

**Modulhandbuch
für den Masterstudiengang Toxikologie
an der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
vom 01.06.2021**

Der Masterstudiengang Toxikologie an der Heinrich-Heine-Universität baut auf einem ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss in einem der Toxikologie nahestehenden naturwissenschaftlichen oder medizinischen Fach auf. Beispiele für solche Fächer sind Biologie, Chemie, Biochemie aber auch Medizin, Pharmazie, Ernährungswissenschaften sowie naturwissenschaftliche Forensik. Der über vier Semester konzipierte konsekutive Studiengang Toxikologie ist forschungsorientiert und integriert die im jeweiligen ersten Hochschulabschluss erworbenen Grundkenntnisse. Aufgrund der hohen Interdisziplinarität des Faches Toxikologie und unter Berücksichtigung der außerordentlichen Heterogenität der Studienbewerber*innen sind initial angleichende, d. h. Grundlagen-orientierte Lehrveranstaltungen enthalten, welche den Studierenden die für künftige toxikologische Tätigkeiten notwendigen Grundkenntnisse in verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen, u. a. Versuchstierkunde, Chemie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie, Anatomie sowie Physiologie, Pathophysiologie und Pathologie vermitteln und die in Form von Vorlesungen, Seminaren und Praktika durchgeführt werden. Ziel des Masterstudiums ist die Vermittlung von Systemkompetenz, welche zum selbständigen Erkennen und Lösen komplexer Problemstellungen aus dem Bereich der Toxikologie befähigt. Nach erfolgreichem Abschluss des Studiengangs mit dem Titel Master of Science (M. Sc.) sollen die Absolvent*innen dazu in der Lage sein, aktuelle und künftige Fragestellungen im Bereich der Toxikologie in universitären und industriellen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen ebenso erfolgreich zu bewältigen wie in regulatorischen Tätigkeitsfeldern in Behörden oder Unternehmen. Inhaltlich fokussiert die Lehre auf der Vermittlung aktueller Entwicklungen in der toxikologischen Grundlagenforschung sowie translationaler toxikologischer Aspekte einschließlich der entsprechenden Methodik und ethischen Gesichtspunkte. Auf diese Weise sollen die Studierenden Kernkompetenzen in den oben genannten interdisziplinären Tätigkeitsbereichen erwerben. Dementsprechend ist der Studiengang sowohl von den Lehrinhalten als auch bezüglich der Zusammensetzung der beteiligten Dozierenden interdisziplinär ausgerichtet und zielt auf eine Integration von Wissen und praktischen Fertigkeiten aus verschiedenen Fachdisziplinen hin. Mit erfolgreichem Abschluss des Masterstudiengangs Toxikologie qualifizieren sich die Absolvent*innen für verantwortungsvolle Tätigkeiten im industriellen/wissenschaftlichen/behördlichen Bereich.

Das Studium beinhaltet einen Grundlagen-, einen Pflicht- und einen Wahlpflichtbereich und schließt mit einer obligatorischen (experimentellen) Pilot- sowie nachfolgenden Masterarbeit ab. Die Regelstudienzeit beträgt vier Semester innerhalb derer insgesamt 120 Kreditpunkte erreicht werden müssen. 30 Kreditpunkte werden hierbei im Rahmen der Masterarbeit erworben. Im Grundlagenbereich absolvieren die Studierenden u. a. den Fachkundenachweis gemäß § 9 des aktuellen Tierschutzgesetzes. Im Pflichtbereich werden spezifische Kenntnisse im Bereich der allgemeinen und speziellen Toxikologie, Methoden der Toxikologie, sowie Aspekte der regulatorischen Toxikologie vermittelt. Im Rahmen des Wahlpflichtbereiches müssen mindestens acht Kreditpunkte erzielt werden. Die Masterarbeit soll in der Regel als experimentelle Arbeit in einem universitären Institut bzw. einer universitätsnahen Institution oder einem Labor der beteiligten Industrieunternehmen angefertigt werden.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	- 2 -
Versuchstierkunde.....	- 3 -
Chemische Grundlagen der Toxikologie	- 5 -
Biochemie, Zellbiologie und molekulare Toxikologie.....	- 7 -
kumulative Modulprüfung:	- 9 -
Pathologie und Pathophysiologie	- 10 -
Anatomie	- 12 -
Allgemeine Toxikologie.....	- 14 -
Spezielle Toxikologie.....	- 16 -
Toxikologische Prüfung, Expositionsabschätzung und Ökotoxikologie	- 19 -
Klinische Toxikologie.....	- 21 -
Biostatistik und Epidemiologie	- 24 -
Regulatorische Toxikologie	- 26 -
Zelluläre, molekulare und genetische Toxikologie	- 28 -
Lebensmitteltoxikologie – in Planung.....	- 30 -
Immuntoxikologie	- 31 -
Endokrintoxikologie – in Planung.....	- 33 -
Partikeltoxikologie	- 34 -
Arbeitsmedizinische Toxikologie.....	- 38 -
Arzneimitteltoxikologie.....	- 40 -
Experimentelle Studien in der Toxikologie - regulatorisch und mechanistisch	- 42 -
Neurotoxikologie.....	- 44 -
Software-gestütztes kinetisches Modelling	- 46 -
Podiumsdiskussion toxikologischer Themen – in Planung.....	- 47 -
Organtoxikologie	- 48 -
Analytische Toxikologie – findet im WS 21/22 zum ersten Mal statt.....	- 49 -
Vertiefte analytische Toxikologie – in Planung.....	- 51 -
Aspekte aktueller Toxikologie – in Planung	- 52 -
Pilotarbeit	- 53 -
Masterarbeit	- 54 -

Modulbezeichnung	Versuchstierkunde
Modulniveau	Grundlagenbereich
Kürzel	GM I
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: 1,4 SWS Praktikum: 1,6 SWS
Studiensemester	1. (Wintersemester)
Modulverantwortung	apl. Prof. Dr. M. Sager
Dozierende	Dr. L. Benga, Dr. P. Benten, Dr. E. Engelhardt, Prof. Dr. M. Rosenbruch, apl. Prof. Dr. M. Sager
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an der Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an theoretischen und praktischen Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	-
Verwendbarkeit (Voraussetzung für)	-
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Anatomie und Physiologie von Labortieren zu erklären • Methoden der Handhabung von Labortieren bei der Betäubung, der Substanzapplikation, der Blutentnahme, der Verhaltens- testung und der Sektion anzuwenden • Tierexperimente zu planen und auszuwerten • die Notwendigkeit von Tierversuchen unter Einbezug möglicher Ersatz- und Ergänzungsmethoden sinnvoll abzuschätzen
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tierschutzgedanke, Tierschutzgesetzgebung, Verordnungen • rechtliche und ethische Grundlagen für tierexperimentelles Arbeiten • Einführung in die Versuchstierkunde • Gesundheitsüberwachung von Versuchstierhaltungen (Proben- entnahme, Gefahrstoffe; Abwasser) • Ernährung von Labortieren • Narkose; sachgerechter Umgang mit Narkotika • Belastung im Tierversuch; Schmerztherapie • Vergleichende Anatomie und Physiologie ausgewählter Versuchstiere • statistische Grundbegriffe und Verfahren • Alternativmethoden zum Tierversuch • Genetik von Maus und Ratte, genetisch modifizierte Tiere

	<ul style="list-style-type: none"> • Antragsverfahren, Meldeordnung <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umgang mit kleinen Nagern • Immunisierung; Umgang mit Kaninchen, Meerschweinchen • Umgang mit Hund, Katze, Schwein (theor.) • transgene Tiere • Zucht und Genetik, Haltung, Fütterung, Gesundheitszustand • Substanzapplikation (i. v., s. c., p. o., i. p., i. m.) • Probenentnahme (Orbitalpunktion, Herzpunktion, A. abdominalis) • Vaginalabstrich, Geschlechts- und Altersbestimmung, Zyklusbestimmung • Narkose und Euthanasie • Sektion von Ratten, Gewinnung von Geweben und Organen • Identifikation von Tieren (Ohrmarkierung, Tattoo, Transponder) • Demonstration von Injektions- und Inhalationsanästhesie • <i>open field</i>-Test und andere Verhaltenstests
Prüfungsleistung	unbenotete schriftliche Prüfung zur Vorlesung Dauer: 90 min, Umfang: 40 Fragen
Literatur	

Modulbezeichnung	Chemische Grundlagen der Toxikologie
Modulniveau	Grundlagenbereich
Kürzel	GM II
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: 1,5 SWS Seminar: 0,3 SWS
Studiensemester	1. (Wintersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. W. Stahl
Dozierender	Prof. Dr. W. Stahl
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 27 h Kontaktstudium und 33 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an der Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	-
Verwendbarkeit (Voraussetzung für)	-
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • grundlegenden Begriffe und Reaktionsmechanismen der anorganischen und organischen Chemie zu erklären und anzuwenden sowie auf toxikologische Fragestellungen zu beziehen
Inhalt	<p>Grundlagen der Chemie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung, Atomaufbau, Periodensystem • chemische Bindung, Strukturen, Komplexe • Zustandsformen der Materie: Gase, Flüssigkeiten, Feststoffe <p>Redox, Säure-Basen, pKs, Gleichgewichte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • chemische Reaktionen: Gleichgewichte, Energetik, Kinetik • Säure-Basen • Oxidation und Reduktion <p>Grundlagen der organischen Chemie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturen, Nomenklatur, Reaktionstypen • Kohlenwasserstoffe • Aromaten • organische O-Verbindungen • organische S-Verbindungen, Thiole, Thioether • organische N-Verbindungen, organische P-Verbindungen, Amine • Aldehyde und Ketone • organische Säuren und Derivate <p>Reaktionsmechanismen:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Reaktionen in der Biochemie <p>Reaktionen toxikologisch relevanter Gruppen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktionen in der Toxikologie <p>Heterozyklen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Heterozyklen, Kohlenhydrate <p>Stereochemie</p> <p>Spektroskopie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analytische Chemie <p>Photochemie und Phototoxikologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lichtabsorption, photochemische Reaktionen, Farbstoffe <p>Lebensmittelchemie</p>
Prüfungsleistung	benotete schriftliche Prüfung zur Vorlesung Dauer: 60 min, Umfang: 20 Fragen
Literatur	<p>Mortimer, C. E., Müller, U., Chemie: Das Basiswissen der Chemie. Thieme, aktuelle Auflage</p> <p>Vollhardt, K. P. C., Schore, N. E., Organische Chemie, Wiley-VCH, aktuelle Auflage</p> <p>Jabs, W., Allgemeine und Anorganische Chemie: Ein Leitfaden für Studierende der Biologie, Biochemie und Pharmazie, Spektrum Akademischer Verlag, aktuelle Auflage</p> <p>Riedel, E., Janiak, C., Anorganische Chemie, De Gruyter, aktuelle Auflage</p> <p>Beyer, H., Walter, W., Francke, W., Lehrbuch der Organischen Chemie, Hirzel, aktuelle Auflage</p> <p>Atkins, P. W., De Paula, J., Physikalische Chemie, Wiley-VCH, aktuelle Auflage</p> <p>Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Chemie: Die zentrale Wissenschaft, Pearson Studium, aktuelle Auflage</p> <p>Atkins, P. W., Jones, L., Chemie - einfach alles, Wiley-VCH, aktuelle Auflage</p> <p>Bruice, P., Organische Chemie: Studieren kompakt, Pearson Studium, aktuelle Auflage</p>

