul im Master-Studiengang Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften
Niveaustufe	Vertiefungsmodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte: Die theoretischen Kenntnisse spezieller Labormethoden der neurobiochemischen Forschung werden vertieft und ihre praktische Anwendung durch selbstständige Bearbeitung eines Laborprojekts erlernt. Dieses Modul dient damit insbesondere der methodischen Vorbereitung der Studierenden auf das Master-Modul.</p> <p>Qualifikationsziele:</p>

	Die Studierenden verfügen über vertiefte theoretische und methodische Kenntnisse der molekularen und zellulären Neurobiochemie (Präparation und Kultur primärer Nervenzellen und Hirnschnittkulturen, Immunhistochemie, konfokale Fluoreszenzmikroskopie, Reporter-gen-Assays, RNA-Interferenz, Detektion und funktionelle Analyse neuronaler Aktin-Zytoskelett-regulierender Proteine). Es kommt Material aus wildtypischen und genetisch veränderten Säugermodellen (Maus) zur Anwendung. Sie haben durch die Bearbeitung einer abgegrenzten wissenschaftlichen Fragestellung die Fähigkeit zur selbstständigen Durchführung einer oder mehrerer der genannten Labormethoden erworben, wobei ein Schwerpunkt auf der Auswertung und kritischen Diskussion der erzielten Ergebnisse lag. Die Studierenden sind in der Lage, experimentelle Strategien für Fragestellungen der Neurobiochemie zu entwickeln und ihre praktische Umsetzung zu planen. Sie können eigene und veröffentlichte Daten kritisch analysieren und anhand der Ergebnisse Modellvorstellungen bestätigen oder falsifizieren.
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Laborpraktikum 12 Wochen Seminar 2 SWS Kolloquien 1 SWS
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden: 522 h Vor- und Nachbereitung: 178 h Prüfungsleistung: 200 h
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Erfolgreich bestandene Basismodule sowie 30 LP aus Aufbau- und Profilmulden, darunter das Aufbaumodul „Neurobiochemie I“
Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang „Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	<u>Prüfungsleistung:</u> Seminar-Referat (30 LP)
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes 2. Semester
Beginn des Moduls	Wintersemester
Lehrende	Prof. Dr. Marco Rust, Dr. Sharof Khudayberdiev, Dr. Jan Kullmann
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Marco Rust

	<b>Neuronale Signaltransduktion II</b>
Leistungspunkte	24 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Vertiefungsmodul
Inhalte und Qualifikationsziele	Inhalte: Die theoretischen Kenntnisse spezieller Labormethoden der G-Protein-vermittelten Signaltransduktion werden vertieft und ihre praktische Anwendung durch selbstständige Bearbeitung eines Laborprojekts erlernt. Dieses Modul dient damit insbesondere der methodischen Vorbereitung der Studierenden auf die Masterarbeit.  Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse spezieller Methoden der zellulären Neurophysiologie und Neuropharmakologie werden [heterologe

	<p>Expression von fluoreszenzmarkierten Proteinen in Zellkulturen, Förster-Resonanz-Energie-Transfer-(FRET) Mikroskopie, molekularbiologische Modifizierung (Mutationen, Fusionsproteine) von Signaltransduktionsproteinen, Analytik der G-Protein Dynamik, Immunocytochemie, Live-cell/konfokale Fluoreszenzmikroskopie, Liganden-Bindungsassays].</p> <p>Sie haben anhand der Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung die Fähigkeit zur selbstständigen Durchführung der oben aufgeführten Labormethoden und vertiefte Fertigkeiten zur Analyse der erzielten Ergebnisse erworben. Die Studierenden sind in der Lage, experimentelle Strategien für Fragestellungen zur G-Protein-vermittelten Signaltransduktion und ihrer pharmakologischen Beeinflussung zu entwickeln und ihre praktische Umsetzung zu planen. Sie können eigene und veröffentlichte Daten kritisch analysieren und anhand der Ergebnisse Hypothesen kritisch überprüfen.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	<p>Laborpraktikum 12 Wochen ganztags  Signaltransduktionsseminar 2 SWS  Neurowissenschaftliche Kolloquien 1 SWS</p>
Arbeitsaufwand	<p>Laborpraktikum: Präsenz und Protokollerstellung (760 h)  Seminar: Präsenz und Referatsvorbereitung (100 h)  Kolloquium: Präsenz und Nachbereitung (40 h)</p>
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Erfolgreich bestandene Basismodule sowie 30 LP aus Aufbau- und Profilmodulen, darunter das Aufbaumodul „Neuronale Signaltransduktion I“
Verwendbarkeit des Moduls	MSc „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	<p><u>Prüfungsleistung:</u>  Referat im Seminar (8 LP)  Praktikumsprotokoll (16 LP)</p>
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes Semester
Beginn des Moduls	Wintersemester
Lehrende	Prof. Dr. Cornelius Krasel, Prof. Dr. Moritz Bünemann
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Moritz Bünemann

