

**Modulhandbuch
für den Master-Studiengang Toxikologie
an der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
vom 04.02.2016**

Da das Fach Toxikologie bundesweit bisher nicht als Bachelorstudiengang angeboten wird, baut der vorliegende Masterstudiengang Toxikologie an der Heinrich-Heine-Universität 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 sowie Pharmazie. Der über 4 Semester konzipierte konsekutive Studiengang Toxikologie ist forschungsorientiert und basiert auf den im jeweiligen ersten Hochschulabschluss erworbenen Grundkenntnissen. Aufgrund der hohen Interdisziplinarität des Faches Toxikologie und unter Berücksichtigung der außerordentlichen Heterogenität der Studienbewerber sind initiale angleichende, d.h. Grundlagen-orientierte Lehrveranstaltungen konzipiert, welche den Studierenden die für künftige toxikologische Tätigkeiten notwendigen Grundkenntnisse in verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen, u.a. Anatomie, Chemie, Biochemie, Molekularbiologie sowie Physiologie, Pathophysiologie und Pathologie vermitteln und 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 befähigen. Nach erfolgreichem Abschluss des Studiengangs (Master of Science) sollen die Absolventen dazu befähigt 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 Behörde oder Unternehmen. Inhaltlich fokussiert die Lehre auf die Vermittlung aktueller Entwicklungen in der toxikologischen Grundlagenforschung sowie translationaler toxikologischer Aspekte einschließlich der entsprechenden Methodik. Auf diese Weise sollen die Studierenden Kernkompetenzen in den o.g. 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 ab. Mit erfolgreichem Abschluss des Masterstudiengangs Toxikologie haben sich die Absolventen für verantwortungsvolle Tätigkeiten im industriellen-wissenschaftlichen-behördlichen Bereich qualifiziert.

Das Studium beinhaltet einen Grundlagen-, Pflicht- und Wahlbereich und schließt mit einer obligatorischen (experimentellen) Pilot- sowie nachfolgenden Masterarbeit ab. Die Regelstudienzeit beträgt 4 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 gem. §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 8 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.

Modulbezeichnung	ANATOMIE
Modulniveau	Grundlagenbereich
Kürzel	GM I
Lehrveranstaltungen	Anatomie für Pharmazeuten und Naturwissenschaftler, Wintersemester, Freitags 11.15-12.45 Uhr
Lehrform / SWS	Vorlesung 2 SWS
Studiensemester	1.
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Timm J. Filler
Dozent	Prof. Dr. Timm J. Filler, Prof. Charlotte von Gall
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Pharmazie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 30 h Kontaktstudium und 30 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: 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	<p>Aufbau der Gewebe, Entwicklung der Gewebe, makroskopische und histologische Charakterisierung des Epithelgewebes, des Binde- und Stützgewebes, des Muskelgewebes und des Nervengewebes</p> <p>Morphologische Anpassungsreaktionen, Zell- und Gewebsveränderungen</p> <p>Aufbau der Haut</p> <p>Bestandteile und Funktion des Blutes</p> <p>Anatomie des Herzens, Erregungsprozesse im Herzen, Mechanik der Herzaktion</p> <p>Anatomie des Gefäßsystems, funktionelle Organisation des Gesamtkreislaufs,</p> <p>Anatomie des Respirationstraktes</p> <p>Anatomie des Gastrointestinaltraktes, Grundlage der gastrointestinalen Funktionen, Leber und Gallenwege, Feinbau der Leber</p> <p>Anatomie der Niere und der ableitenden Harnwege</p> <p>Endokrine Drüsen (Hypophyse, Schilddrüse, Nebennierenrinde, Nebennierenmark, Gonaden, Pankreas)</p> <p>Anatomie des Gehirns, des Rückenmarks und der peripheren Nerven, sensorische und motorische Systeme, vegetatives Nervensystem</p>
Prüfungsleistungen	schriftliche Prüfung in der 15. Vorlesungswoche (2 KP), Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 90 Minuten, Umfang: 40 Fragen
Literatur	<p>Rauber A, Kopsch F, Anatomie des Menschen, Georg-Thieme-Verlag Stuttgart, aktuelle Auflage</p> <p>Lippert H, Lehrbuch Anatomie, Urban und Fischer Verlag München, aktuelle Auflage</p> <p>Mutschler E, Schaible H-G, Vaupel P, Thews-Mutschler-Vaupel, Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen, wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, aktuelle Auflage</p>

Modulbezeichnung	CHEMIE
Modulniveau	Grundlagenbereich
Kürzel	GM II
Lehrveranstaltungen	Wintersemester, Donnerstags 11.15-12.45 Uhr
Lehrform / SWS	Vorlesung / 2 SWS
Studiensemester	1.
Modulverantwortliche(r)	Wätjen (Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Universität Halle)
Dozenten	Kurz, Hansen, Scheel, Schröder, Wätjen
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 30 h Kontaktstudium und 30 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <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>Allgemeine Grundlagen chemischer Reaktionen das chemische Gleichgewicht Massenwirkungsgesetz, Verschiebung von Gleichgewichten Reaktionskinetik Konzept der Katalyse</p> <p>Redox-Reaktionen und elektrochemisches Potential Oxidationsstufen, Oxidation und Reduktion elektrochemische Spannungsreihe freie Energie</p> <p>Säure-Base Theorien Konzepte nach Arrhenius, Brönstedt, Lewis, Pearson Dissoziationskonstante, pK_a-Wert Henderson-Hasselbalch-Gleichung</p> <p>Mechanismen anorganischer Reaktionen Grundlagen der Chemie von Nichtmetallen Halogene, Schwefel, Stickstoff, Phosphor Grundlagen der Chemie von Metallen der Hauptgruppen und Übergangsmetallen Alkalimetalle, Erdalkalimetalle, Blei,</p> <p>Mechanismen organischer Reaktionen: Chemische Bindung und Struktur Molekülorbitale Einfachbindungen, Doppelbindungen, konjugierte Systeme zyklische konjugierte Systeme, Aromatizität Polarität, Donor-Akzeptor-Bindungen Nichtkovalente Wechselwirkungen van der Waals Wechselwirkung Wasserstoffbrückenbindungen</p> <p>Klassifizierung und Nomenklatur organischer Verbindungen Kohlenwasserstoffe Verbindungen mit Heteroatomen in funktionellen Gruppen Alkohole, Carbonsäuren, Amine, Ether ... Heterozyklische Verbindungen dreigliedrige Heterozyklen, viergliedrige Heterozyklen...</p> <p>Grundlagen der organischen Stereochemie Darstellung von Molekülen, Symmetrieelemente Chiralitätszentren, Enantiomere, Diastereomere D- und L-Nomenklatur; R- und S-Nomenklatur</p> <p>Grundlagen organischer Reaktionsmechanismen Nukleophile Substitution am gesättigten Kohlenstoffatom</p>

	<p> S_N1-Reaktionen, S_N2-Reaktionen elektrophile und nukleophile Substitution am Aromaten Substitution an Kohlenstoff-Sauerstoff-Doppelbindungen Eliminierungen: E1-/E2-Mechanismus Radikale und ihre Reaktionen Carbanionen und ihre Reaktionen Umlagerungen Reaktionen des Fremdstoffmetabolismus </p>
Prüfungsleistungen	<p>schriftliche Prüfung (2 KP) in der 15. Semesterwoche, Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 90 Minuten, Umfang: 25 Fragen</p>
Literatur	<p> Mortimer, Müller: Chemie: Das Basiswissen der Chemie. Thieme, aktuelle Auflage K. P. C. Vollhardt, Schore, Peter: Organische Chemie, VCH-Verlag, aktuelle Auflage Jabs: Allgemeine und Anorganische Chemie: Ein Leitfaden für Studierende der Biologie, Biochemie und Pharmazie, Spektrum-Verlag, aktuelle Auflage Riedel, Janiak: Anorganische Chemie, deGruyter, aktuelle Auflage Beyer, Francke, Walter: Lehrbuch der Organischen Chemie, Hirzel, aktuelle Auflage Atkins, De Paula, Höpfner, Baer: Physikalische Chemie, VCH-Verlag, aktuelle Auflage Brown, LeMay, Bursten: Chemie: Die zentrale Wissenschaft, Pearson, aktuelle Auflage Atkins, Jones: Chemie - einfach alles: Einfach Alles, VCH-Verlag, aktuelle Auflage P. Bruice: Organische Chemie, aktuelle Auflage </p>

Modulbezeichnung	BIOCHEMIE, ZELLBIOLOGIE UND MOLEKULARE TOXIKOLOGIE
Modulniveau	Grundlagenbereich
Kürzel	GM III
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wintersemester, Donnerstags 13:30-15 Uhr Seminar: Wintersemester Freitags, 13:30-15 Uhr Praktikum: Wintersemester 3.-6. Vorlesungswoche, Montags bis Mittwochs 9.00-12.00 und 13.00-16.00 Uhr
Lehrform / SWS	Vorlesung / 2 SWS Seminar / 2 SWS Übung / 1 SWS Praktikum / 6,4 SWS
Studiensemester	1.
Modulverantwortliche(r)	Stahl (Biochemie, HHU Düsseldorf)
Dozenten	Bormann, Diel, Esser, Fritz, Honnen, Stahl, Unfried, Vohr
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	300 h, davon 171 h Kontaktstudium und 129 h Selbststudium
Kreditpunkte	10
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über biochemische, zell- und molekularbiologische Sachverhalte zu erklären und mit toxikologischen Fragestellungen in Zusammenhang zubringen 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	<p><u>Vorlesung, Seminar und Übung:</u></p> <p>Zielmoleküle toxischer Wirkungen und Intermediärstoffwechsel: 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) Kohlenhydrate Aufbau, Struktur und Funktion von DNA und RNA (Nukleinsäuresynthese, 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 Phase I- und Phase II- Fremdstoffmetabolismus, Toxikokinetik molekulare Mechanismen der toxischen Leberschädigung</p> <p>Grundlagen der Zellbiologie: Aufbau der Zelle, Zellzyklus, Zellteilung, Zelltod DNA-Schädigung durch chemische und physikalische Noxen, DNA Reparatur, Onkogene, Konzept der chemischen Kanzerogenese Permeabilität und Transport, Physikalische Faktoren der Membranpermeation, Passive Transportprozesse, Aktive Transportprozesse, Wirkungen von Transportinhibitoren Chemische Botenstoffe und Regulatoren: Konzept der „first“ und „second“</p>

	<p>Messenger, Typen membranständiger Rezeptoren, nukleäre Rezeptoren, Signaltransduktionsprozesse, Zell-Zell-Kommunikation</p> <p>Grundlagen der molekularen Toxikologie DNA-Klonierung, Restriktionsanalyse, Ligation, Transformation, Sequenzierung in vitro-Transkription, in vitro-Translation Northern Blot, DNA-Microarrays, PCR-Methoden: RT-PCR, real time PCR immunologische Methoden (Gelshift-Assay, Western Blot) DNA fingerprinting Proteomics, Metabolomics RNA-Interferenz, siRNA, miRNA transiente/stabile Transfektion Reportergen-Assays DNA-Hybridisierung, in situ-Hybridisierung (FISH) Bioinformatik, Sequenzanalyse</p> <p><u>Praktikum:</u> Transformation, Bakterienkulturen, Plasmidisolation Klonierungstechniken (PCR, Restriktion, Ligation) Genotypisierung (Cre/loxP-System, PCR) Einführung in die Zellkultur (verschiedene Säugerzelllinien) steriles Arbeiten, Zellzahlbestimmung, Wachstumskurven, Zytotoxizitätstests Transfektion (HCR-Assay, GFP-Nachweis Fluoreszenzmikroskopie) SDS-PAGE, Western Blot</p> <p><u>E-Learning-Module:</u> a) PCR b) Zellatmung</p>
	<p>Kumulative Modulprüfung: Mündliche Prüfung zum Praktikum in der 8. Vorlesungswoche, Dauer: 20-40 Minuten (2,5 KP); schriftliche Prüfung zur Vorlesung, Seminar und Übung in der 15. Vorlesungswoche, Wiederholungsprüfungen spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 90 Minuten, Umfang: 40 Fragen (7,5 KP)</p>
Literatur	<p>Stryer Biochemie, J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer , Spektrum-Akademischer Verlag, aktuelle Auflage Biochemie-Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler, W. Müller-Esterl, Spektrum-Akademischer Verlag, aktuelle Auflage Karlsons Biochemie und Pathologie, D. Doenecke, J. Koolman, G. Fuchs, Thieme Georg Verlag, aktuelle Auflage Lehrbuch der Biochemie, D. Voet, J. G. Voet, C.W. Pratt, Wiley VCH Verlag GmbH, aktuelle Auflage Biochemie und Pathobiochemie, G. Löffler, P. E. Petrides, P. C. Heinrich, Springer-Verlag GmbH, aktuelle Auflage</p>

Modulbezeichnung:	PATHOLOGIE UND PATHOPHYSIOLOGIE
Modulniveau	Grundlagenbereich
Kürzel	GM IV
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Sommersemester, Donnerstags 11-12:30 Uhr Seminar: Sommersemester, Freitags 11-12:30 Uhr Praktikum: Sommersemester, 2.-5. Vorlesungswoche Montags bis Mittwochs 9.00-12.00 und 13.00-16.00 Uhr
Lehrform / SWS	Vorlesung / 2 SWS Seminar / 1 SWS Übung / 1 SWS Praktikum / 6,4 SWS
Studiensemester	2.
Modulverantwortliche(r):	Fritz (Toxikologie, HHU Düsseldorf)
Dozent(in):	Bormann, Freyberger, Fritsche, Honnen, Haarmann-Stemann, Henninger, Reifenberger, Rosenbruch, Scheel, Schmuck, Schupp, Ventura
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	270 h, davon 156 h Kontaktstudium und 114 h Selbststudium
Kreditpunkte	9
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	GM I, Kenntnisse in Anatomie
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 und 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 einsetzen • Methoden der Zytotoxikologie und der Versuchstierkunde anwenden • neue Forschungsergebnisse zu den Mechanismen toxischer Wirkungen aus der englischsprachigen Fachliteratur präsentieren und kritisch diskutieren
Inhalt	<p><u>Vorlesung, Seminar und Übung:</u></p> <p>Technik der Mikroskopie, Zytochemie, Histochemie, Histopathologie der wichtigsten toxikologischen Zielgewebe, Grundlagen der toxikologischen Pathologie, Gewebelehre, morphologische Anpassungsreaktionen auf exogene Noxen, allgemeine Krankheitslehre, Entzündung, Tumoren, Entwicklungsphysiologie, Entwicklungsstörungen durch toxische Stoffe, Überempfindlichkeitsreaktionen, Immuntoleranz, Autoimmunität, Immuntoxizität Mechanismen toxischer Schädigung des Nervensystems, der Sinnesorgane und der Muskulatur Wasser- und Elektrolythaushalt, Säure-Basen-Haushalt, Blut Mechanismen toxischer Schädigung des Herz-Kreislauf-Systems, des Respirationstraktes, der Niere, des Gastrointestinaltraktes, der Leber, des hormonalen Systems und der Haut. Toxische Einflüsse auf Sexualfunktionen, Schwangerschaft, Geburt und Stillperiode</p> <p><u>Praktikum:</u></p> <p>Fremdstoffmetabolismus: Genexpressionsmessung mittel RT-qPCR Enzymaktivitätsmessung von Cytochrom P-450-abhängigen Monooxygenasen (EROD/MROD) Genotypisierung eines funktionell relevanten Polymorphismus <i>C. elegans</i> als alternatives Testsystem: Allgemeine Einführung in das Arbeiten mit <i>C. elegans</i></p>

	<p>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> Histologie: 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)</p>
Prüfungsleistungen	<p>Kumulative Modulprüfung: Mündliche Prüfung zum Praktikum in der 6. Vorlesungswoche, Dauer: 20-40 Minuten (2,5 KP); schriftliche Prüfung zur Vorlesung, Seminar und Übung in der 15. Vorlesungswoche, Wiederholungsprüfungen spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 90 Minuten, Umfang: 40 Fragen (6,5 KP)</p>
Literatur	<p>Klinke R., Silbernagel S, Lehrbuch der Physiologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, jeweils aktuelle Auflage Mutschler E., Schaible H.-G., Vaupel P., Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, jeweils aktuelle Ausgabe</p>

Modulbezeichnung:	VERSUCHSTIERKUNDE
Modulniveau	Grundlagenbereich
Kürzel	GM V
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: fünfmal aufeinanderfolgend Mittwochs 15-19 Uhr während der Vorlesungszeit Praktikum: einmalig Mittwoch bis Freitag nach Abschluss der Vorlesungsreihe.
Lehrform / SWS	Vorlesung / 1,4 SWS Praktikum / 0,6 SWS
Studiensemester	2.
Modulverantwortliche(r)	Sager (ZETT, HHU Düsseldorf)
Dozenten	Engelhardt, Sager, Treiber
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 30 h Kontaktstudium und 30 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	GM I, Kenntnisse in Anatomie
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 Verhaltenstestung und der Sektion anzuwenden • Tierexperimente zu planen und auszuwerten
Inhalt	<p><i>Vorlesung:</i></p> <p>Tierschutzgedanke, Tierschutzgesetzgebung, Verordnungen Einführung in die Versuchstierkunde Gesundheitsüberwachung von Versuchstierhaltungen (Probenentnahme, 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 Antragsverfahren, Meldeordnung</p> <p><i>Praktikum:</i></p> <p>Umgang mit kleinen Nagern Immunisierung; Umgang mit Kaninchen, Meerschweinchen, Hühnern 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 (Orbitapunktion, 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 Open field-Test und andere Verhaltenstests</p>
Prüfungsleistungen	schriftliche Bestehensprüfung am Ende des Kurses (2 KP, Modul nicht benotet), Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 90 Minuten, Umfang: 40 Fragen

Modulbezeichnung:	ALLGEMEINE TOXIKOLOGIE
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM I
Lehrveranstaltungen	Tutorium: Wintersemester, Donnerstags 11-12:30 Uhr (Diskussion des im E-Learning Erlernten mit den Hochschullehrern in Tutorium und Seminar) Seminar: Wintersemester, Freitags 8:30-10 Uhr Praktikum: Sommersemester, 9.-12. Vorlesungswoche, Montags – Mittwochs 9.00-12:00 Uhr und 13:00-16:00 Uhr
Lehrform / SWS:	Tutorium zum selbstständigen E-Learning per CD-ROM / 2 SWS Seminar / 2 SWS Übung / 1 SWS Praktikum / 6,4 SWS
Studiensemester	1.
Modulverantwortliche(r)	Fritz (Toxikologie, HHU Düsseldorf)
Dozenten	Fritz, Henninger, Honnen
Sprache	Deutsch, Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	300 h, davon 171 h Kontaktstudium und 129 h Selbststudium
Kreditpunkte	10
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	
Angestrebte Lernergebnisse	Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Gebiete der allgemeinen Toxikologie, der CMR-Toxikologie und der Expositionsmöglichkeiten zu benennen und entsprechende Inhalte darzustellen und zu erklären • Sich in computergestützten Lernsituationen inhaltlich und zeitlich zu organisieren • der Wissensvermittlung in englischer Sprache zu folgen und das Lernmaterial kritisch zu würdigen • Labormethoden der Mutagenitätstestung und der Immuntoxikologie selbstständig anzuwenden
Inhalt	<u>E-Learning, Tutorium, Seminar und Übung:</u> 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) CMR-Wirkungen (karzinogene, mutagene und reproduktionstoxikologische Wirkungen) chemische Mutagenese, genetische und epigenetische chemische Karzinogenese, fertilitätsmindernde und entwicklungstoxikologische Wirkungen, Immuntoxikologie Expositionspfade, Umwelttoxikologie, Lebensmitteltoxikologie, Trinkwasser, Außenluft, Innenraumluft. <i>Praktikum:</i> Apoptose Phasenkontrastmikroskopie Proteinisolation, DNA-Isolation Caspase cleavage assays Annexin V-FITC/PI FACS (Apoptose/Nekrose) DNA-Fragmentation oxidativer Stress Proteinisolation, DNA-Isolation, mRNA-Isolation SEAP Assay Endpunkt PCR (MnSOD Expression)

	Western Blot (MnSOD, Bcl-2)
Studien- Prüfungsleistungen	Kumulative Modulprüfung: Mündliche Prüfung zum Praktikum in der 13. Vorlesungswoche, Dauer: 20-40 Minuten (2,5 KP); schriftliche Prüfung zur Vorlesung, Seminar und Übung in der 15. Vorlesungswoche, Wiederholungsprüfungen spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 90 Minuten, Umfang: 40 Fragen (7,5 KP)
Literatur	Marquardt H., Schäfer S. (Hrsg), Lehrbuch der Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 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, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, München, aktuelle Ausgabe Eisenbrand G., Metzler M., Hennecke F.J., Toxikologie für Naturwissenschaftler und Mediziner, Wiley-VCH-Verlag, Weinheim, aktuelle Ausgabe

Modulbezeichnung:	SPEZIELLE TOXIKOLOGIE
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM II
Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung „Pharmakologie und Toxikologie für Zahnmediziner“: Donnerstags 16:45-18:15 Uhr</p> <p>Tutorium: Sommersemester, Donnerstags 13:30-15:00 Uhr (Diskussion des im E-Learning Erlernten mit den Hochschullehrern in Tutorium und Seminar)</p> <p>Seminar: Sommersemester, Freitags 13:30-15:00 Uhr</p> <p>Praktikum: Sommersemester, 10.-13. Vorlesungswoche, Montags – Mittwochs 9.00-12:00 Uhr und 13:00-16:00 Uhr</p>
Lehrform / SWS	<p>Vorlesung / 2 SWS</p> <p>Tutorium zum selbstständigen E-Learning per CD-ROM / 2 SWS</p> <p>Seminar / 2 SWS</p> <p>Übung / 1 SWS</p> <p>Praktikum / 6,4 SWS</p>
Studiensemester	2.
Modulverantwortliche(r)	Schupp (Toxikologie, HHU Düsseldorf)
Dozenten	Bormann, Diel, Fritz, Heim, Henninger, Honnen, Kampkötter, Krüger, Scheel, Schins, Schmuck, Schupp, Tigges, Vohr
Sprache	Deutsch, Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	360 h, davon 201 h Kontaktstudium und 159 h Selbststudium
Kreditpunkte	12
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie PM I
Empfohlene Voraussetzungen	GM I-V, Kenntnisse in Anatomie, Chemie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie, Pathophysiologie
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • toxische Schädigungen von Geweben und Organsystemen zu klassifizieren • die im Pflichtmodul I erworbenen Kenntnisse der allgemeinen Toxikologie auf die toxische Schädigung der Zielorgane anzuwenden • die Toxikologie verschiedener Stoffgruppen zu unterscheiden • die Wirkweise von Pharmaka aus ausgewählten Bereichen der Pharmakologie zu diskutieren • Diagnostik und Therapie akuter Vergiftungen nachzuvollziehen
Inhalt	<p><u>Vorlesung:</u> Parmakologie und Toxikologie für Zahnmediziner: Allgemeine Pharmakologie, Analgetika / Antiphlogistika, Arzneimittelinteraktionen, Lokalanästhetika und Narkose, Pharmakologie des kardiovaskulären Systems, Pharmakologie des vegetativen Nervensystems, Stoffwechselpharmakologie</p> <p><u>E-Learning, Tutorium, Seminar und Übung:</u> Organtoxikologie: klinisches und morphologisches Bild toxischer und kanzerogener Organschäden, Mechanismen der toxischen Schädigung der Gewebe und Organsysteme, neurotoxische, hepatotoxische, nephrotoxische, kardiotoxische, hämatotoxische Stoffklassen, Reizgase</p> <p>Reproduktionstoxikologie Inhalationstoxikologie Endokrintoxikologie Immuntoxikologie</p> <p>Toxikologie ausgewählter Stoffgruppen: halogenierte Kohlenwasserstoffe, Pestizide, Lösemittel, Schwermetalle, (Ultra-)Feinstaub, Smoggase, biogene Gifte</p> <p><u>Praktikum:</u> Vitalitätsbestimmungen als Grundlage von toxikologischen Tests: Vor- und</p>

	<p>Nachteile verschiedener Methoden</p> <p>Analyse von oxidativem Stress auf Gewebe im Vergleich zu Zellen</p> <p>Nachweis von DNA-Schäden auf Gewebe im Vergleich zu Zellen</p> <p>Nachweis der Aktivierung von Schutzmechanismen gegen oxidativen Stress</p>
Studien- Prüfungsleistungen	<p>Kumulative Modulprüfung:</p> <p>Mündliche Prüfung zum Praktikum in der 13. Vorlesungswoche, Dauer 20-40 Minuten (2,5 KP); schriftliche Prüfung zur Vorlesung, Seminar und Übung in der 15. Vorlesungswoche, Wiederholungsprüfungen spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 90 Minuten, Umfang: 40 Fragen (9,5 KP).</p>
Literatur	<p>Marquardt H., Schäfer S. (Hrsg.), Lehrbuch der Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, aktuelle Ausgabe</p> <p>Niesink R.J.M., de Vries J., Hollinger M.A.(Hrsg.) Toxicology – Principles and Applications, CRC Press, Boca Raton, aktuelle Ausgabe</p> <p>Dekant W., Vamvakas S., Toxikologie – Eine Einführung für Chemiker, Biologen und Pharmazeuten, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, München, aktuelle Ausgabe</p> <p>Eisenbrand G., Metzler M., Hennecke F.J., Toxikologie für Naturwissenschaftler und Mediziner, Wiley-VCH-Verlag, Weinheim, aktuelle Ausgabe</p>

Modulbezeichnung:	BIOSTATISTIK UND EPIDEMIOLOGIE
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM III
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wintersemester 1.-10. Semesterwoche, Mittwochs 10.00-12.00 Uhr und 13.00-14.00 Uhr Seminar Wintersemester 2.-11. Semesterwoche, Mittwochs 8.00-9.30 Uhr
Lehrform / SWS	Vorlesung / 2 SWS Seminar / 2 SWS
Studiensemester	3.
Modulverantwortliche(r)	Giani (DDZ, Düsseldorf)
Dozenten	Giani, Glaubitz
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	120 h, davon 60 h Kontaktstudium und 60 h Selbststudium
Kreditpunkte	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	GM I,III,IV, Kenntnisse in Anatomie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie, Pathophysiologie
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basiskonzepte 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 Programmpaket (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 erklären und Publikationen zu diagnostischen Fragestellungen kritisch bewerten, sowie die verschiedenen Arten der Verknüpfung einfacher diagnostischer Tests zu einem sequentiellen diagnostischen Verfahren (Differentialdiagnostik) benennen und an Beispielen die Auswirkung auf Sensitivität und Spezifität spezifizieren • 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>Vorlesung und Seminar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mathematische Grundlagen und Begriffe: Funktionen (Logarithmus, Exponentialfunktion, Funktionen für Dosis-Wirkungs-Kurven), Differentiation, Integration, Kompartimentmodelle (Differentialgleichungen) 2. Biostatistik:

	<p>Deskriptive Statistik, Wahrscheinlichkeit, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Hypothesentesten, Konfidenzintervall, Versuchsplanung (Fallzahlabschätzung)</p> <p>3. Epidemiologie: Deskriptive Epidemiologie, analytische Epidemiologie (Studientypen), epidemiologische Maße, Arten von Verzerrungen (Bias, Confounding, Modifikation), Regressionsmodelle, Risikoscores, diagnostische Tests (u.a. ROC-Kurve, c-Wert)</p>
Prüfungsleistungen	Klausur in der 15. Semesterwoche (4 KP), Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 90 Minuten, Umfang: 40 Fragen.
Literatur	<p>F.-X. Reichl, M. Schwenk: Regulatorische Toxikologie, Springer, Berlin, aktuelle Ausgabe</p> <p>M. W. Woodward: Epidemiology – Study Design and Data Analysis, 2nd Edition, Chapman & Hall, Boca Raton, aktuelle Ausgabe</p> <p>H.-G. Lipinski: Einführung in die medizintechnische Informatik; R. Oldenbourg-Verlag, München Wien, aktuelle Ausgabe</p>

Modulbezeichnung:	KLINISCHE TOXIKOLOGIE
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM IV
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Montag/Dienstag 8:30 – 10 Uhr; Dienstags 10:30 – 12 Uhr Seminar: Semesterwochen 6-8 je Donnerstag 10:30 – 12 Uhr und Blockveranstaltungen Praktikum: Semesterwochen 6-8 je Donnerstags 14 – 18 Uhr
Lehrform / SWS	Vorlesung / 6 SWS Seminar / 2 SWS Praktikum / 1,5 SWS
Studiensemester	3.
Modulverantwortliche(r)	Daldrup
Dozenten	Daldrup, Hippler, Moors, Stark, Lamshöft, Temme
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	240 h, davon (142,5 h Kontaktstudium und 97,5 h Selbststudium)
Kreditpunkte	8
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	GM II, GM III, Kenntnisse in Chemie, Biochemie, PM I, PM II
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 miteinander 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/Atomemission-Spektrometrie, Atomfluoreszenz-Spektroskopie), 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 wiederzugeben und anzuwenden • für eine Untersuchung notwendige Daten (Symptomatik betroffener Personen, Zeugenaussagen, gegebenenfalls Ergebnisse der polizeilichen Ermittlungen) zu erlangen und sachgerecht auszuwerten • 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.) • Analysenergebnisse kritisch zu bewerten • Analysenergebnisse klinisch und bei Verdacht der Fremdbeibringung bzw. des Missbrauchs forensisch richtig einzuordnen
Inhalt	<p><u>Vorlesung und Seminar:</u></p> <p>Die Ergebnisse analytischer Verfahren stellen eine wesentliche Basis toxikologischer Beurteilungen dar. Auch wenn der/die angehende</p>

	<p>Toxikologe/Toxikologin später nicht persönlich die Analytik durchführt, so ist es für ihn/sie zwingend notwendig, die Qualität der Analysenergebnisse bewerten und auch die einzelnen Schritte, die zu einem bestimmten Analysenergebnis geführt haben, mit der notwendigen Sachkunde verfolgen zu können. Im Rahmen dieses Moduls werden den Studierenden die wichtigsten Analysenverfahren vorgestellt und detailliert besprochen (Sensitivität, Spezifität, Reproduzierbarkeit). Darüber hinaus werden die Aspekte der Präanalytik (Erfassung aller notwendigen Daten, um eine Analysenstrategie festzulegen sowie Wahl geeigneter Untersuchungsmaterialien für die jeweilige Fragestellung) und der Postanalytik (Lagerung der Proben, Dokumentation, Interpretation der Befunde, Plausibilitätskontrolle usw.) vermittelt. Hierfür wird vorrangig mit Beispielen aus dem Bereich der klinischen/forensischen Toxikologie bei Verdacht einer akuten oder chronischen Vergiftung des Menschen gearbeitet. Des Weiteren werden Methoden zur Gewinnung des Probenmaterials besprochen (z.B. Urin vs. Blutanalyse, Derivatisierung, Festphasenextraktion). Es werden die Verfahren zur Bestimmung arbeitsmedizinischer Parameter (BAT-Werte) behandelt. Im Rahmen der klinisch-toxikologischen Analytik werden wichtige Substanzen/Substanzgruppen exemplarisch behandelt (Acetaminophen, Suchtstoffe, Lösemittel, Antidepressiva)</p> <p>Messmethoden der toxikologischen Analytik Analyse von Umweltbelastungen (z.B. Partikel) Biomonitoring in der Arbeitsmedizin (z.B. BAT-Wert) Strategien der klinisch-toxikologischen Analytik Methoden zur Qualitätssicherung</p> <p>Maßnahmen bei akuten Vergiftungen Antidots bei akuten und chronischen Vergiftungen</p>
Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung in der 16. Vorlesungswoche (8 KP), Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 90 Minuten, Umfang: 40 Fragen
Literatur	<p>Külpmann Klinisch-toxikologische Analytik: Verfahren, Befunde, Interpretation - Handbuch Für Labor Und Klinik, Wiley-VCH (Weinheim)</p> <p>Gibitz, Geldmacher-v. Mallinckrodt: Klinisch-toxikologische Analytik bei akuten Vergiftungen und Drogenmißbrauch. VCH (Weinheim)</p> <p>Kromidas: Validierung in der Analytik, Wiley-VCH</p> <p>Meyer: Praxis der Hochleistungs-Flüssigchromatographie: Flüssigchromatographie, Wiley-VCH</p> <p>Clive Thompson, Kirit Wadhia, Andreas Loibner: Environmental Toxicity Testing, CRC Press Inc.</p> <p>Gerhards, Bons, Sawazki: GC/MS in Clinical Chemistry, Wiley-VCH (1999)</p> <p>Brittain: Analytical Profiles of Drug Substances and Excipients, Academic Press Inc.</p> <p>Parlar, Greim: The MAK-Collection for Occupational Health and Safety. Part III: Air Monitoring Methods (DFG): DFG-Publikationen. Wiley-VCH</p>

Modulbezeichnung:	TOXIKOLOGISCHE PRÜFUNG, EXPOSITIONSABSCHÄTZUNG, ÖKOTOXIKOLOGIE
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM V
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Sommersemester, 1.-15. Vorlesungswoche in wechselnden Blockveranstaltungen Seminar: Sommersemester, 1.-15. Vorlesungswoche in wechselnden Blockveranstaltungen Übungen: Sommersemester, 1.-15. Vorlesungswoche in wechselnden Blockveranstaltungen Exkursion zu einem Industrieunternehmen: Sommersemester, 9. Vorlesungswoche, Montags 5 Zeitstunden
Lehrform / SWS	Vorlesung / 3 SWS Seminar / 1 SWS Übungen / 1 SWS Exkursion 5 Stunden in der 12. Vorlesungswoche
Studiensemester	2.
Modulverantwortliche(r)	Schmuck
Dozenten	Armbruster, Müller, G. Schmuck, R. Schmuck, Schlüter, Bredendiek-Kämper
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	150 h, davon 81 h Kontaktstudium und 69 h Selbststudium
Kreditpunkte	5
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie PM I-II
Empfohlene Voraussetzungen	GM I-III, Kenntnisse in Anatomie, Chemie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie, Pathophysiologie, Versuchstierkunde
Angestrebte Lernergebnisse	Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die toxikologische Prüfung eines Stoffes im Tierversuch zu planen • Alternativmethoden zu den Endpunkten der toxikologischen Prüfung im Tierversuch vorzuschlagen und zu begründen • Methoden zum Nachweis der äußeren und inneren Exposition gegenüber einem toxischen Stoff gegenüberzustellen und kritisch einzuschätzen • Grundzüge der Ökotoxikologie zu benennen • neue Forschungsergebnisse zu Methoden der Toxikologie zu präsentieren und kritisch zu diskutieren
Inhalt	<u>Vorlesung, Seminar und Übung:</u> Toxikologische Prüfung im Tierversuch: Anatomische und physiologische Besonderheiten von Ratte und Maus. Strategie der Planung und Durchführung. Gute Laborpraxis (GLP), OECD-Richtlinien, Endpunkte (akute Toxizität, Irritation und Korrosion, Sensibilisierung, Genotoxizität, Toxizität bei wiederholter Verabreichung, Kanzerogenität, Reproduktionstoxizität) Studienauswertung, Studienkritik Alternativmethoden zum Tierversuch: In vitro-Testmethoden, Expertensysteme, (quantitative) Struktur-Aktivitäts-Beziehungen (QSAR), musterbasierte Methoden (Toxicogenomics), Intelligente Teststrategien (ITS) Äußere und innere Exposition: Human Biomonitoring, Entwicklung von Biomarkern, Suszeptibilitätsparameter, Expositionsrechnungen aus verschiedenen Matrices (Außenluft, Innenraumlufte, Trinkwasser, Lebensmittel, Boden), Expositionsrechnungen für Beispielsubstanzen (Pestizide, Tierarzneimittel) Grundlagen der Ökotoxikologie
Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung in der 15. Vorlesungswoche (5 KP), mündliche Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 20-40 Minuten.
Literatur	Marquardt H., Schäfer S. (Hrsg), Lehrbuch der Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, aktuelle Ausgabe

	<p>Niesink R.J.M., de Vries J., Hollinger M.A.(Hrsg.) Toxicology – Principles and Applications, CRC Press, Boca Raton, aktuelle Ausgabe</p> <p>Dekant W., Vamvakas S., Toxikologie – Eine Einführung für Chemiker, Biologen und Pharmazeuten, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, München, aktuelle Ausgabe</p> <p>Eisenbrand G., Metzler M., Hennecke F.J., Toxikologie für Naturwissenschaftler und Mediziner, Wiley-VCH-Verlag, Weinheim, aktuelle Ausgabe</p>
--	--

Modulbezeichnung:	REGULATORISCHE TOXIKOLOGIE
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PM VI
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Sommersemester, 1.-15.Vorlesungswoche in wechselnden Blockveranstaltungen Seminar: Sommersemester, 1.-15.Vorlesungswoche in wechselnden Blockveranstaltungen Übungen: Sommersemester, 1.-15.Vorlesungswoche in wechselnden Blockveranstaltungen
Lehrform / SWS	Vorlesung / 5 SWS Seminar / 1 SWS Übung / 1 SWS
Studiensemester	3.
Modulverantwortliche(r)	Scheel
Dozenten	Aulmann, Scheel, G. Schmuck, Schins, Wätjen, Vohr, Keller, Hermann, Feesche, Steiling
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	240 h, davon 105 h Kontaktstudium und 135 h Selbststudium
Kreditpunkte	8
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie PM I,II und PM V
Empfohlene Voraussetzungen	GM I-III, Kenntnisse in Anatomie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie, Pathophysiologie
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 Chemikaliensicherheit aufzuzeigen und zu erläutern • die Bewertungskonzepte in den verschiedenen Regelungsbereichen zu unterscheiden • selbstständig aus dem Datenmaterial für einen gegebenen Stoff ein toxikologisches Dossier zu entwerfen • in begrenzter Zeit eine vorläufige Risikobewertung zu einem potentiell toxischen Stoff zu erarbeiten
Inhalt	<u>Vorlesung, Seminar und Übung:</u> Nationale und internationale Stoffgesetze und zugehörige Verordnungen: Industriechemikalien unter REACH, Pflanzenschutzmittel, Arzneimittel, Lebensmittel und Bedarfsgegenstände, Kosmetische Mittel, TrinkwasserVO), nationale und internationale Behörden der Chemikaliengesetzgebung und Chemikaliensicherheit. Praktische Bewertung von Tierversuchsdaten: Analyse von Gefährdungspotential und Dosis-Wirkungsbeziehung; No observed (adverse) effect level (NOAEL), lineare Extrapolation zur Risikoabschätzung, Unit risk, Weight of evidence-Ansatz Grenzwertkonzepte, Schwellenbegriff, Sicherheitsfaktoren, Berechnung von acceptable daily intake (ADI) – Werten und Margin of exposure (MOE)-Werten , Höchstmengenfestlegung, Einstufung und Kennzeichnung, Risikobewertung, Risikomanagement in Behörden, Risikokommunikation mit Behörden, Medien und Bürgern Praktische Bewertung von Daten aus Tests mit alternativen Methoden und Intelligenten Teststrategien und ihr Einsatz in der Stoffbewertung
Studien- Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung in der 15. Vorlesungswoche (8 KP), mündliche Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 20-40 Minuten.
Literatur:	Marquardt H., Schäfer S. (Hrsg), Lehrbuch der Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 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, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, München, aktuelle Ausgabe

	Eisenbrand G., Metzler M., Hennecke F.J., Toxikologie für Naturwissenschaftler und Mediziner, Wiley-VCH-Verlag, Weinheim, aktuelle Ausgabe
--	--

Modulbezeichnung:	ZELLULÄRE, MOLEKULARE UND GENETISCHE TOXIKOLOGIE
Modulniveau	Wahlbereich
Kürzel	WM I (klein)
Lehrveranstaltungen	Vorlesung, Seminar und Praktikum nach Vereinbarung
Lehrform / SWS	Vorlesung 1 SWS Seminar/Praktikum 3 SWS
Studiensemester	1.- 3..
Modulverantwortliche(r)	Fritz (Toxikologie, HHU Düsseldorf)
Dozenten	Bormann, Honnen, Henninger, Schupp, Fritz
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 40 h Kontaktstudium und 20 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in Anatomie, Chemie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie,
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffwechselvorgänge, Funktionen und Regulationsmechanismen der Zelle als Ziel toxischer Ereignisse deuten • moderne Methoden der Zell- und Molekularbiologie anwenden • Strategien zur Untersuchung und Manipulation von zellulären Prozessen analysieren und entwickeln
Inhalt	<p>Molekulare Organisation der Zelle, subzelluläre Kompartimentierung, extrazelluläre Matrix, strukturelle Organisation und Funktionen biologischer Membranen, Membranpotential, Transportprozesse, intrazelluläres Ionenmilieu</p> <p>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 Stoffwechselvorgängen, 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</p> <p>Chromosomenstruktur, DNA-Struktur, Replikation, Zellzykluskontrolle, Proliferation, Apoptose, Differenzierung, DNA-Reparatur, Onkogene, Mutationen, Molekulargenetik, Polymorphismen, DNA-Technologien</p> <p>Transkription, Regulation der Genexpression, Transkriptionsfaktoren, Response-Elemente, RNA-Prozessierung, kleine RNAs</p> <p>Proteinbiosynthese, Proteinfaltung, Translokationssignale, Regulation von Enzymaktivitäten: Induktion, Suppression, Inhibierung, Inaktivierung, Suizidsubstrate, posttranslationale Modifikationen, Phosphorylierung, Glykosylierung, Ubiquitin, Proteasom</p> <p>Phase I- und Phase II-Metabolismus, Cytochrome P450, Glutathion-, N-Acetyl-, Glucuronyl- und Sulfotransferasen, Epoxidhydrolase, Aldoketoreduktasen, COX, NQO, reaktive Metabolite, Konjugate, oxidativer Stress</p> <p>Gewebespezifitäten, Organotropie, Pathobiochemie von Tumorzellen, Speziesunterschiede in der Antwort auf toxische Substanzen</p>
Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung zwei Wochen nach der letzten Veranstaltung im Modul (2 KP), Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten, Dauer 20-40 Minuten.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Stryer Biochemie, J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer, Spektrum-Akademischer Verlag, aktuelle Ausgabe • Biochemie-Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler, W.

	<p>Müller-Esterl, Spektrum-Akademischer Verlag, aktuelle Ausgabe</p> <ul style="list-style-type: none">• Biochemie, J. Rassow, K. Hauser, R. Netzker, R. Deutzmann, Georg Thieme Verlag, aktuelle Ausgabe• Karlsons Biochemie und Pathologie, D. Doenecke, J. Koolman, G. Fuchs, Thieme Georg Verlag, aktuelle Ausgabe• Lehrbuch der Biochemie, D. Voet, J. G. Voet, C.W. Pratt, Wiley VCH Verlag GmbH, aktuelle Ausgabe• Biochemie und Pathobiochemie, G. Löffler, P. E. Petrides, P. C. Heinrich, Springer-Verlag GmbH, aktuelle Ausgabe• Lehrbuch der Toxikologie, H. Marquardt, S.G. Schäfer, Spektrum Akademischer Verlag, aktuelle Ausgabe
--	--

Modulbezeichnung:	TOXIKOLOGIE PFLANZLICHER ARZNEISTOFFE
Modulniveau	Wahlbereich
Kürzel	WM II (groß)
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mikroskopieraum Institut für Pharmazeutische Biologie, nach Vereinbarung Praktikum: Praktikumsraum Institut für Pharmazeutische Biologie, nach Vereinbarung
Lehrform / SWS	Vorlesung 2 SWS Praktikum 3 SWS
Studiensemester	1.- 3.
Modulverantwortliche(r)	Proksch (Pharmazie, HHU Düsseldorf)
Dozenten	Proksch, Röhrdanz, G. Schmuck, weitere Professoren der Pharmazie
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	120 h, davon 75 h Kontaktstudium und 45 h Selbststudium
Kreditpunkte	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in Biochemie, Molekularbiologie und Pathophysiologie
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefte theoretische und praktische Fähigkeiten im Bereich der Toxikologie pflanzlicher Arzneistoffe wie rechtliche Grundlagen und Quantifizierung von Wirkstoffen darzustellen und anzuwenden. • anhand von Originalpublikationen ausgewählte Aspekte der Toxikologie pflanzlicher Arzneistoffe in einem Vortrag und einer schriftlichen Ausarbeitung darzustellen. • Wirkstoffe aus Pflanzenmaterial zu isolieren und die Wirkstoffgehalte zu analysieren • die toxischen Wirkungen von pflanzlichen Arzneistoffen an Zellkulturen zu testen <p>Weiterhin sollen sie vertiefte Kenntnisse zu Wirkungen und Toxizität klassischer Phytopharmaka (z.B. Digitalis, Colchizin, Johanniskraut) wiederzugeben</p>
Inhalt	<p>Phytopharmaka werden im Vergleich zu chemisch definierten Substanzen oft als „natürliche“ und unbedenkliche Substanzen angesehen. Dennoch darf das potentielle Risiko von Naturstoffen nicht übersehen werden. Dieses Risiko hängt dabei sowohl von den Inhaltsstoffen als auch der Qualität der eingesetzten Droge bzw. des Extrakts ab. Daher wird im Arzneimittelgesetz der Nachweis der Unbedenklichkeit nach toxikologischer Prüfung verlangt.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die Pharmakologie pflanzlicher Arzneistoffe 2. rechtliche Grundlagen zur Zulassung pflanzlicher Arzneistoffe 3. durch pflanzliche Arzneimittel hervorgerufene adverse Reaktionen (z.B. allergische, phototoxische, hepatotoxische und genotoxische Wirkungen) 4. Wirkung und Toxizität klassischer Phytopharmaka (z.B. Digitalis, Colchizin, Johanniskraut) 5. Wechselwirkungen von pflanzlichen Arzneimitteln mit chemisch definierten Pharmaka 6. Verunreinigungen in pflanzlichen Arzneimitteln (Schwermetalle, Pestizide) <p>Praktikum:</p> <p>Analyse von toxikologisch relevanten Inhaltsstoffen von Arzneipflanzen (z.B. Datura, Digitalis)</p> <p>Qualitativer Nachweis von bestimmten Wirkstoffen (z.B. Pyrrolizidinalkaloide)</p> <p>Quantifizierung von Wirkstoffen</p> <p>toxikologische Testung von isolierten Substanzen in Zellkultursystemen</p>
Studien-	Schriftliche Prüfung (4 KP), Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten,

Prüfungsleistungen	Dauer: 90 Minuten, Umfang: 40 Fragen
Medienformen	
Literatur	<p>Hänsel, Sticher, Steinegger: Pharmakognosie, Phytopharmazie, Springer, Berlin, aktuelle Ausgabe</p> <p>Stötzer: Toxische Arzneimittelwirkungen. Grundlagen. Systematik. Experiment, Deutscher Apotheker Verlag, aktuelle Ausgabe</p> <p>Teuscher, Melzig, Lindequist: Biogene Arzneimittel. Ein Lehrbuch der Pharmazeutischen Biologie, Wissenschaftliche Verlagsges, aktuelle Ausgabe</p> <p>Rietbrock: Phytopharmaka, Steinkopff Verlag, aktuelle Ausgabe</p> <p>Wichtl: Teedrogen und Phytopharmaka. Wissenschaftliche, aktuelle Ausgabe</p> <p>Dingermann, Hiller, Schneider: Arzneidrogen, Spektrum Akademischer Verlag, aktuelle Ausgabe</p> <p>Hess: Arzneimitteltoxikologie, Thieme, aktuelle Ausgabe</p>

Modulbezeichnung:	IMMUNTOXIKOLOGIE
Modulniveau	Wahlbereich
Kürzel	WM III (klein)
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: nach Vereinbarung Seminar/Praktikum: nach Vereinbarung
Lehrform / SWS	Vorlesung 0,8 SWS Seminar/Praktikum 1,2 SWS
Studiensemester:	1. - 3.
Modulverantwortliche(r)	Esser (IUF, an der HHU Düsseldorf)
Dozenten	Esser
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 30 h Kontaktstudium und 30 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in Biochemie, Molekularbiologie und Pathophysiologie
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse grundlegender 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	<p>Grundlagen des Immunsystems – beteiligte Organe, Zellen, und Moleküle, Anatomie des lymphatischen Systems der Maus (Lymphknoten, Darm, Thymus, Milz), Differentielles Blutbild, in vitro Differenzierung von Knochenmarkstammzellen</p> <p>Antigen-Erkennung und Unterscheidung (Spezifität, „Danger“, Selektionsmechanismen), Interaktion und Kommunikation im Immunsystem (Signaltransduktion, Integration einer Immunantwort, Homing)</p> <p>fehlgeschlagene Immunantworten und ihre Ursachen (Immunsuppression, Allergie, Autoimmunität)</p> <p>Messmethoden der Immunologie und Immuntoxikologie, - Mikroskopieren am Lichtmikroskop und Umkehrmikroskop, Kultivierung eukaryotischer Zellen, Klonierungseffizienz, in vitro Messung physiologischer Parameter von Immunzellen, Phagozytoseassays, Messung entzündlicher Parameter (ELISA, IL-2 Assay), Proliferation und Apoptosemessung nach Applikation toxischer Substanzen (B-Zellkulturen, Hybridome, Mitogenstimulationen), Beherrschung der Theorie und Praxis der Durchflußzytometrie und Zellsortierung zur Messung von Zellveränderungen nach Applikation toxischer Substanzen</p>
Prüfungsleistungen	<p>Mündliche Prüfung (Protokollabgabe/geprüfte Laborbuchführung und ein Prüfungsgespräch mit bis zu 2 Studierenden gleichzeitig)</p> <p>wahrscheinlich in der 14. Vorlesungswoche (2 KP), Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten</p>
Literatur:	<p>Janeway, „Immunology“, jeweils neueste Auflage</p> <p>Esser, C. „Immunotoxicology“ in: Comprehensive Medicinal Chemistry II; Taylor, Triggle Hrsg. Elsevier, aktuelle Ausgabe</p> <p>Luttmann, W. et al. „Der Experimentator IMMUNOLOGIE“, Spektrum Verlag, aktuelle Ausgabe</p>

	A. Radbruch „Flow Cytometry and Cell Sorting“, (Hrsg.) Springer, Berlin, aktuelle Ausgabe
--	---

Modulbezeichnung:	ENDOKRINTOXIKOLOGIE
Modulniveau	Wahlbereich
Kürzel	WM IV
Lehrveranstaltungen	Vorlesung 7.- 8. Kalenderwoche, Montags-Freitags 9.00-10.30, Sporthochschule Köln Praktikum 7.- 8. Kalenderwoche, Montags-Freitags nach Vereinbarung, Sporthochschule Köln
Lehrform / SWS	Vorlesung 2 SWS Seminar/Praktikum 2 SWS
Studiensemester	1. - 3.
Modulverantwortliche(r)	Diel (Biochemie, Sporthochschule Köln)
Dozenten	Diel,
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	120 h, davon 60 h Kontaktstudium und 60 h Selbststudium
Kreditpunkte	4
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in Anatomie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie, Pathophysiologie
Angestrebte Lernergebnisse	Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • grundlegender Techniken und Fakten der Endokrintoxikologie widerzugeben und anzuwenden • biologische, chemische, physikalische und mathematische Grundlagen von endokrintoxikologischen 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	Grundlagen des endokrinen System – beteiligte Organe und Drüsen, Hormonklassen und Wirkmechanismen. Endokrine Disruptoren. Phytoestrogene. Pathologie hormonbedingter Erkrankungen (Diabetes, Krebserkrankungen, Osteoporose, Fertilitätsstörungen u.s.w.). Folgen hormonellen Missbrauchs (Doping). Regulations- und Rückkopplungsmechanismen. Endokrine Signaltransduktion, Second messenger, Cross talk. Anatomie hormonproduzierender und hormonsensitiver Gewebe. Messmethoden der Endokrinologie, - Mikroskopieren am Lichtmikroskop und Fluoreszenzmikroskop, Kultivierung eukaryotischer Zellen, Strategien der Hormonbehandlung von Zellkulturen (Dosiswirkungskurven, Antagonisierung), Quantitative PCR zur Analyse der Expression endogener hormonsensitiver Gene, in vitro Messung physiologischer Parameter von Proliferation und Apoptosemessung nach Applikation endokrin wirksamer Substanzen (E-Screen, Tunnel Assay). Reportersysteme zur Bestimmung der estrogenen Potenz von Steroidhormonen. Rezeptorbindungstest. Immaturer Uterotropher Assay, Quantitative histologische Analyse estrogensensitiver Gewebe (Uterusepithel, Vaginalepithel)
Studien- Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung(4 KP), Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 20-40 Minuten
Literatur	Auernhammer, Praxisbuch Endokrinologie und Stoffwechsel; Urban & Fischer Elsevier, aktuelle Ausgabe Kleine, Rosmanith, Hormone und Hormonsystem, Springer, Berlin, aktuelle Ausgabe L. Stryer: Biochemistry, aktuelle Ausgabe (Spektrum) Laufend aktualisiertes Lehrbuch Endokrinologie: http://www.emedicine.com/med/ENDOCRINOLOGY.htm , Endocrine and Hormonal Toxicology , Harvey, Wiley, aktuelle Ausgabe

Modulbezeichnung:	PARTIKELTOXIKOLOGIE
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM V
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: nach Vereinbarung, IUF, Gebäude Gurlittstraße Seminar/Praktikum: nach Vereinbarung, Seminarräume, Labore IUF.
Lehrform / SWS	Vorlesung / 0,8 SWS Praktikum 1,2 SWS
Studiensemester	2.-3.
Modulverantwortliche(r)	Unfried (IUF, an der HHU Düsseldorf)
Dozenten	Unfried,
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie PM I und II
Empfohlene Voraussetzungen	GM I-V, Kenntnisse in Anatomie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie, Pathophysiologie
Angestrebte Lernergebnisse	Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die verschiedenen Mechanismen der Partikeltoxizität darstellen • die Toxizität von Partikeln in Abhängigkeit von ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften unterscheiden • den Zusammenhang zwischen Partikelexposition und Erkrankung analysieren • geeignete Studien zur Risikoabschätzung sowie zur Aufklärung der Mechanismen der Pathogenität von Partikeln planen, durchführen und kritisch beurteilen
Inhalt	<p>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.</p> <p>Pathogenetisch relevante chemische und physikalische Partikeleigenschaften, Kombinationswirkungen dieser Eigenschaften, die dazugehörigen Wirkmechanismen und spezifischen Erkrankungsbilder. Vorhersage möglicher pathogener Wirkung von Partikeln aufgrund ihrer Eigenschaften als Voraussetzung zur Auswahl und zur Planung geeigneter mechanistischer Studien.</p> <p>Messung von reaktiven Sauerstoffspezies induziert durch Partikel in zellfreien Systemen (Elektronenspinresonanz, Fluoreszenzassays) sowie in zellulären Systemen (FACS-Assays, Aktivierung von Entzündungszellen).</p> <p>Inflammatorische Wirkung von Partikeln., Wirkmechanismen der chronischen Lungenentzündung ausgelöst durch inhalierte Schwebstäube. Allgemeine Prinzipien der Regulation von Proliferation, Apoptose und Ausschüttung inflammatorischer Zytokine und 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.</p> <p>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 Mikrokernassay und Comet-Assay. Zellkulturversuche zur Wirkung von Partikeln auf Ebene der Signaltransduktion</p>
Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung(2 KP), Wiederholungsprüfung vier Wochen später, Dauer 20-40 Minuten
Literatur	<p>Donaldson K, Borm P (Hrsg.), Particle Toxicology, CRC Press, Boca Raton, aktuelle Ausgabe</p> <p>Donaldson K, Tran CL, Inflammation caused by particles and fibers. Inhal Toxicol 14:5-27 (2002)</p> <p>Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD, Lung</p>

	<p>cancer, cardiopulmonary mortality, and long term exposure to fine particulate air pollution. JAMA 287:1132-1141 (2002).</p> <p>Oberdorster G, Oberdorster E, Oberdorster J, Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles. Environ Health Perspect 113:823-839 (2005).</p> <p>Unfried K, Albrecht C, Klotz L-O, von Mikecz A, Grether-Beck S, Schins RPF. Cellular responses to nanoparticles: target structures and mechanisms. Nanotoxicology 2007, 1-20.</p>
--	--

Modulbezeichnung:	ARBEITSMEDIZINISCHE TOXIKOLOGIE
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM VI
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: nach Vereinbarung Seminar/Praktikum: nach Vereinbarung
Lehrform / SWS	Vorlesung 1 SWS Seminar 1 SWS Praktikum 1 SWS
Studiensemester	3.
Modulverantwortliche(r)	Brüning (Institut für Prävention und Arbeitsmedizin, Ruhr-Universität Bochum)
Dozenten	Brüning, Kaefferlein,
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie PMI – PM VI
Empfohlene Voraussetzungen	GM I-V, Kenntnisse in Anatomie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie, Pathophysiologie
Angestrebte Lernergebnisse	Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Ursachen und Mechanismen der Entstehung von arbeitsbedingten Erkrankungen/ Berufskrankheiten zu erläutern und anzuwenden • Grundlagen der Arbeitstoxikologie benennen • Prinzipien des Ambient und Bio-Monitorings und deren gesetzliche Grundlagen zu erläutern sowie Prinzipien der Dosis-Wirkung anzuwenden • • Zusammenhänge zwischen Schadstoff-Exposition, Aufnahmepfaden, innerer Exposition und schadstoffbedingten Effekten zu erläutern
Inhalt	<p>- Arbeitsmedizin: Pathogenese relevanter 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.</p> <p>- Exkursionen: Arbeitsplatzbesichtigungen</p> <p>- Expositionsmonitoring: Messstrategien, Ambient Monitoring, Biomonitoring, analytische Methodik (AAS, HPLC, GC, Detektoren)</p> <p>- Fremdstoffmetabolismus: Grundlagen zum Metabolismus arbeitsplatz-relevanter Substanzen</p> <p>- Immunotoxikologie: Toxikologische Aspekte der Entzündungsreaktion sowie der immunologischen Typ I und Typ IV Reaktionen</p> <p>- Inhalationstoxikologie</p> <p>- Molekulare Marker: Nicht-invasive Krebsfrüherkennung in Risikokollektiven mittels Biomarker aus Blut- und Urinproben (Real-Time PCR, ELISA, DNA-Methylierungsanalytik)</p> <p>- Partikeltoxikologie: Cytotoxizität, Analysen chromosomaler Veränderungen, Gentoxizität, Bildung freier Radikale, Genmutationen, PCR, Zellkulturtechniken, Partikelcharakteristik und zelluläre Wirkungen</p> <p>- Regulatorische Toxikologie: Arbeitsplatzgrenzwerte (MAK/AGW, BAT/BGW), Humanbiomonitoringwerte (HBM-I/II-Werte), EU (SCOEL, REACH), USA (OSHA, ACGIH), technische Regeln für Gefahrstoffe; Risk Analysis</p> <p>- Tierexperimentelle Prüfungen: subchronische und chronische Toxizität</p>
Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung(2 KP), Wiederholungsprüfung vier Wochen später, Dauer: 90 Minuten, Umfang 40 Fragen
Literatur	Arbeitsgruppe Aufstellung von Grenzwerten im biologischen Material (Hrsg.): Biologisches Monitoring in der Arbeitsmedizin, Gentner Verlag, Stuttgart, aktuelle Ausgabe Colborn, T., Our Stolen Future: How We Are Threatening Our Fertility,

	<p>Intelligence and Survival, Penguin Books, 1997</p> <p>Dadd, D.L., Home Safe Home, Penguin Putnam Books, 1997</p> <p>Davis, D.L., When Smoke Ran Like Water: Tales of Environmental Deception and the Battle Against Pollution, Basic Books, 2002</p> <p>Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (Hrsg.), aktuelle MAK- und BAT-Werte-Liste: Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte, Verlag Wiley, VCH, Weinheim, aktuelle Ausgabe</p> <p>Greim, H., E. Deml (Hrsg.): Toxikologie, Verlag Wiley VCH, Weinheim, 2000</p> <p>Hayes, A.W., Principles and Methods of Toxicology, 4th ed., Taylor & Francis, London, aktuelle Ausgabe</p> <p>Klaassen, C.D., Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons, McGraw-Hill, aktuelle Ausgabe</p> <p>Landau, K., Pressel, G., Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen, Gentner Verlag, Stuttgart, 2004</p> <p>Lodish, H., <i>et al.</i>, Molekulare Zellbiologie, Walter de Gruyter Verlag, Berlin/New York, aktuelle Ausgabe</p> <p>Marquardt, H., Schäfer, S. G., Lehrbuch der Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, aktuelle Ausgabe</p> <p>Steingraber, S., Living Downstream: A Scientist's Personal Investigation of Cancer and the Environment, First Vintage Books, 1998</p> <p>Streffer, C., <i>et al.</i>, Low Dose Exposures in the Environment, Dose-Effect Relations and Risk Evaluation 2004</p>
--	---

Modulbezeichnung	ARZNEIMITTELTOXIKOLOGIE
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM VII
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: nach Vereinbarung Seminar/Praktikum nach Vereinbarung
Lehrform / SWS	Vorlesung / 0,8 SWS Seminar / 1,2 SWS
Studiensemester	1.-3.
Modulverantwortliche(r)	Röhrdanz (BfARM, Bonn)
Dozenten	Röhrdanz, Gundert-Remy, G. Schmuck, Honnen
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Toxikologie
Arbeitsaufwand:	60 h, davon 30 h Kontaktstudium und 30 h Selbststudium
Kreditpunkte:	2
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in Anatomie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie, Pathophysiologie, Grundlagen Pharmakologie
Angestrebte Lernergebnisse	Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über die molekularen Wirkungen gebräuchlicher Arzneimittel zuerläutern und darauf aufbauend adverse Reaktionen zu erklären (Arzneimittelüberdosierungen) • Die Anforderungen der toxikologischen Prüfungen bei der Zulassung von Arzneimitteln kritisch diskutieren • anhand von Studien zu neu eingeführten Arzneimitteln bzw. Arzneimitteln in der klinischen Prüfung das toxikologische Gefährdungspotential abschätzen
Inhalt:	Präklinische Untersuchungen für die Arzneimittelzulassung 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
Prüfungsleistungen:	Schriftliche Prüfung(2 KP), Wiederholungsprüfung spätestens 3 Monate später
Literatur	Ford, Delaney, Ling, Erickson, Clinical Toxicology; Verlag WB Saunders Fricke, Klaus, Neue Arzneimittel (jeweils neueste Auflage); Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart Aktories, Förstermann, Hofmann, Starke, Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, Urban & Fischer, aktuelle Ausgabe Estler, Schmidt, Pharmakologie und Toxikologie, Schattauer, , aktuelle Ausgabe Lüllmann, Mohr, Heinz, Pharmakologie und Toxikologie, Thieme, aktuelle Ausgabe Arzneimittelwirkungen, Mutschler, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, aktuelle Ausgabe Meyler's Side Effects of Drugs; Aronson, Elsevier Rote Liste (jeweils aktuelle Ausgabe), Verlag Rote Liste Service Guidelines der International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use (ICH) (http://ec.europa.eu/enterprise/pharmaceuticals/eudralex/index.htm , http://www.emea.europa.eu/hums/human/ich/background.htm)

Modulbezeichnung:	TOXIKOLOGIE UND RISIKOBEWERTUNG VON PFLANZENSCHUTZMITTELN
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM VIII
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wintersemester 13.-15. Vorlesungswoche, Montags –Freitags 8.00-9.30 Uhr oder 13.00-14.30 Uhr Seminar/Praktikum: Wintersemester 13.-15. Vorlesungswoche, Montags –Freitags 9.45-12.00 Uhr oder 14.45-17.00 Uhr, Bayer HealthCare, Research Centre Wuppertal; Bayer CropScience, Monheim (Besichtigung)
Lehrform / SWS	Vorlesung / 1 SWS Seminar/Praktikum / 2 SWS
Studiensemester	3.
Modulverantwortliche(r)	G. Schmuck (Bayer, Wuppertal)
Dozenten	Freyberger, Rosenbruch, G. Schmuck, R. Schmuck, Vohr,
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie PM I-PM V
Empfohlene Voraussetzungen	GM I-V, Kenntnisse in Anatomie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie, Pathophysiologie
Angestrebte Lernergebnisse	Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine und spezielle Toxikologie von Pflanzenschutzmitteln zu erklären, beschreiben, und kritische targets zu benennen • Studien zur Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln für Anwender und Verbraucher planen, auswerten und kritisch beurteilen • die Registrieranforderungen von Pflanzenschutzmitteln weltweit unterscheiden und auf ein bestimmtes Pflanzenschutzmittel anwenden
Inhalt	Toxikologische Kenntnisse über Pflanzenschutzmittel: Typ, pharmakologische und toxikologische Wirkung, toxikologisches Bild (Tierversuche, Vergiftungsfälle), mechanistische Prüfmethoden Bedeutende toxikologische Endpunkte: Nervensystem, Schilddrüse, Immunmodulation, Leberinduktion, endokrine Disruption Insektizide, Herbizide, Fungizide, alternative Pflanzenschutzmittel, ausgesuchte Substanzen mit spezifischem toxischen Mechanismus: Nervensystem, Schilddrüse, Immunmodulatoren, endokrine Disruptoren, Testung der Formulierung „6-pack“. Anwendersicherheit, Risikobewertung, Expositionsermittlung. Toxikologische Prüfungen: Neurotoxizität, Reproduktionstoxizität, Immuntoxizität, Studien mit wiederholter Gabe, Pathologie, Tests zur Immuntoxizität; Tests zu Schilddrüsenfunktion und Induktion fremdstoffmetabolisierender Enzyme, Führung durch das Pflanzenschutzzentrum
Studien- Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung (2 KP), Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 90 Minuten, Umfang: 40 Fragen
Literatur	Marquardt H., Schäfer S. (Hrsg.) Lehrbuch der Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, aktuelle Ausgabe Krieger, R., Handbook of Pesticide Toxicology - Agents and Principles. Academic Press, San Diego, aktuelle Ausgabe Klaassen, C.D (Hrsg.) Casarett and Doull's Toxicology, Mc Graw Hill, New York, aktuelle Ausgabe Ballantyne, B.; Marrs, T.; Syversen, T. (Hrsg.) General and Applied Toxicology Macmillan/Stockton Press Ltd, aktuelle Ausgabe Derelanko, M.J.; Hollinger, M.A. (Hrsg.), Handbook of Toxicology, CRC Press, aktuelle Ausgabe

Modulbezeichnung	NEUROTOXIKOLOGIE
Modulniveau	Wahlpflichtbereich
Kürzel	WM IX
Lehrveranstaltungen	Vorlesung: nach Vereinbarung, IUF, Gebäude Gurlittstraße Seminar/Praktikum: nach Vereinbarung, Seminarräume, Labore IUF.
Lehrform / SWS	Vorlesung 1 SWS Seminar/Praktikum 2 SWS
Studiensemester	2. -3.
Modulverantwortliche(r)	Fritsche (IUF, an der HHU Düsseldorf)
Dozenten	Fritsche,
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	60 h, davon 45 h Kontaktstudium und 15 h Selbststudium
Kreditpunkte	2
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie PM I und II
Empfohlene Voraussetzungen	GM I-III, Kenntnisse in Anatomie, Biochemie, Molekular- und Zellbiologie, Pathophysiologie
Angestrebte Lernergebnisse	Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <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 planen, durchführen und kritisch beurteilen können
Inhalt	<p>Vorlesung: Aufbau und Funktionen des Nervensystems, Das 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> <p>Praktikum: Neurosphären (Primärzellen, Hirnentwicklungsmodell), Proliferations-, Migrations- und Differenzierungsassay Untersuchung zur Speziesunterschieden Demonstrationsversuche: Empfindlichkeit von Primärzellen gegenüber toxischen Substanzen (Schwermetalle)</p>
Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung (2 KP), Wiederholungsprüfung spätestens nach 3 Monaten, Dauer: 20-40 Minuten
Literatur	<p>Marquardt H., Schäfer S. (Hrsg), Lehrbuch der Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, aktuelle Ausgabe: Kapitel 20 (Nervensystem)</p> <p>Neurotoxicology: Approaches and Methods (Chang, Louis W. Chang, und William, Jr. Slikker), Academic Press Inc</p> <p>Experimental and Clinical Neurotoxicology (Albert Ludolph, Peter S. Spencer, und Herbert H. Schaumberg), Oxford Univ Pr</p> <p>Methods in Pharmacology and Toxicology: In Vitro Neurotoxicology: Principles and Challenges (Evelyn Tiffany-Castiglioni), Springer, Berlin</p> <p>Neurotoxicology in Vitro: In Vitro (Pentreath V. und V. Pentreath), Informa Healthcare</p>

Modulbezeichnung:	PILOTARBEIT
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	PA
Lehrveranstaltungen	Wissenschaftliches Arbeiten
Lehrform / SWS	Wissenschaftliches Arbeiten und Schreiben
Studiensemester	3. oder 4.
Modulverantwortliche(r)	Alle Dozenten
Dozenten	Alle Dozenten
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	300 h
Kreditpunkte	10
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie PM I-PM VI 2 WM
Empfohlene Voraussetzungen	
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • an einem vorgegebenen wissenschaftliches Thema innerhalb eines Arbeitskreises mitarbeiten und eine konkrete Aufgabe im Rahmen dieses Forschungsprojektes durchführen. • sich dabei eigenständig fachliches Wissen, experimentelle Fertigkeiten und Laborkompetenz aneignen • die eigenen Daten in der Diskussion mit den Arbeitsgruppenmitgliedern kritisch interpretieren und bewerten • einen schriftlichen Bericht über das bearbeitete Teilprojekt anfertigen und mündlich 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 Dozent(inn)en betreut und innerhalb seiner (ihrer) Arbeitsgruppe durchgeführt werden .
Studien- Prüfungsleistungen	Schriftliche und mündliche Präsentation der Pilotarbeit (10 KP)

Modulbezeichnung:	MASTERARBEIT
Modulniveau	Pflichtbereich
Kürzel	MA
Lehrveranstaltungen	Wissenschaftliches Arbeiten
Lehrform / SWS	Wissenschaftliche Arbeit
Studiensemester	4.
Modulverantwortliche(r)	Alle Dozenten
Dozenten	Alle Dozenten
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Toxikologie
Arbeitsaufwand	900 h
Kreditpunkte	30
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Zulassung zum Masterstudiengang Toxikologie Absolvierung von mindestens 3 Semestern Studium GM I-V, PM I-VI 4 WM oder 2 WM + Pilotarbeit
Empfohlene Voraussetzungen	
Angestrebte Lernergebnisse	Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • ein vorgegebenes wissenschaftliches Thema innerhalb einer vorgegebenen Frist bearbeiten • die Durchführung der Arbeit eigenständig planen und koordinieren • erlernte Methoden auf das aktuelle Thema anwenden und erforderlichenfalls eigene Forschungsstrategien entwickeln • sich mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinandersetzen und die eigene Forschungsarbeit in den Rahmen der Literatur einordnen • einen ausführlichen wissenschaftlichen Bericht über die durchgeführte Arbeit anfertigen
Inhalt	Die Masterarbeit ist die Abschlussarbeit des Masterstudienganges. Sie soll eigenständig unter der Anleitung einer Betreuerin oder eines Betreuers aus dem Kreis der am Studiengang beteiligten Hochschullehrer(innen) nach den Vorgaben guter wissenschaftlicher Praxis der medizinischen Fakultät der Heinrich Heine Universität durchgeführt werden (http://www.medizin.hhu.de/dekanat/gute-wissenschaftliche-praxis). Das Thema der Arbeit wird von der Betreuerin/ dem Betreuer gestellt und entstammt in der Regel seinem oder ihrem 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.
Studien- Prüfungsleistungen	Schriftliche Präsentation der Masterarbeit und Kolloquium zur Masterarbeit