Modulbezeichnung	Biochemie, Zellbiologie und molekulare Toxikologie
Modulniveau	Grundlagenbereich
Kürzel	GM III
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: 2,5 SWS Seminar: 1,5 SWS praktische Übung: 0,5 SWS Praktikum: 5 SWS
Studiensemester	1. (Wintersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. P. Brenneisen
Dozierende	Prof. Dr. P. Brenneisen, Prof. Dr. C. Esser, Prof. Dr. G. Fritz, PD Dr. T. Haarmann-Stemmann, Dr. K. Roquette, PD Dr. N. Schupp, Prof. Dr. W. Stahl, Prof. Dr. K. Stühler, Dr. H. Surowy, Dr. K. Unfried, Dr. P. Westhoff, Doktorand*innen des Instituts für Toxikologie
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	300 h, davon 142,5 h Kontaktstudium und 157,5 h Selbststudium
Kreditpunkte	10
Voraussetzungen zur Teilnahme an der Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an theoretischen und praktischen Lehrveranstaltungen • Abgabe eines Protokolls zum Praktikum • wissenschaftlicher Kurzvortrag zu einem ausgewählten Thema und aktive Teilnahme an anschließender Diskussion
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	-
Verwendbarkeit (Voraussetzung für)	PM II
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • biochemische, zell- und molekularbiologische Sachverhalte zu erklären, mit toxikologischen Fragestellungen in Zusammenhang zu bringen und vor diesem Hintergrund zu diskutieren • neueste Methoden der zell- und molekularbiologischen Forschung im Bereich der molekularen Toxikologie im Labor durchzuführen und selbständig anzuwenden • neue Forschungsergebnisse zur molekularen Toxikologie aus der englischsprachigen Fachliteratur zu präsentieren und kritisch zu diskutieren
Inhalt	Vorlesung, Seminar und praktische Übung: Zielmoleküle toxischer Wirkungen: <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau, Struktur und Funktion von Proteinen, (Proteinbiosynthese, Proteinfaltung, Methoden zur Untersuchung von Proteinen, Enzyme, Enzymkinetik, Enzymhemmung durch toxische Moleküle, katalytische und regulatorische Strategien) • Aufbau, Struktur und Funktion von Lipiden (strukturelle Organisation und Funktionen biologischer Membranen)

<ul style="list-style-type: none">• Kohlenhydrate• Aufbau, Struktur und Funktion von DNA und RNA (Nukleinsäure-synthese, Transkription und Translation und ihre Beeinflussung durch toxische Stoffe bei Prokaryonten und Eukaryonten)• Glykolyse, Zitronensäurezyklus, Elektronentransport und oxidative Phosphorylierung, Pentosephosphatzyklus und Gluconeogenese, Glykogenstoffwechsel, Fettsäureoxidation, Aminosäurekatabolismus und Harnstoffzyklus <p>Grundlagen der Zellbiologie:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aufbau der Zelle, Zellzyklus, Zellteilung, Zelltod• DNA-Schädigung durch chemische und physikalische Noxen, DNA-Reparatur• Permeabilität und Transport, physikalische Faktoren der Membranpermeation, passive Transportprozesse, aktive Transportprozesse, Wirkungen von Transportinhibitoren• chemische Botenstoffe und Regulatoren: Konzept der „first“ und „second“ Messenger, Typen membranständiger Rezeptoren, nukleäre Rezeptoren, Signaltransduktionsprozesse, Zell-Zell-Kommunikation <p>Grundlagen der molekularen Toxikologie:</p> <ul style="list-style-type: none">• DNA-Klonierung, Restriktionsanalyse, Ligation, Transformation, Sequenzierung• <i>in vitro</i>-Transkription, <i>in vitro</i>-Translation• northern Blot, DNA-Microarrays, PCR• immunologische Methoden (Gelshift-Assay, Western Blot)• DNA fingerprinting• Proteomics, Metabolomics, Genomics• RNA-Interferenz, siRNA, miRNA• transiente/stabile Transfektion• Reporter-Gen-Assays• DNA-Hybridisierung, <i>in situ</i>-Hybridisierung (FISH)• Bioinformatik, Sequenzanalyse <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none">• Transformation, Bakterienkulturen, Plasmidisolierung• Klonierungstechniken (PCR, Restriktion, Ligation)• Einführung in die Zellkultur (verschiedene Säugerzelllinien)• steriles Arbeiten, Zellzahlbestimmung, Wachstumskurven, Zytotoxizitätstests, Transfektion• Transfektion (HCR-Assay, GFP-Nachweis Fluoreszenzmikroskopie)• SDS-PAGE, Western Blot <p>E-Learning-Module:</p> <ul style="list-style-type: none">• PCR

	<ul style="list-style-type: none"> • Bioenergetik • Harnstoffzyklus
Prüfungsleistungen	<p>kumulative Modulprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • benotete mündliche Prüfung zum Praktikum Dauer: 10 – 30 min (2,5 Kreditpunkte) • benotete schriftliche Prüfung zu Vorlesung, Seminar und praktischer Übung Dauer: 90 min, Umfang: 40 Fragen (7,5 Kreditpunkte)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Berg, J. M., Tymoczko, J. L., Gatto, G., Stryer, L., Stryer Biochemie, Springer Spektrum, aktuelle Ausgabe • Müller-Esterl, W. Biochemie: Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler Springer Spektrum, aktuelle Auflage • Karlson, P., Doenecke, D., Koolman, J., Fuchs, G., Gerok, W., Karlsons Biochemie und Pathobiochemie Thieme, aktuelle Auflage • Voet, D., Voet, J. G., Pratt, C. W., Lehrbuch der Biochemie, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe • Heinrich, P. C., Müller, M., B Löffler/Petrides Biochemie und Pathobiochemie, Springer, aktuelle Auflage

Modulbezeichnung	Pathologie und Pathophysiologie
Modulniveau	Grundlagenbereich
Kürzel	GM IV
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: 2 SWS Seminar: 1,5 SWS praktische Übung: 0,5 SWS 2 Praktika: 6 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. G. Fritz
Dozierende	Dr. A. Freyberger, Prof. Dr. G. Fritz, Prof. Dr. U. Germing, Dr. J. Kaivers, PD Dr. A. Kampkötter, Prof. Dr. G. Kobbe, Dr. A. Marburger, Prof. Dr. H. Reinke, Prof. Dr. M. Rosenbruch, PD Dr. J. Scheel, PD. Dr. N. Schupp, Dr. J. Tigges, Doktorand*innen des Instituts für Toxikologie
Sprache	Deutsch, Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	270 h, davon 150 h Kontaktstudium und 120 h Selbststudium
Kreditpunkte	9
Voraussetzungen zur Teilnahme an der Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an theoretischen und praktischen Lehrveranstaltungen • Abgabe eines Protokolls zum Praktikum • wissenschaftlicher Kurzvortrag zu einem ausgewählten Thema und aktive Teilnahme an anschließender Diskussion
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM I
Verwendbarkeit (Voraussetzung für)	-
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • physiologische Prozesse im menschlichen Körper zu beschreiben, Zusammenhänge innerhalb dieser Prozesse aufzuzeigen und zu erläutern • pathologische Zustände der wichtigsten Zielorgane toxischer Wirkungen bei Menschen und Versuchstieren zu analysieren • morphologische, biochemische und molekularbiologische Methoden zur Diagnostik von toxischen Organschädigungen einzusetzen • Methoden der Zytotoxikologie und der Versuchstierkunde anzuwenden • neue Forschungsergebnisse zu den Mechanismen toxischer Wirkungen aus der englischsprachigen Fachliteratur zu präsentieren und kritisch zu diskutieren
Inhalt	Vorlesung, Seminar und praktische Übung: <ul style="list-style-type: none"> • Technik der Mikroskopie, Zytochemie, Histochemie, Histopathologie der wichtigsten toxikologischen Zielgewebe, Grundlagen der toxikologischen Pathologie, Gewebelehre, morphologische

	<p>Anpassungsreaktionen auf exogene Noxen, allgemeine Krankheitslehre, Entzündungen, Tumore, Entwicklungsphysiologie, Entwicklungsstörungen durch toxische Stoffe, Überempfindlichkeitsreaktionen, Immuntoleranz, Autoimmunität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wasser- und Elektrolythaushalt, Säure-Basen-Haushalt, Blut <p>Praktikum: Vitalitätsbestimmungen als Grundlage von toxikologischen Tests:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vor- und Nachteile verschiedener Methoden • Analyse von oxidativem Stress auf Gewebe im Vergleich zu Zellen • Nachweis von DNA-Schäden auf Gewebe im Vergleich zu Zellen • Nachweis der Aktivierung von Schutzmechanismen gegen oxidativen Stress <p>Histologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mikroskopische Analyse normaler Organe und Gewebe sowie ausgewählte Beispiele toxisch veränderter Gewebe (z. B. Gehirn, Herz, Lunge, Leber, Niere, Milz, Magen-Darm-Trakt, Bauchspeicheldrüse, Thymus, Lymphknoten)
Prüfungsleistungen	<p>kumulative Modulprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • benotete mündliche Prüfung zum Praktikum Dauer: 10 – 30 min (2,5 Kreditpunkte) • benotete schriftliche Prüfung zu Vorlesung, Seminar, praktischer Übung und Histologiepraktikum Dauer: 90 min, Umfang: 40 Fragen (6,5 Kreditpunkte)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Pape, H.-C., Kurtz, A., Silbernagel, S., Physiologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2019 • Vaupel, P., Schaible, H.-G., Mutschler, E., Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen, Wissenschaftliche Verlags-gesellschaft Stuttgart, 2015 • Brandes, R., Lang, F., Schmidt, R., Physiologie des Menschen - mit Pathophysiologie, Springer, 2019

Modulbezeichnung	Anatomie
Modulniveau	Grundlagenbereich
Kürzel	GM V
Lehrveranstaltungen	Vorlesung Anatomie für Studierende der Pharmazie, Medizin-Physik, Toxikologie: 2 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. Dr. S. Caspers
Dozierende	Prof. Dr. Dr. S. Caspers, Prof. Dr. C. von Gall und weitere (jeweils aktuell dem HIS-LSF zu entnehmen)
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Pharmazie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 30 h Kontaktstudium und 30 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	-
Verwendbarkeit (Voraussetzung für)	-
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Anatomie von Mensch und Tier grundsätzlich wiederzugeben und voneinander abzugrenzen sowie auf die Zielorgane toxischer Wirkungen im Humansystem anzuwenden • neue Forschungsergebnisse aus der englischsprachigen Fachliteratur zu präsentieren und kritisch zu diskutieren
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau der Gewebe, Entwicklung der Gewebe, makroskopische und histologische Charakterisierung des Epithelgewebes, des Binde- und Stützgewebes, des Muskelgewebes und des Nerven-gewebes • morphologische Anpassungsreaktionen, Zell- und Gewebsveränderungen • Aufbau der Haut • Bestandteile und Funktion des Blutes • Anatomie des Herzens, Erregungsprozesse im Herzen, Mechanik der Herzaktion • Anatomie des Gefäßsystems, funktionelle Organisation des Gesamtkreislaufs • Anatomie des Respirationstraktes • Anatomie des Gastrointestinaltraktes, Grundlage der gastrointestinalen Funktionen, Leber und Gallenwege, Feinbau der Leber • Anatomie der Niere und der ableitenden Harnwege

	<ul style="list-style-type: none"> • endokrine Drüsen (Hypophyse, Schilddrüse, Nebennierenrinde, Nebennierenmark, Gonaden, Pankreas) • Anatomie des Gehirns, des Rückenmarks und der peripheren Nerven, sensorische und motorische Systeme, vegetatives Nervensystem
Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • benotete schriftliche Prüfung zu Vorlesung und Seminar Dauer: 60 min, Umfang: 40 Fragen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Rauber, A., Kopsch, F., Anatomie des Menschen, Thieme, aktuelle Auflage • Lippert, H., Lehrbuch Anatomie, Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH, aktuelle Auflage • Vaupel, P., Schaible, H.-G., Mutschler, E., Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen, Wissenschaftliche Verlags-gesellschaft Stuttgart, 2015 • Zilles/Tillmann: Anatomie, Springer Verlag

Modulbezeichnung	Allgemeine Toxikologie
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM I
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: 1,5 SWS Seminar: 1 SWS praktische Übung: 0,5 SWS Praktikum: 5 SWS
Studiensemester	1. (Wintersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. G. Fritz
Dozierende	Prof. Dr. G. Fritz, Dr. C. Henninger, Doktorand*innen des Instituts für Toxikologie
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	300 h, davon 120 h Kontaktstudium und 180 h Selbststudium
Kreditpunkte	10
Voraussetzungen zur Teilnahme an der Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an theoretischen und praktischen Lehrveranstaltungen • Abgabe eines nach Durchsicht korrigierten Protokolls zum Praktikum • wissenschaftlicher Kurzvortrag zu einem ausgewählten Thema und aktive Teilnahme an anschließender Diskussion
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	-
Verwendbarkeit (Voraussetzung für)	PM II, PM III, PM IV und PM VI
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Grundprinzipien der allgemeinen Toxikologie, der genetischen Toxikologie, der chemischen Kanzerogenese sowie der Risikobewertung von Chemikalien zu benennen und kompetent zu erklären • sich in computergestützten Lernsituationen inhaltlich und zeitlich zu organisieren • der Wissensvermittlung in englischer Sprache zu folgen und das Lernmaterial zu bewerten • Labormethoden zur Erfassung von Zytotoxizität und DNA-Schäden selbstständig anzuwenden
Inhalt	Vorlesung, Seminar, E-Learning und praktische Übungen: <ul style="list-style-type: none"> • allgemeine Toxikodynamik, Interaktion von Fremdstoffen mit körpereigenen Molekülen, rezeptorvermittelte toxische Wirkungen, Dosis-Wirkungs-Beziehungen, Synergismus/Antagonismus, Kombinationstoxikologie • ADME (Aufnahme, Verteilung, Stoffwechsel und Ausscheidung von Fremdstoffen), quantitative Toxikokinetik, (Q)SAR (quantitative Struktur-Aktivitäts-Beziehungen), Phase I und II Metabolismus

	<ul style="list-style-type: none"> • CMR-Wirkungen (karzinogene, mutagene und reproduktionstoxikologische Wirkungen), chemische Mutagenese und Kanzerogenese, genetische Stabilität, DNA Reparaturmechanismen, Onkogene und Tumorsuppressorgene <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kultivierung von Zellen <i>in vitro</i> • Methoden zur Erfassung von Zytotoxizität (Vitalitätsassay) • Nachweis von Apoptose und Nekrose • DNA Schadenserfassung (γH2AX Foci und Comet Analysen) • Analyse der Zellzyklusprogression (Durchflusszytometrie) • Phasenkontrast- und Fluoreszenzmikroskopie • Protein- und RNA-Isolation • RT-qPCR Analysen zur Erfassung der Genexpression • Western Blot Analysen
Prüfungsleistungen	<p>kumulative Modulprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • benotete mündliche Prüfung zum Praktikum Dauer: 10 – 30 min (2,5 Kreditpunkte) • benotete schriftliche Prüfung zu Vorlesung, Seminar und praktischer Übung Dauer: 90 min, Umfang: 40 Fragen (7,5 Kreditpunkte)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Marquardt, H., Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, aktuelle Ausgabe • Niesink, R.J.M., de Vries, J., Hollinger M. A. (Hrsg.) Toxicology – Principles and Applications, CRC Press, Boca Raton, aktuelle Ausgabe • Dekant, W., Vamvakas, S., Toxikologie: Eine Einführung für Chemiker, Biologen und Pharmazeuten, Spektrum Akademischer Verlag, aktuelle Ausgabe • Eisenbrand, G., Metzler, M., Hennecke, F. J., Toxikologie für Naturwissenschaftler und Mediziner. Stoffe, Mechanismen, Prüfverfahren, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe • Reichl, F-X, Taschenatlas der Toxikologie. Substanzen, Wirkungen, Umwelt. Thieme Verlag

Modulbezeichnung	Spezielle Toxikologie
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM II
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: 3 SWS Seminar: 1,5 SWS praktische Übung: 0,5 SWS Praktikum: 5 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	PD Dr. N. Schupp
Dozierende	Dr. V. Brinkmann, Prof. Dr. J. Bornhorst, Dr. Y. Chovolou, Prof. Dr. C. Esser, Prof. Dr. G. Fritz, PD Dr. T. Haarmann-Stemann, Dr. S. Honnen, PD Dr. A. Kampkötter, Dr. A. Marburger, M. Piroth, C. Schäfer, PD Dr. J. Scheel, Dr. R. Schins, Prof. Dr. J. Schmitt, PD Dr. N. Schupp, Dr. J. Tigges, Dr. Dr. S. Twarock, PD Dr. N. Ventura, Doktorand*innen des Instituts für Toxikologie
Sprache	Deutsch, Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	360 h, davon 150 h Kontaktstudium und 210 h Selbststudium
Kreditpunkte	12
Voraussetzungen zur Teilnahme an der Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • bestandene Modulprüfung zu GM III und PM I • regelmäßige aktive Teilnahme an theoretischen und praktischen Lehrveranstaltungen • Abgabe eines Protokolls zum Praktikum • wissenschaftlicher Kurzvortrag zu einem ausgewählten Thema und aktive Teilnahme an anschließender Diskussion
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II
Verwendbarkeit (Voraussetzung für)	PM IV und PM VI
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • toxische Schädigungen von Geweben und Organsystemen zu klassifizieren • die in PM I erworbenen Kenntnisse der allgemeinen Toxikologie auf die toxische Schädigung der Zielorgane anzuwenden • Angriffspunkte für Toxine in Organen zu erkennen • die Wirkweise von Pharmaka aus ausgewählten Bereichen der Pharmakologie zu diskutieren • Diagnostik und Therapie akuter Vergiftungen nachzuvollziehen
Inhalt	Vorlesung „Pharmakologie und Toxikologie für Zahnmediziner“: <ul style="list-style-type: none"> • allgemeine Pharmakologie, Pharmakologie des vegetativen Nervensystems, Lokalanästhetika und Narkose, Stoffwechselfarmakologie, Arzneimittelinteraktionen, Analgetika/Antiphlogistika, Pharmakologie des kardiovaskulären Systems

	<p>Vorlesung, Seminar und praktische Übung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organtoxikologie: klinisches und morphologisches Bild toxischer und kanzerogener Organschäden, Mechanismen der toxischen Schädigung der Gewebe und Organsysteme, neurotoxische, hepatotoxische, nephrotoxische, kardiotoxische, hämatotoxische Stoffklassen, Reizgase • Reproduktionstoxikologie • Inhalationstoxikologie • Endokrintoxikologie • Immuntoxikologie • Toxikologie ausgewählter Stoffgruppen: halogenierte Kohlenwasserstoffe, Pestizide, Lösemittel, Schwermetalle, (Ultra-)Feinstaub, Smoggase, biogene Gifte <p>Praktikum: IUF:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arylhydrokarbon-Rezeptor • Cytochrome P450 Enzyme • Enzymaktivitäts-Assays • Fremdstoffmetabolismus • Genregulation • Polymorphismen <p><i>C. elegans</i> als alternatives Testsystem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • allgemeine Einführung in das Arbeiten mit <i>C. elegans</i> • reproduktionstoxikologische Untersuchung • entwicklungstoxikologische Untersuchung • Einsatz von transgenen Tieren in der molekularen Analyse • RNA Interferenz als Technik der reversen Genetik in der molekularen Analyse • eigene Untersuchungen zu Substanzwirkung im Invertebraten-Modellorganismus <i>C. elegans</i>
Prüfungsleistungen	<p>kumulative Modulprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • benotete mündliche Prüfung zum Praktikum Dauer: 10 – 30 min (2,5 Kreditpunkte) • benotete schriftliche Prüfung zu Vorlesung, Seminar, praktischer Übung und Histologiepraktikum Dauer: 90 min, Umfang: 40 Fragen (9,5 Kreditpunkte)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Marquardt, H., Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, aktuelle Ausgabe • Niesink, R.J.M., de Vries, J., Hollinger M. A.(Hrsg.) Toxicology – Principles and Applications, CRC Press, Boca Raton, aktuelle Ausgabe • Dekant, W., Vamvakas, S., Toxikologie: Eine Einführung für Chemiker, Biologen und Pharmazeuten, Spektrum Akademischer Verlag, aktuelle Ausgabe

	<ul style="list-style-type: none">• Eisenbrand, G., Metzler, M., Hennecke, F. J., Toxikologie für Naturwissenschaftler und Mediziner. Stoffe, Mechanismen, Prüfverfahren, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe
--	---

Modulbezeichnung	Toxikologische Prüfung, Expositionsabschätzung und Ökotoxikologie
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM III
Lehrveranstaltungen	Vorlesung, Seminar, Übung als Blockveranstaltungen: 4 SWS Exkursionen zu einem Industrieunternehmen: 1 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	Dr. V. Ziegler
Dozierende	Dr. L. Armbruster, Dr. U. Bach, Dr. S. Bredendiek-Kämper, PD Dr. H. Ellinger-Ziegelbauer, Dr. A. Marburger, T. Müller, Dr. S. Schröder, Dr. J. Vienenkötter, Dr. V. Ziegler
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	150 h, davon 75 h Kontaktstudium und 75 h Selbststudium
Kreditpunkte	5
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • bestandene Modulprüfung zu PM I • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II und GM III
Verwendbarkeit (Voraussetzung für)	PM VI
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die toxikologische Prüfung eines Stoffes für verschiedene Endpunkte im Tierversuch unter Berücksichtigung bestehender Richtlinien und der Guten Laborpraxis zu planen und die Ergebnisse zu interpretieren • Alternativmethoden zu den Endpunkten der toxikologischen Prüfung im Tierversuch vorzuschlagen und zu begründen • die Exposition gegenüber einem Stoff zu ermitteln und als Teil der Risikocharakterisierung zu bewerten • die Grundzüge der Ökotoxikologie zu erläutern • Literatur zu Forschungsergebnissen und Methoden sowie relevante Guidelines zu verstehen, zu präsentieren und kritisch zu diskutieren
Inhalt	<p>Toxikologische Prüfung im Tierversuch:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planung von Prüfungen, Speziesauswahl, Applikationsformen, Dosiswahl • gute Laborpraxis (GLP), OECD- und ICH-Richtlinien • (Integrierte) Teststrategien in verschiedenen regulatorischen Umfeldern • <i>in vitro</i>-Testmethoden und neue Entwicklungen • Studienauswertung, Interpretation und Diskussion von Ergebnissen, Historische Kontrolldaten

	<ul style="list-style-type: none"> • Endpunkte: Gentoxizität, Toxizität bei wiederholter Verabreichung, Kanzerogenität, Reproduktionstoxizität, Toxikologie von Stäuben und Partikeln <p>Expositionsabschätzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expositionspfade • Ermittlung der Exposition durch Messungen und Modelle • Bewertung der Exposition • Ableitung von Schutzmaßnahmen <p>Ökotoxikologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umweltverhalten von Substanzen • Bioverfügbarkeit • Bioakkumulation • Prinzipien und Wirkmechanismen • Standardtests • Regulatorik
Prüfungsleistung	benotete schriftliche Prüfung Dauer: 90 min, Umfang: 30 Fragen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Marquardt, H., Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, aktuelle Ausgabe • Niesink, R.J.M., de Vries, J., Hollinger, M. A. (Hrsg.) Toxicology – Principles and Applications, CRC Press, Boca Raton, aktuelle Ausgabe • Dekant, W., Vamvakas, S., Toxikologie: Eine Einführung für Chemiker, Biologen und Pharmazeuten, Spektrum Akademischer Verlag, aktuelle Ausgabe • Eisenbrand, G., Metzler, M., Hennecke, F. J., Toxikologie für Naturwissenschaftler und Mediziner. Stoffe, Mechanismen, Prüfverfahren, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe

Modulbezeichnung	Klinische Toxikologie
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM IV
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: 3 SWS praktische Übung als wechselnde Blockveranstaltungen: 1 SWS Praktikum: 1,5 SWS
Studiensemester	3. (Wintersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. T. Daldrup und Prof. Dr. S. Ritz-Timme
Dozierende	Prof. Dr. T. Daldrup, Dr. M. Lamshöft, Dr. S. Moors, Prof. Dr. J. Schram
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	240 h, davon 82,5 h Kontaktstudium und 157,5 h Selbststudium
Kreditpunkte	8
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • bestandene Modulprüfung zu PM I und PM II • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II und GM III
Verwendbarkeit (Voraussetzung für)	-
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • allgemeine Kenntnisse über die analytischen Möglichkeiten zur Erkennung von Vergiftungen und Abusus sowie von Belastungen mit Umweltschadstoffen zu benennen, zu erläutern und mit-einander in Zusammenhang zu bringen • detaillierte Kenntnisse über die gebräuchlichsten Verfahren (u. a. Schnelltests (immunchemische Verfahren, Farbtests, Photometrie usw.), chromatographische Techniken (Dünnschichtchromatographie, Gaschromatographie, Hochleistungsflüssigkeitschromatographie), Spektrometrie (UV/VIS-Spektrometrie, IR-Spektrometrie, Massenspektrometrie, Atomabsorption/Atomemissionspektrometrie, Atomfluoreszenzspektroskopie), Radio-Tracer-Technologien) wiederzugeben • detaillierte Kenntnisse über die Gewinnung, den Transport und die Lagerung der Untersuchungsproben, deren Aufarbeitung (Aufschluss, Extraktion, Aufkonzentrierung) sowie grundlegende Kenntnisse über Qualitätskontrollmaßnahmen, Kalibrierung und Validierung ausgewählter Methoden widerzugeben und anzuwenden • für eine Untersuchung notwendige Daten (Symptomatik betroffener Personen, Zeugenaussagen, gegebenenfalls Ergebnisse der polizeilichen Ermittlungen) zu erlangen und sachgerecht auszuwerten

	<ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Methoden zum Nachweis der Aufnahme von Fremdstoffen anzuwenden und im Rahmen von Seminarveranstaltungen „Dritten“ die Methoden und die Ergebnisse zu erklären • anhand von Fallbeispielen die Stoffe und gegebenenfalls deren Metabolite zu benennen und anhand von Spektren und analytischen Datenbanken zu identifizieren, die am häufigsten zu akuten Vergiftungen führen (Psychopharmaka, Hypnotikum, Pflanzeninhaltsstoffe, Rauschmittel usw.) • Analyseergebnisse kritisch zu bewerten • Analyseergebnisse klinisch und bei Verdacht der Fremdbeibringung bzw. des Missbrauchs forensisch richtig einzuordnen
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • klinische versus forensische Toxikologie am Beispiel ausgewählter Arzneimittelwirkstoffe • Grundlagen der Analytischen Toxikologie • Toxikologie im gesellschaftlichen Kontext • ausgewählte BtM: Metabolismus und Nachweis • aktuelle Vergiftungen • akute Vergiftungen <p>praktische Übung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • quantitative Analytik aus biologischen Materialien; Aufarbeitung, Trennung und Analysetechniken • moderne analytische Methoden in der Toxikologie • Analytik von Metallen <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GC/MS von Amphetaminderivaten nach Extraktion aus Urin • Head-Space-Gaschromatographie • Bestimmung von Begleitalkoholen einschl. Kalibration • Screening von Arzneimitteln aus biologischer Matrix mittels der LC/MS • Schnelltest bzw. aktuelle Trends in der toxikologischen Analytik
Prüfungsleistung	<p>benotete schriftliche Prüfung Dauer: 90 min, Umfang: 40 Fragen</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Külpmann, W. R., Klinisch-toxikologische Analytik: Verfahren, Befunde, Interpretation - Handbuch Für Labor Und Klinik, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe • Gibitz, H. J., Geldmacher-v. Mallinckrodt, M., Klinisch-toxikologische Analytik bei akuten Vergiftungen und Drogenmißbrauch, Wiley Online Library, aktuelle Ausgabe • Kromidas, S., Handbuch Validierung in der Analytik, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe • Meyer, V., Praxis der Hochleistungs-Flüssigchromatographie, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe • Thompson, K. C., Wadhia, K., Loibner, A. P., Environmental Toxicity Testing, Blackwell, aktuelle Ausgabe

	<ul style="list-style-type: none">• Gerhards, P., Bons, U., Sawazki, J., Szigan, J., Wertmann, A., GC/MS in Clinical Chemistry, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe• Brittain, H. Analytical Profiles of Drug Substances and Excipients, Academic Press, aktuelle Ausgabe• Parlar, H., Greim, H., The MAK-Collection for Occupational Health and Safety. Part III: Air Monitoring Methods (DFG) Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe
--	---

Modulbezeichnung	Biostatistik und Epidemiologie
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM V
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: 2 SWS Seminar: 2 SWS
Studiensemester	3. (Wintersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. T. Marschall
Dozierende	Prof. Dr. T. Marschall, J. Ebler, T. Filla
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	120 h, davon 60 h Kontaktstudium und 60 h Selbststudium
Kreditpunkte	4
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM III und GM IV
Verwendbarkeit (Voraussetzung für)	-
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basiskenntnisse der elementaren Analysis wiederzugeben und anzuwenden • einfache deskriptive Statistiken von toxikologischen Untersuchungen anzufertigen • Ergebnisse quantifizierender Verfahren der schließenden Statistik (Testverfahren etc.) zu verstehen und zu interpretieren • die Bedeutung der verschiedenen Studientypen und die üblichen epidemiologischen Maßzahlen für die Toxiko-Epidemiologie zu beurteilen, Limitationen der Toxiko-Epidemiologie (Bias etc.) zu erkennen und die Ansätze von Methoden zur Behandlung der Limitationen zu verstehen • einfache Auswertungen von Untersuchungsergebnissen, die mittels eines statistischen Programmpakets (z. B. SAS) durchgeführt werden, zu interpretieren • epidemiologische Studien hinsichtlich potenzieller Verzerrungsquellen kritisch zu bewerten sowie die grundlegenden Methoden zur Adjustierung für Confounder darzulegen und ihre Anwendung an konkreten epidemiologischen Studienbeispielen zu erläutern • grundlegende Begriffe zur Charakterisierung der Güte diagnostischer Tests zu erklären und Publikationen zu diagnostischen Fragestellungen kritisch zu bewerten, sowie die verschiedenen Arten der Verknüpfung einfacher diagnostischer Tests zu einem sequentiellen diagnostischen Verfahren

	<p>(Differentialdiagnostik) zu benennen und an Beispielen die Auswirkung auf Sensitivität und Spezifität zu spezifizieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Ergebnisse von Regressionsmodellen unter Berücksichtigung vermengender Effekte und Effektmodifikation zu interpretieren • zwischen den verschiedenen Methoden zur Schätzung der Überlebenszeitfunktion zu differenzieren und Anwendungsmöglichkeiten aufzuzeigen sowie Einsatzmöglichkeiten der Cox-Regression zur Identifikation prognostischer Faktoren des Verlaufs ausgewählter Krebserkrankungen aufzuzeigen
Inhalt	<p>mathematische Grundlagen und Begriffe: Funktionen (Logarithmus, Exponentialfunktion, Funktionen für Dosis-Wirkungs-Kurven), Differentiation, Integration, Kompartimentmodelle (Differentialgleichungen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biostatistik: deskriptive Statistik, Wahrscheinlichkeit, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Hypothesentesten, Konfidenzintervall, Versuchsplanung (Fallzahlabeschätzung) • Epidemiologie: deskriptive Epidemiologie, analytische Epidemiologie (Studientypen), epidemiologische Maße, Arten von Verzerrungen (Bias, Confounding, Modifikation), Regressionsmodelle, Risikoscores, diagnostische Tests (u. a. ROC-Kurve, c-Wert)
Prüfungsleistung	<p>benotete schriftliche Prüfung Dauer: 60 min, Umfang: 30 Fragen</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schwenk, M., Reichl, F.-X., Regulatorische Toxikologie, Springer, aktuelle Ausgabe • Woodward, M., Epidemiology: Study Design and Data Analysis, Third Edition, Taylor & Francis, aktuelle Ausgabe • Lipinski, H.-G., Einführung in die medizintechnische Informatik, De Gruyter Oldenbourg, aktuelle Ausgabe

Modulbezeichnung	Regulatorische Toxikologie
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM VI
Lehrveranstaltungen	Vorlesung, Seminar, Übung als Blockveranstaltungen: 7 SWS Exkursionen zu Industrieunternehmen: 1,5 SWS
Studiensemester	3. (Wintersemester)
Modulverantwortung	PD Dr. J. Scheel und Dr. Y. Chovolou
Dozierende	Dr. W. Aulmann, C. Brieden, Dr. P. Buchmann, Dr. J. Feesche, Dr. M. Frericks, Prof. Dr. E. Fritsche, Dr. M. Hermann, Dr. O. Holtkötter, PD Dr. A. Kampkötter, Dr. D. Keller, Dr. J. Kemkowski, Dr. F. Kluxen, R. Marinkovic, PD Dr. J. Scheel, Dr. R. Schins, Dr. K. Siudak, Dr. K. Sondenheimer, Dr. M. Vömel, A. Welbers, P. Welge, Dr. V. Ziegler
Sprache	Deutsch, Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	240 h, davon 127,5 h Kontaktstudium und 112,5 h Selbststudium
Kreditpunkte	8
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • bestandene Modulprüfungen zu PM I, PM II und PM III • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II, GM III und GM IV
Verwendbarkeit (Voraussetzung für)	-
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die komplexen gesetzlichen Anforderungen und Behördeninteraktionen im Bereich der regulatorischen Toxikologie für Stoffe und Produkte in verschiedenen Bereichen aufzuzeigen und zu erläutern • die Bewertungskonzepte in den verschiedenen Regelungsbereichen zu kennen und zu unterscheiden • in begrenzter Zeit eine vorläufige Risikobewertung zu einem potentiell toxischen Stoff zu erarbeiten • eine Risikobewertung/Dossier zu einem potentiell toxischen Stoff zu erstellen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • lokale Toxizität Haut, Auge: Einstufung und Kennzeichnung gemäß CLP • Hautsensibilisierung • <i>in silico</i> Toxikologie • Extrapolationsmethoden • Risikobewertung für Lebensmittelkontaktmaterialien • Recherchestrategien, QSAR-Programme & TTC-Konzepte • REACH • Nanopartikel

	<ul style="list-style-type: none"> • Immuntoxikologie Richtlinien • Biologika • Pharmazulassung • Tierarzneimittel • Pflanzenschutzmittel • Höchstmengen Verordnung (MRL) • DNT <i>testing</i> • Grenzwerte und Einstufungen am Arbeitsplatz: MAK-Kommission, Ausschuss für Gefahrstoffe, Europäische Union • <i>in vitro</i> Methoden zur Ermittlung systemischer Toxizität • AOP • Biozide • endokrine Disruptoren • Sicherheitsbewertung kosmetischer Produkte <p>Exkursionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bayer AG (Monheim): Entwicklung eines Tierarzneimittels • Bayer AG (Wuppertal): GLP in der Praxis • Ecolab Deutschland GmbH (Monheim): Einführung in die Produktabsicherung mit Expositionsmessungen und -modellierung
Prüfungsleistung	<p>benotete schriftliche Prüfung Dauer: 90 min, Umfang: 40 Fragen</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Marquardt, H., Schäfer, S.G., Barth, H. (Hrsg.), Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, aktuelle Ausgabe • Niesink, R.J.M., de Vries, J., Hollinger M. A.(Hrsg.) Toxicology – Principles and Applications, CRC Press, Boca Raton, aktuelle Ausgabe • Dekant, W., Vamvakas, S., Toxikologie: Eine Einführung für Chemiker, Biologen und Pharmazeuten, Spektrum Akademischer Verlag, aktuelle Ausgabe • Eisenbrand, G., Metzler, M., Hennecke, F. J., Toxikologie für Naturwissenschaftler und Mediziner. Stoffe, Mechanismen, Prüfverfahren, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe

Modulbezeichnung	Zelluläre, molekulare und genetische Toxikologie
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM I
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 0,5 SWS Praktikum: 2,5 SWS
Studiensemester	1. oder 2. (Winter- oder Sommersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. G. Fritz
Dozierende	Dr. V. Brinkmann, Dr. C. Henninger
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	2 Studierende je Dozierende*r
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II, GM III und PM I
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Stoffwechselforgänge, Funktionen und Regulationsmechanismen der Zelle als Ziel toxischer Ereignisse zu deuten • moderne Methoden der Zell- und Molekularbiologie anzuwenden • Strategien zur Untersuchung und Manipulation von zellulären Prozessen zu analysieren und zu entwickeln
Inhalt (beispielhaft)	<p>Zellkultur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molekulare Organisation der Zelle, subzelluläre Kompartimentierung, extrazelluläre Matrix, strukturelle Organisation und Funktionen biologischer Membranen, Membranpotential, Transportprozesse, intrazelluläres Ionenmilieu • Steuerung zellulärer Funktionen, Membran-/zytosolische/Kern-Rezeptoren, Signaltransduktion, G-Protein-gekoppelte Rezeptoren, second messenger-Konzept, Rezeptortyrosinkinasen, Rezeptor-Serin/Threonin-Kinasen, Wachstumsfaktoren, Hormone, Neurotransmitter, Zytokine, hormonelle Regulation von Stoffwechselforgängen, MAP-Kinase-Signalwege, weitere Signalwege, komplexe Signalketten als Reaktion auf exogene Noxen und Informationen von anderen Zellen, Zell-Zell-Kommunikation, Ionenkanäle, Aktionspotential, Erregungsübertragung, Kontraktion, Sekretion, Zellmigration • Chromosomenstruktur, DNA-Struktur, Replikation, Zellzykluskontrolle, Proliferation, Apoptose, Differenzierung,

	<p>DNA-Reparatur, Onkogene, Mutationen, Molekulargenetik, Polymorphismen, DNA-Technologien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transkription, Regulation der Genexpression, Transkriptionsfaktoren, Response-Elemente, RNA-Prozessierung, kleine RNAs • Proteinbiosynthese, Proteinfaltung, Translokationssignale, • Regulation von Enzymaktivitäten: Induktion, Suppression, Inhibierung, Inaktivierung, Suizidsubstrate, posttranslationale Modifikationen, Phosphorylierung, Glykosylierung, Ubiquitin, Proteasom • Phase I- und Phase II-Metabolismus, Cytochrome P450, Glutathion-, N-Acetyl-, Glucuronyl- und Sulfotransferasen, Epoxidhydrolase, Aldoketoreduktasen, COX, NQO, reaktive Metabolite, Konjugate, oxidativer Stress • Gewebespezifitäten, Organotropie, Pathobiochemie von Tumorzellen, Speziesunterschiede in der Antwort auf toxische Substanzen <p><i>C. elegans:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Einblick in aktuelle Forschung mit <i>C. elegans</i>: z. B. Einwirkung von genotoxischem Stress auf verschiedene Gewebe von <i>C. elegans</i> • Sensitivität/Resistenz von DNA-Reparaturmutanten für genotoxischen Stress
<p>Prüfungsleistungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abgabe eines schriftlichen Protokolls • unbenotete mündliche Prüfung zum Praktikum <p>Dauer: 10 – 30 min</p>
<p>Literatur</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Berg, J. M., Tymoczko, J. L., Gatto, G., Stryer, L., Stryer Biochemie, Springer Spektrum, aktuelle Ausgabe • Rassow, J., Hauser, K., Netzker, R., Deutzmann, R., Duale Reihe Biochemie, Thieme, aktuelle Ausgabe • Voet, D., Voet, J. G., Pratt, C. W., Lehrbuch der Biochemie, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe • Heinrich, P. C., Müller, M., Graeve, L., Biochemie und Pathobiochemie, Springer, aktuelle Ausgabe • Marquardt, H., Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, aktuelle Ausgabe <p><i>C. elegans:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Praktikumsskript

Modulbezeichnung	Lebensmitteltoxikologie – in Planung
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM II
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: x SWS Praktikum: x SWS
Studiensemester	1. oder 2. (Winter- oder Sommersemester)
Modulverantwortung	N. N.
Dozierende	N. N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	N. N.
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II, GM III und PM I
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:
Inhalt	N. N.
Prüfungsleistungen	N. N.
Literatur	N. N.

Modulbezeichnung	Immuntoxikologie
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM III
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 1 SWS Praktikum: 2 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. C. Esser
Dozierende	Prof. Dr. C. Esser
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	2 Studierende
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II, GM III und PM I
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Techniken wie verschiedene Messmethoden an Immunzellen und Zytometrie sowie Fakten der Immuntoxikologie kritisch darzustellen • biologische, chemische, physikalische und mathematische Grundlagen von immuntoxikologischen Experimenten anzuwenden und zu erläutern • Planungskompetenz zur selbstständigen Planung und Durchführung komplexer Experimente über einen längeren Zeitraum anzuwenden • selbstständige Datenauswertung auszuführen und die Wichtigkeit des kritischen und ehrlichen Umgangs mit den eigenen Daten darzustellen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Immunsystems: beteiligte Organe, Zellen, und Moleküle, Anatomie des lymphatischen Systems der Maus (Lymphknoten, Darm, Thymus, Milz), differentielles Blutbild • Antigen-Erkennung und Unterscheidung (Spezifität, „<i>Danger</i>“, Selektionsmechanismen), Interaktion und Kommunikation im Immunsystem (Signaltransduktion, Integration einer Immunantwort) • fehlgeschlagene Immunantworten und ihre Ursachen (Immunsuppression, Allergie, Autoimmunität) • Messmethoden der Immunologie und Immuntoxikologie • Mikroskopieren am Lichtmikroskop und Umkehrmikroskop, Kultivierung eukaryotischer Zellen, <i>in vitro</i> Messung

	<p>physiologischer Parameter von Immunzellen, Phagozytose-assays, Messung entzündlicher Parameter (ELISA, IL-2 Assay), Proliferation und Apoptosemessung nach Applikation toxischer Substanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung der Theorie und Praxis der Durchflusszytometrie und Zellsortierung zur Messung von Zellveränderungen nach Applikation toxischer Substanzen • quantitative RT-PCR und Primerdesign • Einblick in jeweils aktuelle Techniken oder Experimente der AG Esser
Prüfungsleistung	<p>unbenotete mündliche Prüfung zum Praktikum Dauer: 10 – 30 min</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Murphy, K. M., Travers, P., Walport, M., Janeways Immunobiology, Taylor & Francis Ltd, aktuelle Auflage • Esser, C., Immunotoxicology in: Taylor, J. B., Triggler, D., Comprehensive Medicinal Chemistry II, Elsevier, aktuelle Ausgabe • Luttmann, W. Bratke, K., Kübber, M., Myrtek, D., Der Experimentator: Immunologie, Springer Spektrum, aktuelle Ausgabe • A. Radbruch, Flow Cytometry and Cell Sorting, Springer Lab Manuals, aktuelle Ausgabe

Modulbezeichnung	Endokrintoxikologie – in Planung
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM IV
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 2 SWS Praktikum: 4 SWS
Studiensemester	1. oder 2. (Winter- oder Sommersemester)
Modulverantwortung	N. N.
Dozierende	N. N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	N. N.
Arbeitsaufwand	120 h, davon 90 h Kontaktstudium und 30 h Selbststudium
Kreditpunkte	4
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II, GM III und PM I
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:
Inhalt	N. N.
Prüfungsleistung	N. N.
Literatur	N. N.

Modulbezeichnung	Partikeltoxikologie
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM V
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 1 SWS Praktikum: 5 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	PD Dr. T. Haarmann-Stemmann, PD Dr. K. Unfried, Dr. T. Schikowski, Dr. R. Schins, Dr. C. Wigmann
Dozierende	PD Dr. T. Haarmann-Stemmann, Dr. T. Hornstein, Dr. A. Kämpfer, PD Dr. K. Unfried, Dr. T. Schikowski, Dr. R. Schins, Dr. T. Spannbrucker, Dr. T. Wahle, Dr. C. Wigmann
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	4-5 Studierende
Arbeitsaufwand	120 h, davon 90 h Kontaktstudium und 30 h Selbststudium
Kreditpunkte	4
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II, GM III, PM I und PM II
angestrebte Lernergebnisse	<p>PD Dr. K. Unfried, Dr. R. Schins: nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die verschiedenen Mechanismen der Partikeltoxizität darzustellen • die Toxizität von Partikeln in Abhängigkeit von ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften zu unterscheiden • den Zusammenhang zwischen Partikelexposition und Erkrankung zu analysieren • geeignete Studien zur Risikoabschätzung sowie zur Aufklärung der Mechanismen der Pathogenität von Partikeln zu planen, durchzuführen und kritisch zu beurteilen <p>PD Dr. T. Haarmann-Stemmann, Dr. T. Schikowski, Dr. C. Wigmann: nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • den gesamten Prozess von der Extraktion genetischen Materials bis hin zur statistischen Analyse des Genoms im Zusammenhang mit der Umwelttoxikologie nachzuvollziehen • die Toxizität von Umweltfaktoren in Abhängigkeit von Genetik zu untersuchen • den Zusammenhang zwischen Umweltexpositionen und Erkrankung zu analysieren • Genom-weite Assoziationsstudien und Gen-Umwelt Analysen in Bezug zu Umwelttoxikologie durchzuführen

	<ul style="list-style-type: none"> • große Datensätze („Big Data“) aus der Umwelttoxikologie zu erheben, analysieren und interpretieren
<p>Inhalt</p>	<p>PD Dr. K. Unfried, Dr. R. Schins:</p> <ul style="list-style-type: none"> • epidemiologische Studien mit Beispielcharakter für den Zusammenhang zwischen Partikelexposition und chronischen Erkrankungen der Lunge sowie systemischen Erkrankungen (Herz-Kreislauf, Immunsystem) • elementare Studienplanung und kritische Studienbewertung • pathogenetisch relevante chemische und physikalische Partikeleigenschaften; Kombinationswirkungen dieser Eigenschaften; dazugehörige Wirkmechanismen und spezifische Erkrankungsbilder • Vorhersage möglicher pathogener Wirkung von Partikeln aufgrund ihrer Eigenschaften als Voraussetzung zur Auswahl und zur Planung geeigneter mechanistischer Studien • Messung von reaktiven Sauerstoffspezies induziert durch Partikel in zellfreien Systemen (Elektronenspinresonanz, Fluoreszenzassays) sowie in zellulären Systemen (FACS-Assays, Aktivierung von Entzündungszellen) • inflammatorische Wirkung von Partikeln • Wirkmechanismen der chronischen Lungenentzündung ausgelöst durch inhalierte Schwebstäube • allgemeine Prinzipien der Regulation von Proliferation, Apoptose und Ausschüttung inflammatorischer Zytokine sowie Möglichkeiten der direkten und indirekten Partikelwirkung auf diese • Design von tierexperimentellen Studien • Messung von Lungenparametern (aus zuvor durchgeführten) Tierversuchen; differentielle Zellzählung und ELISA-Analyse von Lungenlavage; Abschätzung der inflammatorischen Wirkung von Partikeln anhand von Daten aus Tierversuchen • Mechanismen der direkten und indirekten Mutagenese durch Partikel und partikelinduzierte Entzündung • Methoden zur Messung von prä-mutagenen Läsionen und manifesten Mutationen, Zellkulturversuche zur Induktion von Gentoxizität durch verschiedene Partikel mit Mikrokern-Assay und Comet-Assay • Zellkulturversuche zur Wirkung von Partikeln auf Ebene der Signaltransduktion <p>PD Dr. T. Haarmann-Stemann, Dr. T. Schikowski, Dr. C. Wigmann:</p> <ul style="list-style-type: none"> • epidemiologische Studien mit Beispielcharakter für den Zusammenhang zwischen Umweltexpositionen und chronischen Erkrankungen; elementare Studienplanung und kritische Studienbewertung • pathogenetisch relevante chemische und physikalische Eigenschaften von Umweltexpositionen; Wirkungen dieser

	<p>Eigenschaften; dazugehörige Wirkmechanismen und Modellierung von Expositionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • DNA-Extraktion und Schritte für die Durchführung von Qualitätskontrollen im Labor und vor der Datenanalyse • Einsatz und Interpretation von Genom-weiten <i>Assoziationsstudien</i> (GWAS) • Design von Gen-Umwelt-Studien in der Toxikologie • Statistische Methoden zur Analyse von umwelttoxikologischen Fragestellungen und Interpretation • Umgang mit großen Datenmengen („Big Data“) aus großen umwelttoxikologischen Studien • Einführung in das Statistikprogramm R
<p>Prüfungsleistung</p>	<p>unbenotete mündliche Prüfung zum Praktikum Dauer: 10 – 30 min</p>
<p>Literatur</p>	<p>PD Dr. K. Unfried, Dr. R. Schins:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Donaldson K, Borm P, Particle Toxicology, CRC Press, aktuelle Ausgabe • Donaldson K, Tran CL, Inflammation caused by particles and fibers. <i>Inhal Toxicol</i> 14:5-27 (2002) • Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD, Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long term exposure to fine particulate air pollution. <i>JAMA</i> 287:1132-1141 (2002). • Oberdorster G, Oberdorster E, Oberdorster J, Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles. <i>Environ Health Perspect</i> 113:823-839 (2005). • Unfried K, Albrecht C, Klotz L-O, von Mikecz A, Grether-Beck S, Schins RPF. Cellular responses to nanoparticles: target structures and mechanisms. <i>Nanotoxicology</i> 2007, 1-20. <p>PD Dr. T. Haarmann-Stemmann, Dr. T. Schikowski, Dr. C. Wigmann:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraft P, Yen YC, Stram DO, Morrison J, Gauderman WJ. Exploiting gene-environment interaction to detect genetic associations. <i>Hum Hered.</i> 2007;63(2):111-9. • Loxham M, Davies DE, Holgate ST. The health effects of fine particulate air pollution. <i>BMJ.</i> 2019 Nov 27;367:l6609. • Brauer M. How much, how long, what, and where: air pollution exposure assessment for epidemiologic studies of respiratory disease. <i>Proc Am Thorac Soc.</i> 2010 May;7(2):111-5. • Rider CF, Carlsten C. Air pollution and DNA methylation: effects of exposure in humans. <i>Clin Epigenetics.</i> 2019 Sep 3;11(1):131. • Tam V, Patel N, Turcotte M, Bossé Y, Paré G, Meyre D. Benefits and limitations of genome-wide association studies. <i>Nat Rev Genet.</i> 2019 Aug;20(8):467-484. • Marees AT, de Kluiver H, Stringer S, Vorspan F, Curis E, Marie-Claire C, Derks EM A tutorial on conducting genome-wide

	<p>association studies: Quality control and statistical analysis. . Int J Methods Psychiatr Res. 2018 Jun;27(2):e1608.</p> <ul style="list-style-type: none">• Reed E, Nunez S, Kulp D, Qian J, Reilly MP, Foulkes AS. A guide to genome-wide association analysis and post-analytic interrogation. Stat Med. 2015 Dec 10;34(28):3769-92. doi: 10.1002/sim.6605.• Foulkes, A. (2009). Applied Statistical Genetics with R: For Population-based Association Studies. Springer, New York.• Ziegler, A., König, I.R. (2010). A Statistical Approach to Genetic Epidemiology: Concepts and Applications. Wiley-VCH, Weinheim.
--	--

Modulbezeichnung	Arbeitsmedizinische Toxikologie
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM VI
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 1 SWS Praktikum: 2 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	Dr. H. U. Käfferlein
Dozierende	Dr. D. Bury, Dr. H. U. Käfferlein, Dr. C. Köhler, S. Koslitz, Dr. S. Plöttner, P. Welge
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	4 Studierende
Arbeitsaufwand	60 h, davon 40 h Kontaktstudium und 20 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an praktischen Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II, GM III, PM I und PM II
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ursachen und Mechanismen der Entstehung arbeitsbedingter Erkrankungen und Berufskrankheiten zu erläutern • Grundlagen der Arbeitstoxikologie zu benennen • Prinzipien der Durchführung und Auswertung humantoxikologischer Tests anhand von Beispielen zu kennen und mögliche Einflussfaktoren darzulegen • Prinzipien des Ambient Monitorings und Humanbiomonitorings inkl. deren rechtliche Grundlagen zu erklären • Zusammenhänge zwischen Schadstoff-Exposition, Aufnahmepfaden, innerer Exposition und schadstoffbedingten Effekten darzustellen und Grundsätze der Dosis-Wirkungs-Analyse anzuwenden • Grundlagen der Durchführung von Inhalationsstudien am Menschen zu erläutern • Prinzipien zur Früherkennung und Diagnostik beruflich verursachter Krebserkrankungen mittels Biomarkern zu erklären
<i>Inhalt</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsmedizin: Pathogenese ausgewählter arbeitsbedingter Erkrankungen/Berufskrankheiten inkl. deren Epidemiologie. Einblicke in den Arbeits- und Gesundheitsschutz (z. B. Betriebsärzte, SiFa); Belastungs-Beanspruchungs-Konzept; Dosis-Wirkungs-Prinzip; Grundprinzipien präventiver Maßnahmen am Arbeitsplatz • Expositionslabor / Inhalationstoxikologie

	<ul style="list-style-type: none"> • Expositionsmonitoring, Messstrategien, Ambient Monitoring, Biomonitoring, analytische Verfahren (ICP, HPLC, GC, Massenspektrometrie) • Fremdstoffmetabolismus: Grundlagen zum Human-Metabolismus arbeitsplatz-relevanter Substanzen, experimentelle Methoden • Molekulare Marker: Krebsfrüherkennung in Risikokollektiven, Biomarker aus Blut- und Urinproben (Real-Time PCR, ELISA, DNA-Methylierungsanalytik), Pathomechanismen • Zytotoxizität, Analysen chromosomaler Veränderungen, Gentoxizität, Bildung freier Radikale, Genmutationen, PCR, Zellkulturtechniken • Partikeltoxikologie: Partikelcharakteristik und zelluläre Wirkungen
<p>Prüfungsleistung</p>	<p>benotete schriftliche Prüfung Dauer: 60 min, Umfang: 30 Fragen</p>
<p>Literatur</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Busch, M., Kompendium Arbeitsmedizin, Eigenverlag, aktuelle Ausgabe • Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), MAK- und BAT-Werte-Liste: Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte, Publisso, aktuelle Ausgabe • Greim, H. (Hg.), Das Toxikologie-Buch. Grundlagen, Verfahren, Bewertung, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe • Harris, D.C., Lehrbuch der Quantitativen Analyse, Springer Spektrum, aktuelle Ausgabe • Hayes, A. W., Kruger, C. L., Hayes' Principles and Methods of Toxicology, Taylor & Francis Ltd, aktuelle Ausgabe • Klaassen, C., Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons, McGraw-Hill Education Ltd, aktuelle Ausgabe • Landau, K., Pressel, G., Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen: Definitionen, Vorkommen, Arbeitsschutz, Gentner, A W, aktuelle Ausgabe • Lodish, H., et al., Molekulare Zellbiologie, Spektrum Akademischer Verlag, aktuelle Ausgabe • Marquardt, H., Schäfer, S.G., Barth, H. Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, aktuelle Ausgabe • Niessner R. (Hg.), Instrumentelle Analytik, Springer Spektrum, aktuelle Ausgabe • Nowak, D., Arbeitsmedizin und klinische Umweltmedizin, Elsevier, aktuelle Ausgabe • Otto, M., Analytische Chemie, Wiley-VCH, aktuelle Ausgabe • Zusätzliche Literaturhinweise zur Vorbereitung des Praktikums werden an die Teilnehmenden vor dem Praktikum verschickt.

Modulbezeichnung	Arzneimitteltoxikologie
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM VII
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 3 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	PD Dr. E. Röhrdanz
Dozierende	Prof. Dr. U. Gundert-Remy, Dr. C. Henninger, PD Dr. E. Röhrdanz
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	20 Studierende
Arbeitsaufwand	60 h, davon 30 h Kontaktstudium und 30 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II, GM III, GM IV und GM V
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über die molekularen Wirkungen gebräuchlicher Arzneimittel zu erläutern und darauf aufbauend adverse Reaktionen zu erklären (Arzneimittelüberdosierungen) • die Anforderungen der toxikologischen Prüfungen bei der Zulassung von Arzneimitteln kritisch zu diskutieren • anhand von Studien zu neu eingeführten Arzneimitteln bzw. Arzneimitteln in der klinischen Prüfung das toxikologische Gefährdungspotential abzuschätzen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • präklinische Untersuchungen für die Arzneimittelzulassung • Übersicht über wichtige regulatorische Dokumente (national, international, europaweit) • Arzneimitteltoxikologie im Kontext der Arzneimittelzulassung: Bewertung von Studien zu Wirksamkeit / toxischem Potential von Arzneimitteln, Nutzen/Risikoabschätzung von Arzneimitteln unter Berücksichtigung präklinischer Daten • Ermittlung von toxikologischen Endpunkten • Einschätzung der Relevanz der erhaltenen Daten • Beispiele toxischer Wirkungen von Arzneimitteln • Interaktionen von Arzneimitteln • Arzneimittelüberdosierungen: Methoden zur Elimination, Antidota
Prüfungsleistung	benotete schriftliche Prüfung Dauer: 60 min, Umfang: 15 Fragen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Ford, M., Delaney, K. A., Ling, L., Erickson, T., Clinical Toxicology, Saunders, aktuelle Ausgabe • Fricke, U., Klaus, W., Neue Arzneimittel, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, aktuelle Ausgabe

	<ul style="list-style-type: none">• Aktories, K., Förstermann, U., Hofmann, F. B., Starke, K., Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH, aktuelle Ausgabe• Estler, C.-J., Schmidt, H., Pharmakologie und Toxikologie, Schattauer, F.K. Verlag GmbH, aktuelle Ausgabe• Lüllmann, H., Mohr, K., Wehling, M., Heinz, L., Pharmakologie und Toxikologie, Thieme, aktuelle Ausgabe• Geisslinger, G., Menzel, S., Gudermann, T., Hinz, B., Ruth, P., Mutschler, E., Mutschler Arzneimittelwirkungen: Pharmakologie - Klinische Pharmakologie – Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, aktuelle Ausgabe• Aronson, J. K., Meyler's Side Effects of Drugs, Elsevier, aktuelle Ausgabe• Rote Liste, aktuelle Ausgabe, Verlag Rote Liste Service
--	---

Modulbezeichnung	Experimentelle Studien in der Toxikologie - regulatorisch und mechanistisch
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM VIII
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 1 SWS Praktikum: 2 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	Dr. K. Siudak
Dozierende	Dr. K. Siudak
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	12 Studierende
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM I, GM II, GM III, GM IV, GM V, PM I, PM II und PM III
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • allgemeine und spezielle Toxikologie anhand von Beispielen aus der Pharma-Forschung zu erklären, zu beschreiben, und kritische Targets zu benennen • weiterführendes Wissen und insbesondere Prozessabläufe in den Fachbereichen, immunologische Toxikologie, klinische Pathologie und Pathologie anzuwenden bzw. zu beschreiben • Grundkenntnisse zum Einsatz von <i>in vitro</i> Modellen in der Toxikologie (Beispiel Phototoxizitätstest) • Erlangung von Grundkenntnissen zu regulatorischen, toxikologischen Prüfungen im Rahmen der Arzneimittelentwicklung und Arzneimittelzulassung • Verständnis über GLP und Prozesse in einer GLP-Prüfeinrichtung
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • toxikologische Kenntnisse: pharmakologische und toxikologische Wirkung, toxikologisches Bild (Tierversuche, Vergiftungsfälle), mechanistische Prüfmethode • bedeutende toxikologische Endpunkte: Nervensystem, endokrines System, insbesondere Schilddrüse, Immunmodulation, Leber, Kanzerogenese • toxikologische Prüfungen: Studien mit wiederholter Gabe, Pathologie, Immuntoxizität, Neurotoxizität, Reproduktionstoxizität, Kanzerogenese; Tests zur Immuntoxizität; Tests zu Schilddrüsenfunktion
Prüfungsleistung	benotete schriftliche Prüfung Dauer: 60 min, Umfang: 25 Fragen

Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Marquardt H., Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, aktuelle Ausgabe• Krieger R., Handbook of Pesticide Toxicology - Principles and Agents, Academic Press, aktuelle Ausgabe• Klaassen, C., Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons, McGraw-Hill Education Ltd, aktuelle Ausgabe• Ballantyne B., Marrs T., Syversen T., General and Applied Toxicology, Wiley, aktuelle Ausgabe• Hermersdörfer H., Handbook of Toxicology, CRC Press, aktuelle Ausgabe
-----------	--

Modulbezeichnung	Neurotoxikologie
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM IX
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 1 SWS Praktikum: 2 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. E. Fritsche
Dozierende	Prof. Dr. E. Fritsche
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	4 Studierende
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II, GM III, PM I und PM II
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und grundlegende Mechanismen pathologischer Prozesse im ZNS zu beschreiben • verschiedene Modelle der Untersuchung neurotoxischer Eigenschaften zu beschreiben und zu erklären • geeignete Studien zur Risikoabschätzung sowie zur Aufklärung der Mechanismen der neurotoxischen Substanzen zu planen, durchzuführen und kritisch zu beurteilen
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktionen des Nervensystems • ZNS als Angriffspunkt für toxische Substanzen (Blut-Hirn-Schranke, selektive Toxizität) • akute und chronische toxische Effekte • Mechanismen der Neurotoxizität (Myelinschädigung, Störung des axonalen Transports, Störung der synaptischen Transmission) • Prüfung auf Neurotoxizität • neurotoxische Substanzen (Schwermetalle, n-Hexan, Ethanol, Methylquecksilber, Organophosphate...) <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neurosphären (Primärzellen, Hirnentwicklungsmodell) • Proliferations-, Migrations- und Differenzierungsassay • Untersuchung zur Speziesunterschieden • Demonstrationsversuche: Empfindlichkeit von Primärzellen gegenüber toxischen Substanzen (Schwermetalle)

Prüfungsleistung	unbenotete mündliche Prüfung Dauer: 10 – 30 min
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Marquardt H., Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, aktuelle Ausgabe, Kapitel 20: Nervensystem• Chang L. W., Slikker W., Neurotoxicology: Approaches and Methods Academic Press• Spencer P. S., Schaumburg, H. H., Ludolph A. C., Experimental and Clinical Neurotoxicology, OUP USA• Tiffany-Castiglioni E., In Vitro Neurotoxicology: Principles and Challenges, Humana Press Inc• Pentreath V. W., Neurotoxicology in Vitro: In Vitro, CRC Press

Modulbezeichnung	Software-gestütztes kinetisches Modelling
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM X
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 3 SWS
Studiensemester	1. oder 2. (Winter- oder Sommersemester)
Modulverantwortung	Dr. C. Henninger
Dozierender	Dr. C. Henninger
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	12 Studierende
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> • GM II, GM III und PM I • sicherer, intuitiver Umgang mit dem PC
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Aussagen zur Pharmakokinetik, insbesondere zu Kinetiken 1. Ordnung und 0. Ordnung zu treffen • die pharmakokinetischen Hintergründe der Batemanfunktion zu erläutern • die Vorteile von Simulationen mittels Mehrkompartimentmodells zu erläutern • die toxikologische Relevanz unterschiedlicher Aufnahme- sowie Exkretionswege zu erläutern • kinetische Aspekte, welche für Arzneimittelinteraktionen besonders relevant sind, zu erklären
Inhalt	<p>Anhand von konkreten Fragestellungen/Fallbeispielen soll unter Verwendung einer entsprechenden Software die Pharmakokinetik ausgewählter Pharmaka bzw. Noxen simuliert werden. Im Vordergrund stehen dabei Arzneimittelwechselwirkungen und Überdosierungsszenarien.</p> <p>Die Hintergrundinformationen zu den zu simulierenden Pharmaka und Noxen sollen von den Studierenden vor den jeweiligen Simulationen mittels 10-minütigen Vorträgen eigenständig präsentiert werden.</p>
Prüfungsleistungen	<ul style="list-style-type: none"> • unbenotete Bearbeitung der Fallbeispiele • Ausfüllen eines Antwortbogens während der Durchführung der Simulationen
Literatur	N. N.

Modulbezeichnung	Podiumsdiskussion toxikologischer Themen – in Planung
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM XI
Lehrveranstaltungen	Seminar: 3 SWS
Studiensemester	3. (Wintersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. G. Fritz
Dozierender	Prof. Dr. G. Fritz, PD Dr. N. Schupp
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	6 Studierende
Arbeitsaufwand	60 h, davon 10 h Kontaktstudium und 50 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> • GM II, PM I, PM II, PM III
angestrebte Lernergebnisse	<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ein aktuelles Thema eigenständig zu recherchieren und kurz vorzustellen • verschiedene Standpunkte zu dem Thema zu finden und wiederzugeben • sich so tief in die verschiedenen Standpunkte einzuarbeiten, dass diese überzeugend in einer kontroversen Diskussion vertreten werden können • aus Sicht der vertretenen Position eine schriftliche Arbeit in der Form eines Gutachtens zu verfassen
Inhalt	Aus verschiedenen Positionen werden aktuelle toxikologische Themen zunächst vorgestellt und dann kontrovers diskutiert.
Prüfungsleistungen	Erstellen eines Gutachtens zu dem diskutierten Stoff mit eigener Stellungnahme; Umfang: 3 – 4 Seiten
Literatur	Jeweils aktuelle Literatur wird zur Verfügung gestellt.