	<b>Pathobiochemie und Pharmakologie des neuronalen Zelltods II</b>
Leistungspunkte	24 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Vertiefungsmodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p><u>Inhalte:</u>  Die theoretischen Kenntnisse spezieller Labormethoden der neurowissenschaftlichen Forschung neuronaler Zellen werden vertieft und ihre praktische Anwendung durch selbstständige Bearbeitung eines Laborprojekts erlernt. Dieses Modul dient insbesondere der methodischen Vorbereitung der Studierenden auf die Masterarbeit.</p> <p><u>Qualifikationsziele:</u>  Die Studierenden verfügen über vertiefte spezielle Kenntnisse zu den Methoden der Neurochemie und Neuropharmakologie (neuronale</p>

	<p>Zellkulturen, Modelle des neuronalen Zelltods, Analytik der Zellschädigung und subzellulärer Veränderungen, Aktivierung von Stressreaktionen in Neuronen und Gliazellen, einschließlich neuroinflammatorischer Prozesse, biochemische und molekularbiologische Analytik in neuronalen Zellen und Gliazellen, Immunocytochemie, Live-cell/konfokale Fluoreszenzmikroskopie, FACS-Analytik, Analytik mitochondrialer Morphologie und funktioneller Parameter des Zellmetabolismus, Genexpression, -regulation, Cytokinbestimmung und Neuroprotektion).</p> <p>Die Studierenden haben anhand der Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung die Fähigkeit zur selbstständigen Durchführung der speziellen Labormethoden sowie vertiefte Fertigkeiten zur Analyse der erzielten Ergebnisse erworben. Sie sind in der Lage, experimentelle Strategien für Fragestellungen zur Pathobiochemie und Pharmakologie des neuronalen Zelltods sowie neuroinflammatorischer Prozesse, der Identifizierung entsprechender therapeutischer Angriffspunkte und der Validierung neuroprotektiver Strategien zu entwickeln und ihre praktische Umsetzung zu planen. Sie können eigene und veröffentlichte Daten kritisch analysieren und anhand der Ergebnisse Modellvorstellungen kritisch überprüfen.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	<p>Laborpraktikum 12 Wochen ganztags          Neuropharmakologisches Seminar 2 SWS          Neurowissenschaftliche Kolloquien 1 SWS</p>
Arbeitsaufwand	<p>Laborpraktikum: Präsenz und Protokollerstellung (600 h)          Seminar: Präsenz und Referatsvorbereitung (200 h)          Kolloquium: Präsenz und Nachbereitung (100 h)</p>
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch/englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Erfolgreich bestandene Basismodule sowie 30 LP aus Aufbau- und Profilmodulen, darunter das Aufbaumodul „Pathobiochemie und Pharmakologie des neuronalen Zelltods I“
Verwendbarkeit des Moduls	MSc „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	<p>Studienleistung: Referat im Seminar          Prüfungsleistung: Praktikumsprotokoll inkl. Darstellung der Fragestellung</p>
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes Studienjahr
Beginn des Moduls	Wintersemester
Lehrender	Prof. Dr. Carsten Culmsee
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Carsten Culmsee

## Profilmodule

	<b>Berufspraxis</b>
Leistungspunkte	6
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Profilmodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte: Berufspraktikum über einen Zeitraum von mind. 4 Wochen mit Bezug zum Studiengang.</p> <p>Qualifikationsziele: Die Studierenden haben die Schritte für eine Bewerbung eingeübt. Sie haben im Praktikum einen Einblick in ein potentielles Berufsfeld für Neurowissenschaftler/innen erhalten, relevantes Fachwissen erworben, und/oder spezielle Techniken mit Bezug zu den Studieninhalten erlernt. Sie verfügen über Kenntnissen zu Arbeitsprozessen und Techniken, die im Rahmen der Module des Studiengangs nicht vorkommen, das Studium aber sinnvoll ergänzen und/oder den Schritt in den Beruf vorbereiten. Sie sind in der Lage, ihre Erfahrungen in einem Bericht angemessen zu dokumentieren. Die Studierenden haben Perspektiven für das weitere Studium und/oder die spätere berufliche Tätigkeit entwickelt und können ggf. erworbene Kenntnisse auf Projekte im Vertiefungsmodul bzw. in der MSc-Arbeit übertragen.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Blockpraktikum. Dieses kann in einem Industriebetrieb, an einem Institut außerhalb der Philipps-Universität, in einer Behörde, o.ä. absolviert werden.
Arbeitsaufwand	180 h
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
Verwendbarkeit des Moduls	MSc-Studiengänge „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“ und „Kognitive und Integrative Systemneurowissenschaften“
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	Praktikumsbericht (10-15 Seiten) inkl. Praktikumsbescheinigung
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	4 Wochen im Betrieb/Institut und 1 Woche zur Erstellung des Berichts
Häufigkeit des Moduls	Jedes Semester
Beginn des Moduls	Jederzeit möglich
Modulverantwortliche	Alle Dozenten der MSc-Studiengänge „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“ und „Kognitive und Integrative Systemneurowissenschaften“

	<b>Methodenkenntnisse</b>
Leistungspunkte	6
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Profilmodul
Inhalte und Qualifikationsziele	Inhalte:

	<p>Methodenpraktikum über einen Zeitraum von mind. 4 Wochen mit Bezug zum Studiengang.</p> <p>Qualifikationsziele: Die Studierenden verfügen über theoretische Kenntnisse und praktische Fertigkeiten zu aktuellen Methoden der Neurowissenschaften, die im Rahmen der Module des Studiengangs in diesem Umfang nicht vorkommen und das eigene Profil der/des Studierenden sinnvoll ergänzen. Die Studierenden sind in der Lage diese Kenntnisse/ Fertigkeiten auf neurowissenschaftliche Projekte, ggf. im Vertiefungsmodul bzw. in der MSc-Arbeit, zu übertragen.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Blockpraktikum an einem der an den neurowissenschaftlichen MSc-Studiengängen beteiligten Fachbereiche der Philipps-Universität Marburg
Arbeitsaufwand	180 h
Ggf. Lehr- und Prüfungssprache	deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
Verwendbarkeit des Moduls	MSc-Studiengänge „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“ und „Kognitive und Integrative Systemneurowissenschaften“
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<u>Prüfungsleistung:</u> Praktikumsbericht (10-15 Seiten)
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	4 Wochen praktische Arbeit und 1 Woche zur Erstellung des Berichts
Häufigkeit des Moduls	Jedes Semester
Beginn des Moduls	Jederzeit möglich
Modulverantwortliche	Alle Dozenten der MSc-Studiengänge „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“ und „Kognitive und Integrative Systemneurowissenschaften“

	<b>Neuropharmakologie</b>
Leistungspunkte	6 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Profilmodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte: Pharmakologie von Arzneistoffen, die zur Pharmakotherapie bei neurologischen und neuropsychiatrischen Erkrankungen eingesetzt werden. Lehrinhalte sind neben einführender Darstellung der Pathophysiologie und Pathobiochemie der Erkrankungen insbesondere die Wirkmechanismen, unerwünschte Wirkungen und Anwendungsbeschränkungen der Pharmaka. Anhand der Leitlinien der Fachgesellschaften und der Verordnungsreports werden die gängigen Pharmakotherapie-Schemata dargestellt.</p> <p>Qualifikationsziele: Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse zur Pharmakologie von Arzneistoffen erworben, die bei neurologischen und neuropsychiatrischen Erkrankungen eingesetzt werden. Ein besonderes Gewicht liegt auf den molekularen Wirkmechanismen der Pharmaka sowie auch auf der leitlinienkonformen Pharmakotherapie an den Patienten. Zudem verfügen sie über Kenntnisse zu offenen wissenschaftlichen Fragen im Bereich der</p>