Modulbezeichnung	Organtoxikologie
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM XII
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 2 SWS Praktikum: 4 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	PD Dr. N. Schupp
Dozierende	PD Dr. N. Schupp
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	4 Studierende
Arbeitsaufwand	120 h, davon 90 h Kontaktstudium und 30 Sh Selbststudium
Kreditpunkte	4
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM III, GM IV und PM I
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alternativmethoden zu Tierversuchen zu beschreiben • Präzisionsschnitte von ausgewähltem tierischem Gewebe herzustellen und zu kultivieren • Präzisionsschnitte zu kultivieren und deren Vitalität zu bestimmen, sowie nach Behandlung deren oxidativen Stress zu messen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • ethische Grundlagen des 3R-Prinzips • Bandbreite der Alternativmethoden • Funktionsweise eines Tissue Slicers • Anfertigen von Präzisionsschnitten von Mausorganen • Kultivierung von Präzisionsschnitten • Bestimmung der Vitalität von Zellen in kultivierten Präzisionsschnitten • Anfertigen von histologischen Präparaten aus kultivierten Präzisionsschnitten • Nachweis oxidativen Stresses im Gewebe • immunhistochemische Färbung der Präzisionsschnitte • studentischer Vortrag zu Alternativmethoden • studentischer Vortrag zu Präzisionsschnitten
Prüfungsleistung	unbenotete studentische Vorträge
Literatur	www.tierversuche-verstehen.de/das3rprinzip/ www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/geschaeftsstelle/publikationen/handreichung_sk_terversuche.pdf weitere Literatur wird vor dem Modul vergeben

Modulbezeichnung	Analytische Toxikologie – findet im WS 2021/22 zum ersten Mal statt
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM XIII
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 1 SWS Praktikum: 2 SWS
Studiensemester	1. (Wintersemester)
Modulverantwortung	Prof. Dr. K. Stühler
Dozierende	Prof. Dr. K. Stühler, Thomas Lenz, Dr. Gereon Poschmann, Dr. Anja Stefanski, Dr. Nina Prescher
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	8 Studierende
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen • Basiskenntnisse in Proteinbiochemie
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	GM II, GM III
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Fachterminologie, Theorie, Praxis und ausgewählte Themen der Proteomik zu nennen und zu beschreiben • mit verschiedenen einschlägigen Laborgeräten theoretisch und praktisch umzugehen • wissenschaftliche Fragestellungen auf den Gebieten der Proteomik zu entwickeln und zu formulieren • in englischer Sprache Vorträge zu halten, Protokolle zu verfassen und wissenschaftlich zu diskutieren
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • allgemeine Proteinanalytik: Probenvorbereitung für die anschließende Proteinanalytik, Bestimmung der Proteinkonzentration, Proteinfärbung mittels z. B. Silbernitrat, Festphasen-Extraktion von Proteinen (SPE) für die Proteinreinigung, Proteaseverdau der Proteine für die Massenspektrometrie • Auftrennung von Proteinmischungen mittels SDS-Gelelektrophorese, Immunoblotanalyse • Proteinmassenspektrometrie (MS): Identifizierung von Proteinen per Fragmentanalyse von Peptiden (CID, HCD), Quantifizierung von Proteinen mittels MS Datenauswertung: Auswertung von MS-Spektren, Quantitative Analyse • Anwendungsbeispiel: Proteom-weite Analyse des Schmelzverhaltens von Proteinen und dessen Änderung durch interagierende Kleinmoleküle (siehe Literatur zu CETS/ATPP)
Prüfungsleistung	Präsentation mit anschließender Diskussion der Ergebnisse

	Dauer: 10 min
Literatur	<p>Cellular Thermal Shift Assay (CETSA):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Martinez Molina D, Jafari R, Ignatushchenko M, Seki T, Larsson EA, Dan C, Sreekumar L, Cao Y, Nordlund P. Monitoring drug target engagement in cells and tissues using the cellular thermal shift assay. <i>Science</i>. 2013 Jul 5;341(6141):84-7. doi: 10.1126/science.1233606. PMID: 23828940. • Jafari R, Almqvist H, Axelsson H, Ignatushchenko M, Lundbäck T, Nordlund P, Martinez Molina D. The cellular thermal shift assay for evaluating drug target interactions in cells. <i>Nat Protoc</i>. 2014 Sep;9(9):2100-22. doi: 10.1038/nprot.2014.138. Epub 2014 Aug 7. PMID: 25101824. <p>Thermal Proteome Profiling (TPP):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Savitski MM, Reinhard FB, Franken H, Werner T, Savitski MF, Eberhard D, Martinez Molina D, Jafari R, Dovega RB, Klaeger S, Kuster B, Nordlund P, Bantscheff M, Drewes G. Tracking cancer drugs in living cells by thermal profiling of the proteome. <i>Science</i>. 2014 Oct 3;346(6205):1255784. doi: 10.1126/science.1255784. Epub 2014 Oct 2. PMID: 25278616. • Franken H, Mathieson T, Childs D, Sweetman GM, Werner T, Tögel I, Doce C, Gade S, Bantscheff M, Drewes G, Reinhard FB, Huber W, Savitski MM. Thermal proteome profiling for unbiased identification of direct and indirect drug targets using multiplexed quantitative mass spectrometry. <i>Nat Protoc</i>. 2015 Oct;10(10):1567-93. doi: 10.1038/nprot.2015.101. Epub 2015 Sep 17. PMID: 26379230. <p>Übersichtsartikel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aebersold R, Mann M. Mass-spectrometric exploration of proteome structure and function. <i>Nature</i>. 2016 Sep 15;537(7620):347-55. doi: 10.1038/nature19949. PMID: 27629641. • Prabhu N, Dai L, Nordlund P. CETSA in integrated proteomics studies of cellular processes. <i>Curr Opin Chem Biol</i>. 2020 Feb;54:54-62. doi: 10.1016/j.cbpa.2019.11.004. Epub 2019 Dec 12. PMID: 31838273. • Mateus A, Kurzawa N, Becher I, Sridharan S, Helm D, Stein F, Typas A, Savitski MM. Thermal proteome profiling for interrogating protein interactions. <i>Mol Syst Biol</i>. 2020 Mar;16(3):e9232. doi: 10.15252/msb.20199232. PMID: 32133759; PMCID: PMC7057112.

Modulbezeichnung	Vertiefte analytische Toxikologie – in Planung
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM XIV
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 2 SWS Praktikum: 4 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	N. N.
Dozierende	N. N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	N. N.
Arbeitsaufwand	120 h, davon 90 h Kontaktstudium und 30 h Selbststudium
Kreditpunkte	4
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	N. N.
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:
Inhalt	N. N.
Prüfungsleistung	N. N.
Literatur	N. N.

Modulbezeichnung	Aspekte aktueller Toxikologie – in Planung
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM XV
Lehrveranstaltungen	Vorlesung/Seminar: 1 SWS Praktikum: 2 SWS
Studiensemester	2. (Sommersemester)
Modulverantwortung	N. N.
Dozierende	N. N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Gruppengröße	N. N.
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen zur Teilnahme an Modulabschlussprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • regelmäßige aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	N. N.
angestrebte Lernergebnisse	nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:
Inhalt	N. N.
Prüfungsleistung	N. N.
Literatur	N. N.

Modulbezeichnung	Pilotarbeit
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PA
Lehrveranstaltungen	wissenschaftliches Arbeiten
Lehrform	wissenschaftliches Arbeiten und Schreiben
Studiensemester	3. (Wintersemester)
Modulverantwortung	alle Dozierende
Dozierende	alle Dozierende
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	300 h
Kreditpunkte	10
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	alle Grund- und Pflichtmodule
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • an einem vorgegebenen wissenschaftlichen Thema innerhalb eines Arbeitskreises mitzuarbeiten und eine konkrete Aufgabe im Rahmen dieses Forschungsprojektes durchzuführen • sich dabei eigenständig fachliches Wissen, experimentelle Fertigkeiten und Laborkompetenz anzueignen • die eigenen Daten in der Diskussion mit den Arbeitsgruppenmitgliedern kritisch zu interpretieren und zu bewerten • einen schriftlichen Bericht über das bearbeitete Teilprojekt anzufertigen und mündlich zu präsentieren
Inhalt	Die Pilotarbeit dient einerseits der Vertiefung von Kenntnissen und Fertigkeiten auf einem Teilgebiet der Toxikologie, andererseits mit dem Erwerb von Laborkompetenz der Vorbereitung auf die Anforderungen der Masterarbeit. Sie soll von einer Person aus dem Kreis der am Studiengang beteiligten Dozierenden betreut und innerhalb deren Arbeitsgruppe durchgeführt werden.
Prüfungsleistung	schriftliche oder mündliche Präsentation der Pilotarbeit

Modulbezeichnung	Masterarbeit
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	MA
Lehrveranstaltungen	wissenschaftliches Arbeiten
Lehrform	wissenschaftliche Arbeit
Studiensemester	4. (Sommersemester)
Modulverantwortung	alle Dozierende
Dozierende	alle
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	900 h
Kreditpunkte	30
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<ul style="list-style-type: none"> • Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie • Erwerb von 70 Kreditpunkten im Masterstudiengang Toxikologie
empfohlene zusätzliche Voraussetzungen	alle Grund- und Pflichtmodule
angestrebte Lernergebnisse	<p>nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ein vorgegebenes wissenschaftliches Thema innerhalb einer vorgegebenen Frist zu bearbeiten • die Durchführung der Arbeit eigenständig zu planen und zu koordinieren • erlernte Methoden auf das aktuelle Thema anwenden und erforderlichenfalls eigene Forschungsstrategien zu entwickeln • sich mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinanderzusetzen und die eigene Forschungsarbeit in den Rahmen der Literatur einzuordnen • einen ausführlichen wissenschaftlichen Bericht über die durchgeführte Arbeit anzufertigen
Inhalt	<p>Die Masterarbeit ist die Abschlussarbeit des Masterstudienganges. Sie soll eigenständig unter der Anleitung eines/einer Betreuer*in aus dem Kreis der am Studiengang beteiligten Hochschullehrer*innen nach den Vorgaben guter wissenschaftlicher Praxis der medizinischen Fakultät der Heinrich Heine Universität durchgeführt werden. Das Thema der Arbeit wird von dem/der Betreuer*in gestellt und entstammt in der Regel seinem/ihrer Forschungsgebiet und ist von toxikologischer Relevanz. Das Thema soll ein anspruchsvolles wissenschaftliches Niveau haben und so gestellt werden, dass ein Ergebnis von angemessenem Neuheitswert erzielt werden kann, welches in eine Publikation in einer Zeitschrift mit Peer review-Verfahren einfließen könnte.</p>
Prüfungsleistung	schriftliche Präsentation der Masterarbeit und Kolloquium zur Masterarbeit