	Pathobiochemie und zu experimentellen Weiterentwicklungen in der Pharmakotherapie. Die Studierenden sind in der Lage, neueste Erkenntnisse zur Pathobiochemie bzw. Neuerungen in den Leitlinien zur Behandlung ausgewählter neurologischer und neuropsychiatrischer Erkrankungen in kurzen Dossiers und Kurzvorträgen zu präsentieren. Dies erfolgt auf der Grundlage einer gezielten Literaturrecherche in wissenschaftlichen Datenbanken, in der pharmazeutischen und medizinischen Fachliteratur und/oder in Leitlinien der medizinischen Fachgesellschaften. Die Studierenden verfügen über Kompetenzen in der Recherche und der Beurteilung der verfügbaren Pharmakotherapie neurologischer und neuropsychiatrischer Erkrankungen auf der Grundlage der einschlägigen Fachliteratur und den Informationen der Fachgesellschaften.
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Seminar „Pharmakotherapie“ 2 SWS Vorlesung „Pharmakologie“ 4 SWS
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden: 84 h Vor- und Nachbereitung: 50 h Prüfungsleistung: 46 h
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
Verwendbarkeit des Moduls	Profilmodul im Masterstudiengang Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	<u>Studienleistung:</u> Referat im Seminar <u>Prüfungsleistung:</u> Klausur
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1-2 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes Semester
Beginn des Moduls	Sommersemester und Wintersemester
Lehrende	Prof. Dr. Moritz Bünemann, Prof. Dr. Carsten Culmsee, Prof. Dr. Cornelius Krasel
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Moritz Bünemann, Prof. Dr. Carsten Culmsee

	<b>Schlüsselkompetenzen</b>
Leistungspunkte	6 LP
Verpflichtungsgrad	Wahlpflichtmodul
Niveaustufe	Profilmodul
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte: Im Rahmen des Moduls können Veranstaltungen belegt werden, die dazu geeignet sind, über die im Studiengang vermittelten Fachkompetenzen hinaus für den späteren Beruf zu qualifizieren. Zu ihnen zählen insbesondere Veranstaltungen zum akademischen Schreiben, Fremdsprachenkurse und Veranstaltungen zur Länderkunde, die auf Tätigkeitsfelder mit internationaler Ausrichtung vorbereiten.</p> <p>Qualifikationsziele: Die Studierenden verfügen über überfachliche und berufsfeldorientierte Kompetenzen, u.a. in den Bereichen Scientific Writing, Sprachen und</p>



	Länderkunde als Grundlage für Tätigkeitsfelder mit internationaler Ausrichtung.
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Verschiedene
Arbeitsaufwand	180 h
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	keine
Verwendbarkeit des Moduls	Profilmodul im Masterstudiengang Molekulare und Zelluläre Neurowissenschaften
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	<u>Studienleistung:</u> Protokoll oder Vortrag oder schriftliche Ausarbeitung <u>Prüfungsleistung:</u> Klausur oder Vortrag oder schriftliche Ausarbeitung
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1-2 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes Semester
Beginn des Moduls	Sommersemester und Wintersemester
Beteiligte Lehrende	k. A.
Modulverantwortliche/r	k. A.

## Abschlussmodul

	<b>Masterarbeit (MZN)</b>
Leistungspunkte	30
Verpflichtungsgrad	Pflichtmodul
Niveaustufe	Abschluss
Inhalte und Qualifikationsziele	<p>Inhalte: Die Studierenden zeigen in der Abschlussarbeit die Anwendung der erworbenen Kenntnisse des Studiums. Daneben erproben sie die Erarbeitung des aktuellen Forschungsstandes und dessen kritischer Reflexion.</p> <p>Qualifikationsziele: Die Studierenden haben ihre theoretischen und methodisch/praktischen Kenntnisse in einem Spezialgebiet der molekularen Neurowissenschaft auf dem neuesten Stand des Wissens wesentlich vertieft. Sie sind in der Lage, unter Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden ein abgegrenztes Thema in einer vorgegebenen Zeit zu bearbeiten und sich einer kritischen wissenschaftlichen Diskussion zu stellen.</p>
Lehr- und Lernformen, Veranstaltungstypen	Praktikum, ganzsemestrig
Arbeitsaufwand	Praktische Laborarbeit inkl. Abfassen der schriftlichen Abschlussarbeit (900 h)
Lehr- und Prüfungssprache	deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Erwerb von mind. 60 LP aus den vorgeschalteten Modulen
Verwendbarkeit des Moduls	MSc „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“
Voraussetzungen f. d. Vergabe v. Leistungspunkten	<u>Prüfungsleistung:</u> Abschlussarbeit
Noten	Benotung gem. § 28 der Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen in Masterstudiengängen an der Philipps-Universität Marburg
Dauer des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Moduls	Jedes 2. Semester
Beginn des Moduls	i.d.R. Sommersemester
Modulverantwortliche	Alle Dozenten des MSc-Studiengangs „Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften“