

**Inhaltsverzeichnis – Module Biologisch Technische Assistenten**

<b>Anlage</b>	<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
01	Modulbeschreibung – Bioinformatik	1
	Modulkatalog – Bioinformatik	3
02	Modulbeschreibung – Biochemie	9
	Modulkatalog – Biochemie	11
03	Modulbeschreibung – Molekulargenetik	13
	Modulkatalog – Molekulargenetik	15
04	Modulbeschreibung – Organismische Biologie Botanik	19
	Modulkatalog - Organismische Biologie Botanik	21
05	Modulbeschreibung - Organismische Biologie Zoologie	27
	Modulkatalog - Organismische Biologie Zoologie	30
06	Modulbeschreibung – Zellbiologie	38
	Modulkatalog – Zellbiologie	40
07	Modulbeschreibung – Mikrobiologie	44
	Modulkatalog – Mikrobiologie	46
08.1	Modulbeschreibung – Analytik	64
	Modulkatalog – Analytik	67
08.2	Modulbeschreibung – Chemie	78
	Modulkatalog – Chemie	80

Die zugehörige Studententafel der CTA-Ausbildung ist auf der letzten Seite angehängen.

## Modulbeschreibung für ZEvA-Zertifizierung (BTA)

Berufsziel	Biologisch-Technische-Assistentin (BTA) Biologisch-Technischer-Assistent (BTA)	Lehrer (leh/rt//hop/pom)
Modulbezeichnung	Angewandte Bioinformatik	
Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- definieren das Arbeitsfeld der Bioinformatik.</li> <li>- verwenden Werkzeuge der Bioinformatik zur Untersuchung der evolutionären Verwandtschaft.</li> <li>- definieren Homologe, Paraloge und Orthologe.</li> <li>- ermitteln Informationen aus verschiedenen Datenbanken, nutzen Querverbindungen und interpretieren diese.</li> <li>- erstellen und analysieren Sequenzalignments mit Hilfe von Dotplots nach Vorgaben (Bewertung, Fenstergröße, Maßstab, Rauschunterdrückung, Repeats).</li> <li>- analysieren mit Dotplots Aminosäuresequenzalignments hinsichtlich gemeinsamer Motive unter Berücksichtigung der Matches, Mismatches und Positives.</li> <li>- führen Suchen und Alignments mit BLAST durch und bewerten die statistischen Ergebnisse.</li> <li>- erläutern den BLAST-Algorithmus, berechnen die Bewertung (Score) für ein vorgegebenes Sequenzalignment und stellen die unterschiedlichen Einflussgrößen auf den Score-Wert dar.</li> <li>- erklären die Bedeutung verschiedener BLAST-Angaben wie Request-ID, Recent Results, Color Key (Graphic Summary), Ident, Max ident und Query cover und Berücksichtigen diese in Ihren Auswertungen.</li> <li>- beurteilen die Alignment-Tools Dotplot und BLAST im Hinblick auf Vor- und Nachteile.</li> <li>- Führen Mutationssuchen mit BLAST durch und beschreiben die daraus resultierenden Folgen für das Protein und deren Fehlfaltung.</li> <li>- Interpretieren E-Werte von BLAST-Suchen im Hinblick auf Einflussgrößen und Homologie.</li> <li>- dokumentieren bioinformatische Daten formal korrekt und adressatengerecht (z.B. FASTA-Format, Intron-Exon-Tabelle).</li> <li>- wählen selbstständig geeignete Tools aus, um komplexe Fragestellungen zu beantworten.</li> <li>- entwickeln selbstständig einen diagnostischen Gentest.</li> </ul>	Fach: PBIN
Modulinhalte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung: Aufgabenfeld, Methoden und Bedeutung der Bioinformatik</li> <li>2. Proteindatenbanken: UniProt, SwissProt, TrEMBL, PDB, PDBsum</li> <li>3. Gendatenbanken: NCBI GenBank</li> <li>4. Sequenzalignment: Dotplot, BLAST, LMS Alignmenteditor</li> <li>5. Statistik: statistische Grundlagen im Bezug, biologische Daten zu interpretieren</li> <li>6. Entwicklung eines diagnostischen Gentests</li> </ol>	Fach: PBIN

Modulteilung	Semester/ Schulhalbjahr	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Studentische Arbeitsbelastung (in Zeitstunden)		Gesamtstunden	ECTS- Punkte
			Kontaktzeit (Lehrveranstaltung)	Selbststudium (Stunden)		
Praktikum	3.-4.	Protokolle, Arbeitsergebnisse 1 Fachpraktische Arbeit pro Semester	120	60	180	6
<p>Notenschlüssel: Gesamtnote: (1/3) Arbeitsweise, (1/3) Protokolle und Arbeitsergebnisse, (1/3) fachpraktische Arbeit</p>						

Angewandte Bioinformatik	Zertifizierung (ZEvA)	Lehrer (Leh/Rt/Hop/Pom)
BTA	Modulkatalog	
Kompetenzbeschreibungen	<b>120 Stunden</b>	
<p><b>Übergeordnete Handlungskompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsgewinnung in öffentlichen Datenbanken der Bioinformatik</li> <li>• Spezifizierte Suchen in molekularbiologischen Datenbanken</li> <li>• Bedienung von Online-Tools zur Analyse molekularbiologischer Daten</li> <li>• Interpretation der Ergebnisse von Datenbanksuchen</li> <li>• Dokumentation von Datenbanksuchen und mit anderen Programmen gewonnener Ergebnisse</li> <li>• Erstellen eines digitalen Protokolls nach Vorgabe (mittels Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationssoftware, in diesem Fall Word und Excel)</li> <li>• Ablage und Austausch von Dokumenten in einem Computernetzwerk</li> <li>• Arbeit im Team, arbeitsteilige Arbeit in Gruppen</li> <li>• Präsentation eigener Ergebnisse</li> </ul>		

<b>1. Einführung: Aufgabenfeld, Methoden und Bedeutung der Bioinformatik</b>		<b>6 Stunden</b>	
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgabenfeld der Bioinformatik</li> <li>- Verknüpfung zu Biologie und Medizin</li> <li>- Handling von großen Datenmengen</li> <li>- Motivsuche in Genomen</li> <li>- Grundbegriffe der Biologie</li> <li>- Dokumentation von Arbeitsergebnissen</li> <li>- Verhalten im Computerlabor</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Notwendigkeit der digitalen Verarbeitung von Daten aus Biologie und Medizin.</li> <li>- lernen das Aufgabenfeld der Bioinformatik kennen.</li> <li>- kennen die biologischen Grundlagen bezüglich der Proteinbiosynthese.</li> <li>- kennen den Aufbau von Genen und deren Bedeutung.</li> <li>- arbeiten nach den Vorgaben der Computerlaborordnung</li> <li>- sind im Umgang mit Formatvorlagen für die standardisierte Dokumentation von Arbeitsergebnissen geschult.</li> </ul>

2. Proteindatenbanken: UniProt, SwissProt, TrEMBL, PDB, PDBsum		20 Stunden	
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Überblick über Datenbanken bezüglich Proteininformationen</li> <li>– Aufbau und Verwendung von UniProt</li> <li>– Informationsgehalt von UniProt</li> <li>– Einfluss von SwissProt und TrEMBL auf UniProt</li> <li>– Aufbau und Verwendung von PDB und PDBsum</li> <li>– Folge von Mutationen in der Aminosäurekette</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen im Detail die Proteindatenbank UniProt kennen.</li> <li>- wenden die erweiterte Suche an, um zielführend den richtigen Eintrag in den Datenbanken zu finden.</li> <li>- können Informationen wie Funktion, bekannte Krankheiten und die dazugehörigen Mutationen, Gen-Name, chromosomale Genposition und das Vorkommen der Proteine auf zellulärer Ebene aus der Datenbank UniProt beziehen.</li> <li>- kennen den Unterschied zwischen SwissProt und TrEMBL und deren unterschiedliche Art von Informationsgüte bezüglich der Datenbanken.</li> <li>- beziehen Informationen bezüglich der dreidimensionalen Struktur und des strukturellen Aufbaus von Proteinen aus den Datenbanken PDB und PDBsum.</li> <li>- markieren die Mutationsstellen in der dreidimensionalen Struktur der Proteine, um deren Einfluss auf die Faltung hervorzuheben.</li> </ul>

3. Gendatenbanken: NCBI GenBank		18 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennenlernen des NCBI</li> <li>- Aufbau und Umfang von GenBank</li> <li>- Bezug von Sequenzdaten (DNA, RNA, AS)</li> <li>- Finden von Testlaboren zur Verifizierung von Genkrankheiten</li> <li>- FASTA-Format</li> <li>- GenTable für Intron-, Exon und CDS-Positionsangaben</li> <li>- Positionsangaben für Start- und Stoppcodons.</li> <li>- Homologie, Orthologie und Paralogie.</li> <li>- Transkriptvarianten</li> </ul>	<p data-bbox="1290 280 1576 304"><b>Die Auszubildenden...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen im Detail die Gensequenzdatenbank GenBank kennen.</li> <li>- wenden die erweiterte Suche an, um zielführend den richtigen Eintrag in GenBank zu finden.</li> <li>- können zu vorgegebenen Proteinen/Genen die dazugehörigen Sequenzdaten als DNA-, RNA- und Aminosäuresequenz aus der Datenbank beziehen.</li> <li>- kennen das standardisierte Gensequenzformat FASTA und verwenden es für die Sequenzdaten für die spätere Weiterverarbeitung.</li> <li>- kennen die Verbindungspunkte zwischen GenBank und den Proteindatenbanken.</li> <li>- bestimmen die Anzahl von Exons eines beliebigen Gens.</li> <li>- beziehen aus GenBank über die enthaltene GenTable die Start- und Stopppositionen zu Introns, Exons und den CDS.</li> <li>- lesen aus GenBank die Positionen der Start- und Stoppcodons auf den jeweiligen Genen ab.</li> <li>- grenzen das Verwandtschaftsverhältnis von Genen ein, in dem die Anzahl der homologen und orthologen Gene verwendet wird.</li> <li>- definieren Homologe, die bei verschiedenen Arten vorkommen und in diesen die gleiche Funktion erfüllen als Orthologe.</li> <li>- definieren Homologe, die bei der gleichen Art vorkommen, durch Genduplikation entstanden sind, Mutationen erfahren haben und infolgedessen unterschiedliche Funktionen erfüllen können als Paraloge.</li> </ul>
	<b>Kompetenzen</b>	

<b>4. Sequenzalignment: Dotplot, LMS Alignmenteditor, BLAST</b>		<b>48 Stunden</b>
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sequenzalignments</li> <li>- Grafische Darstellung von Sequenzalignments mit Dotplots</li> <li>- Motive im Dotplot (Diagonalen, Lücken, Repeats)</li> <li>- Rauschunterdrückung, Fenstergröße in Dotplots</li> <li>- Biologische Bedeutung der Motive</li> <li>- Arbeiten mit Alignmenteditor</li> <li>- Theorie von Sequenzalignmentsalgorithmen</li> <li>- Verwendung von BLAST</li> <li>- BLAST-Algorithmus</li> <li>- Interpretation von BLAST-Ergebnissen</li> <li>- Mutationssuche mittels BLAST</li> <li>- Expsy Translate</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen Sequenzalignments aus, um den Aufbau von Genen darstellen zu können. Sie nutzen dazu einen Sequenzalignmenteditor.</li> <li>- erklären Sequenzalignment als Verfahren, bei dem zwei Nucleotid- oder Aminosäuresequenzen systematisch aneinander ausgerichtet werden, um Regionen zu identifizieren, die signifikant übereinstimmen.</li> <li>- erklären Dotplot als "Punkteschema", einfaches Diagramm, das Ähnlichkeiten zwischen zwei Sequenzen abbildet und in Form einer Tabelle bzw. Matrix erstellt wird.</li> <li>- erzeugen Dotplots von Sequenzpaaren (DNA vs DNA, DNA vs. RNA, DNA vs. AS), um Strukturen wie Introns, Exons, codierende Regionen und Startcodons zu visualisieren.</li> <li>- ändern eigenständig die Parameter des Dotplots zur Rauschunterdrückung und Fenstergröße, um geeignete Ergebnisse zu erhalten.</li> <li>- analysieren Dotplots und markieren darin enthaltene Motive (Diagonalen, Lücken, Verschiebungen, Wiederholungen) und ordnen diesen die entsprechenden biologischen Bedeutungen zu.</li> <li>- lernen den Ablauf eines Sequenzalignment-Algorithmus (Needleman-Wunsch) kennen und führen diesen auf dem Papier durch</li> <li>- führen Suchen in BLAST mit unbekanntem DNA oder AS-Sequenzen durch, um zu bestimmen, welches Gen, respektive Protein, durch die Sequenz repräsentiert wird.</li> <li>- erläutern die Begriffe Ident, Max ident und Query cover sowie die Berechnung dieser drei Werte an Beispielen.</li> </ul>



			<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> <li>- bewerten die Ergebnisse der BLAST-Suche anhand der gegebenen Werte (E-Value, Scorewert, Ident, Gaps, Matches, Missmatches).</li> <li>- erklären die Bedeutung der RequestID, Resent Results und Grapic Summary.</li> <li>- interpretieren die E-Werte nach einer einfachen Faustregel: <math>E \leq 10^{-12}</math> Sequenzen vermutlich homolog, <math>E</math> zwischen <math>10^{-5}</math> und <math>10^{-12}</math> Homologie nicht auszuschließen, <math>E &gt; 10^{-5}</math> Übereinstimmung wahrscheinlich zufällig.</li> <li>- Beurteilen die Unterschiede der Möglichkeiten von Dotplots und textuellen Alignments bezüglich der Auswertung für Menschen und Maschinen.</li> <li>- verwenden BLAST, um Mutationen in Genen zu finden und dokumentieren diese fachgerecht.</li> <li>- erzeugen von mutierten Genen die entsprechenden AS-Sequenzen mit dem Translate Tool von Expasy.</li> <li>- wählen aus den drei entstehenden translatierten Sequenzen aufgrund der möglichen reading frames den richtigen aus.</li> </ul>
--	--	--	--

<b>5.Statistik: statistische Grundlagen im Bezug, biologische Daten zu interpretieren</b>		<b>12 Stunden</b>
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- arithmetisches Mittel</li> <li>- Standardabweichung</li> <li>- Median</li> <li>- Quartile</li> <li>- Ausreißer</li> <li>- Genauigkeit und Richtigkeit</li> <li>- Excel</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>  Die Auszubildenden... <ul style="list-style-type: none"> <li>- berechnen für Messwertreihen aus der Biologie das arithmetische Mittel, die Standardabweichung, den Median und die Quartile.</li> <li>- bewerten und unterscheiden die Messwertreihen anhand der o.g. statistischen Größen.</li> <li>- überprüfen die Messwertreihen auf mögliche Ausreißer.</li> <li>- geben an, welche Genauigkeit und Richtigkeit eine geg. Messwertreihe aufweist.</li> <li>- erzeugen für die Berechnungen in Excel nötige Tabellenblätter mit der automatischen Berechnung aller Werte und veranschaulichen die Resultate graphisch</li> </ul>

6. Entwicklung eines diagnostischen Gentests			16 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusammenführen aller gelernten Inhalte in einen diagnostischen Gentest.</li> <li>– Analyse von Patientendaten auf mögliche Mutationen</li> <li>– Folgen von gefundenen Mutationen</li> <li>– Überprüfung, ob Symptome durch Krankheit ausgelöst werden können</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erstellen einen diagnostischen Gentest für eine Gruppe von Patienten mit bestimmten Symptomen.</li> <li>- ermitteln die beteiligten Proteine und deren Gene, die zu den gemeldeten Symptomen passen.</li> <li>- beziehen Referenzsequenzen der DNA, RNA und AS des gefundenen Gens und speichern dies im FASTA-Format ab.</li> <li>- prüfen automatisiert die gegebenen Sequenzdaten der Patienten, ob diese Mutationen beinhalten.</li> <li>- recherchieren mögliche Krankheiten zu den gefundenen Mutationen und vergleichen diese mit den ursprünglich gemeldeten Symptomen.</li> <li>- bilden ein Urteil und stellen eine Empfehlung, welche weiteren therapeutischen Schritte mit den Patienten durchgeführt werden sollten.</li> </ul>

**Literatur:**

- Dugas, Martin/Schmidt, Karin: Medizinische Informatik und Bioinformatik. Springer, Berlin Heidelberg 2003. ISBN: 978-3-642-55883-2
- Gaedeke, Nicola: Biowissenschaftlich recherchieren. Birkhäuser, Basel 2007. ISBN: 978-3-7643-8526-2
- Gibas, Cynthia/Jambeck, Per: Einführung in die praktische Bioinformatik. O'Reilly, Köln 2002. ISBN: 3897212897
- Hütt, Marc-Thorsten/Dehnert, Manuel: Methoden der Bioinformatik. Eine Einführung. Springer, Berlin Heidelberg 2006. ISBN: 3662461498
- Lesk, Arthur M.: Introduction to Bioinformatics. Oxford University Press, New York 2002. ISBN: 0199651566
- Dandekar, Thomas/Kunz Meike: Bioinformatik, Springer Spektrum 2017. ISBN: 978-3-662-54697-0
- Zvelebil, Marketa/Baum, Jeremy: understanding bioinformatics, Garland Science 2008. ISBN: 0-8153-4024-9

### Modulbeschreibung für ZEvA-Zertifizierung (BTA)

Berufsziel	Biologisch-Technische Assistentin (BTA) Biologisch-Technischer Assistent (BTA)	Lehrkräfte KI, Tau, Wol, Sct
Modulbezeichnung	Biochemie	
Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- leiten aus dem Aufbau der Aminosäuren Nettoladungsänderungen in Titrationskurven ab.</li> <li>- planen Elektrophorese- und Ionenaustauschchromatographie-Experimente zur Auftrennung von Aminosäuregemischen.</li> <li>- schätzen die Nettoladungen von Proteinen ab.</li> <li>- analysieren Aminosäurezusammensetzung und –sequenz eines Proteins.</li> <li>- unterscheiden die Strukturebenen von Proteinen und erläutern die intra- und intermolekularen Kräfte, die zur Ausbildung der Strukturebenen führen.</li> <li>- analysieren und beurteilen die Auswirkungen von Genmutationen auf die Proteinstruktur.</li> <li>- führen Experimente zur Proteinauftrennung und Charakterisierung durch</li> <li>- erläutern und analysieren die posttranslationale Prozessierung von Proteinen.</li> <li>- erläutern die molekularen Mechanismen der Chaperon-vermittelten Proteinfaltung.</li> <li>- leiten die Bedeutung der Proteinfehlfaltung an wissenschaftlich-gesellschaftlich relevanten Beispielen her.</li> <li>- erläutern die molekularen Mechanismen des Proteinabbaus.</li> <li>- erläutern wichtige Kenngrößen der Enzymaktivität und grafische Darstellungen der Enzymkinetik.</li> <li>- ermitteln experimentell die Michaelis-Konstante (<math>K_M</math>) eines Enzyms und analysieren den Hemmtyp.</li> <li>- erläutern Einflussgrößen auf die Enzymaktivität.</li> </ul>	
Modulinhalte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aminosäuren</li> <li>2. Ladungseigenschaften von Peptiden und Proteinen</li> <li>3. Analyse von Aminosäurezusammensetzung und -sequenz eines Proteins</li> <li>4. Strukturebenen von Proteinen und Protein-Konformation</li> <li>5. Charakterisierung von Proteingemischen</li> <li>6. Prozessierung, Translokation und Abbau von Proteinen</li> <li>7. Enzymaktivität</li> </ol>	

Modulteilung	Semester/ Schulhalbjahr	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Studentische Arbeitsbelastung (in Zeitstunden)		Gesamtstunden	ECTS- Punkte
			Kontaktzeit (Lehrveranstaltungsstunden)	Selbststudium (Stunden)		
Gesamt			180	90	270	9
Theorie	3. - 4. Sem.	1 Klausur/ Semester	80	40	120	4
Praktikum	3. Sem.	1 Klausur/ Semester Protokolle und Arbeitsergebnisse	100	50	150	5
<p>Notenschlüssel:            Gesamtnote: 45 % BC, 55 % PBC            Theorie: 100 % BC      Praktikum: 100 % PBC</p>						

<b>Modulbezeichnung: Biochemie</b>	<b>Zertifizierung (ZEvA)</b>	<b>Lehrkräfte: KI Tau Wol Sct</b>
<b>Berufsziel: Biologisch-Technische AssistentIn (BTA)</b>	<b>Fach: BC/ PBC</b>	<b>Stunden Theorie gesamt: 80 Stunden Praxis gesamt: 100</b>
<b>Kompetenzbeschreibungen</b>		
<b>Übergeordnete Kompetenzen</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbständiges und verantwortungsbewusstes Denken und Handeln</li> <li>- Selbständiges Planen, Durchführen und Beurteilen von Arbeitsaufgaben in Hinblick auf die Berufstätigkeit und Weiterbildung</li> <li>- Bereitschaft und Fähigkeit sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht, durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten (Handlungs- und Sozialkompetenz)</li> <li>- Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen (Fachkompetenz)</li> <li>- Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität (Sozialkompetenz)</li> <li>- Entwicklung von Methoden- und Lernkompetenz</li> </ul>		
<b>Die Auszubildenden</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- können Sachverhalte anhand von Vorträgen, Präsentationen nachvollziehen und verstehen, einordnen, strukturiert mitschreiben.</li> <li>- erarbeiten Sachverhalte eigenständig und in der Gruppe, halten dabei Absprachen ein.</li> <li>- präsentieren Sachverhalte, Arbeitsergebnisse vor einer Gruppe.</li> <li>- verstehen Fachvorträge und wenden Fachsprache an.</li> <li>- erschließen, beurteilen und nutzen unterschiedliche Informationsquellen, auch in englischer Sprache.</li> <li>- analysieren, bewerten fachliche Probleme im Hinblick auf arbeitsorganisatorische, biochemische Sachverhalte, verknüpfen diese und leiten daraus geeignete Lösungswege ab.</li> <li>- planen und führen prozessorientierte Arbeitsabläufe selbstständig durch.</li> <li>- wählen und beurteilen Betriebsmittel (Sicherer Umgang mit Gefahrstoffen und Arbeitsgeräten im SI-Labor).</li> <li>- verknüpfen arbeitsorganisatorische und technologische Sachverhalte.</li> <li>- führen fachbezogene Berechnungen durch.</li> <li>- kontrollieren, dokumentieren und bewerten Arbeitsergebnisse (z. T. EDV-basiert).</li> <li>- zeigen die relevanten fachlichen Hintergründe ihrer Arbeit auf und begründen ihre Vorgehensweise.</li> <li>- beziehen Maßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheits- und Umweltschutz bei der Arbeit ein.</li> <li>- hinterfragen und beurteilen begründend kontrovers diskutierte biochemische Sachverhalte.</li> </ul>		

<b>1. Thema: Aminosäuren</b>			<b>Stunden Theorie: 20</b> <b>Stunden Praxis: 5</b>
<b>Inhalte</b> <b>Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau der Aminosäuren</li> <li>- chemische, physikalische und biochemische Eigenschaften</li> <li>- Ladungszustände in Abhängigkeit vom pH-Wert</li> <li>- biochemische Trennverfahren</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b> <b>Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- leiten aus dem Aufbau der Aminosäuren ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften ab.</li> <li>- erstellen und analysieren Aminosäure-Titrationskurven im Hinblick auf Nettoladungen in Abhängigkeit vom pH-Wert, pk-Werte/ Pufferbereiche sowie pI-Werte.</li> <li>- planen anhand dieser Titrationskurven Elektrophorese- und Ionenaustauschchromatographie-Experimente.</li> </ul>
<b>Inhalte</b> <b>Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trennung von Aminosäuregemischen zur Analyse und Identifikation mittels:</li> </ul> <p>horizontaler Dünnschichtchromatographie (hDC)</p> <p>horizontaler Dünnschicht - Elektrophorese</p>	<b>Kompetenzen</b> <b>Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen Experimente zur Identifikation verschiedener AS anhand ihrer Hydrophobizität, des UV-Absorptions- und des Färbeverhaltens im Vergleich mit Referenzproben nach vorgegebener Arbeitsanweisung selbständig durch und werten dieses aus.</li> <li>- führen Experimente zur Identifikation verschiedener AS anhand ihrer Nettoladungen bei einem best. pH-Wert durch ihr Wanderungsverhalten im elektrischen Feld selbständig durch.</li> </ul>

<b>2. Thema: Ladungseigenschaften von Peptiden und Proteinen</b>			<b>Stunden Theorie: 15</b> <b>Stunden Praxis: 0</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pI-Abschätzung</li> <li>- Nettoladungskurven</li> <li>- Präzipitation</li> <li>- Trennung von Proteingemischen</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	Die Auszubildenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- schätzen die Nettoladungskurven von Proteinen/ pI-Werte/ pH-Bedingungen anhand der pK-Werte der geladenen Gruppen des Proteins ab.</li> <li>- planen anhand der Nettoladungskurven Ionenaustauschchromatographie (IEC)-Experimente.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	KEINE	<b>Kompetenzen Praxis</b>	KEINE



<b>3. Thema: Analyse von Aminosäurezusammensetzung und -sequenz eines Proteins</b>			<b>Stunden Theorie: 10</b> <b>Stunden Praxis: 10</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Totalhydrolyse</li> <li>- Ionenaustauschchromatographie</li> <li>- Quantifizierung</li> <li>- EDMAN-Abbau</li> <li>- Zerlegung längerer Proteinketten in kleinere Fragmente (chemisch, enzymatisch)</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	Die Auszubildenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern das Prinzip der Totalhydrolyse.</li> <li>- interpretieren das Chromatogramm aus einer HPLC-Trennung von PTC-Aminosäuren.</li> <li>- erläutern das Prinzip des EDMAN-Abbaus.</li> <li>- klären die Aminosäuresequenz eines Proteins nach EDMAN-Abbau und Zerlegung der Proteinketten mit verschiedenen Agenzien/ Enzymen auf.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trennung von Aminosäuregemischen durch Ionenaustauschchromatographie (IEC)</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	Die Auszubildenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- planen Experimente zur Trennung von Aminosäuregemischen durch Ionenaustauschchromatographie (IEC) und führen diese nach vorgegebener Arbeitsanweisung selbständig durch und werten diese aus.</li> </ul>

<b>4. Thema: Strukturebenen von Proteinen und Protein-Konformation</b>			<b>Stunden Theorie: 15</b> <b>Stunden Praxis: 5</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primärstruktur: Peptidbindung</li> <li>- Sekundärstruktur-, Tertiär- und Quartärstrukturen: Inter- und intramolekulare Kräfte</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formulieren Kondensations- und Totalhydrolyse-Reaktionen von Peptiden mit Strukturformeln.</li> <li>- benennen, beschreiben und unterscheiden die Strukturebenen von Proteinen.</li> <li>- erläutern die chemischen Bindungen, Wechselwirkungen und Effekte, die zur Ausbildung der Strukturebenen führen.</li> <li>- interpretieren das ANFISEN-Experiment.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteinprobenvorbereitung für die SDS-PAGE: Überführung von der Tertiärstruktur in die Primärstruktur durch Hitzedenaturierung und reduzierende Agenzien</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen die Hitzedenaturierung und die Reduktion von Disulfidbrücken nach vorgegebener Arbeitsanweisung selbständig im Rahmen der Proteinprobenvorbereitung für die SDS-PAGE durch.</li> </ul>

<b>5. Thema: Charakterisierung von Proteingemischen</b>			<b>Stunden Theorie: 0</b> <b>Stunden Praxis: 65</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	KEINE	<b>Kompetenzen Theorie</b>	KEINE
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteinextraktion aus Bakterienkulturen (GVO)</li> <li>- Chromatographische Proteinaufreinigung</li> <li>- Proteinquantifizierung</li> <li>- Größenbestimmung von Proteinen durch elektrophoretische Auftrennung</li> <li>- Immunologische Identifizierung von Proteinen</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stellen Zellysate von gentechnisch veränderten Bakterienzellen (GVO) zur Aufreinigung des Grün-Fluoreszierenden Proteins GFP her.</li> <li>- führen gemäß Instruktion selbstständig Experimente zur Proteinaufreinigung des GFPs mit verschiedenen chromatographischen Methoden in sinnvoller Reihenfolge und anhand vorgegebener Arbeitsanweisungen durch (Planung, Durchführung, Auswertung, Protokoll, Fehlerdiskussion).</li> <li>- wenden verschiedene Methoden zur Proteinquantifizierung nach vorgegebenen Arbeitsanweisungen selbstständig an.</li> <li>- charakterisieren Proteine durch elektrophoretische Größenbestimmung nach vorgegebener Arbeitsanweisung der SDS-PAGE und anschließender Coomassie-/ Silberfärbung selbstständig.</li> <li>- führen Experimente zur Identifikation eines Zielproteins (GFP) mittels Antigen-Antikörper-Reaktion durch Immunfärbung nach vorherigem Blot-Verfahren nach vorgegebenen Arbeitsanweisungen selbstständig durch und werten diese aus (z. T. EDV-basiert).</li> </ul>

<b>6. Thema: Prozessierung, Translokation und Abbau von Proteinen</b>			<b>Stunden Theorie: 20</b> <b>Stunden Praxis: 0</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanismen des Proteintargeting</li> <li>- Chaperon-vermittelte Proteinfaltung, Hitzeschockproteine</li> <li>- Proteinfehlfaltung</li> <li>- Abbau von Proteinen: Ubiquitinylierung Proteasom <i>turn over</i></li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden wiederholen die subzellulären Zielorte (Kompartimente/ Zellorganellen) für Proteine.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die Translokation eines sekretorischen bzw. eines membranassoziierten Proteins.</li> <li>- analysieren die posttranslationale Prozessierung von Proteinen.</li> <li>- erläutern die Funktion und die Prozesse der Proteinfaltung.</li> <li>- beschreiben den Abbau endogener Proteine als zweistufigen Prozess, der Ubiquitinylierung und Abbau über das Proteasom umfasst.</li> <li>- interpretieren Experimente zum Proteinabbau.</li> <li>- leiten die Bedeutung der o. g. Mechanismen an wissenschaftlich-gesellschaftlich relevanten Beispielen her.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	KEINE	<b>Kompetenzen Praxis</b>	KEINE

<b>7. Thema: Enzymaktivität</b>			<b>Stunden Theorie: 0</b> <b>Stunden Praxis: 15</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	KEINE	<b>Kompetenzen Theorie</b>	KEINE
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Enzymkinetik und -regulation: Michaelis-Menten-Konstante Lineweaver-Burk Allosterische Hemmung</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ermitteln experimentell die Michaelis-Konstante (<math>K_M</math>) eines Enzyms (z.B. Alkoholdehydrogenase ADH) anhand von Michaelis-Menten-Diagramm sowie anhand von Lineweaver-Burk-Diagramm.</li> <li>- analysieren den Hemmtyp durch Fomepizol mit Hilfe der beiden o.g. Diagramme (EDV-basiert).</li> </ul>
<p><b>Literaturempfehlungen:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Müller-Esterl: Biochemie. Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler. München 2009; 2018 - Unter Mitarbeit von Ulrich Brandt, Oliver Anderka, Stefan Kerscher, Stefan Kieß und Katrin Ridinger</li> <li>2. Munk, K.: Genetik. 2001 Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin</li> <li>3. Markl Biologie Oberstufe, 2012, Ernst Klett Verlag Stuttgart</li> <li>4. Karlsons Biochemie und Pathobiochemie, 2005, Thieme Verlag</li> <li>5. Der Experimentator: Proteinbiochemie/ Proteomics 7. Auflage, 2016, Springer Spektrum Berlin</li> </ol>			

**Modulbeschreibung für ZEvA-Zertifizierung (BTA)**

Berufsziel	Biologisch-Technische AssistentIn (BTA)	Lehrkräfte KI, Tau, Wol, Sct
Modulbezeichnung	Molekulargenetik	
Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erfassen und erläutern die molekularen Grundlagen der Erbinformation.</li> <li>- unterscheiden zwischen den Ebenen des Genotyps und des Phänotyps.</li> <li>- erarbeiten eine vergleichende Übersicht der Genregulation bei Pro- und Eukaryoten.</li> <li>- führen gentechnische Experimente nach GVO in einem S1-Labor durch.</li> </ul>	
Modulinhalte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Struktur, Funktion und Synthese der DNA</li> <li>2. Modifikation von DNA</li> <li>3. Genexpression</li> </ol>	

Modulteilung	Semester/ Schulhalbjahr	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Studentische Arbeitsbelastung (in Zeitstunden)		Gesamtstunden	ECTS- Punkte
			Kontaktzeit (Lehrveranstaltungsstunden)	Selbststudium (Stunden)		
Gesamt			180	90	270	9
Theorie	1.- 2. Sem.	1 Klausur /Sem.	80	40	120	4
Praktikum	1. Sem.	1 Klausur/Sem., Protokolle und Arbeitsergebnisse	100	50	150	5
<p>Notenschlüssel:</p> <p>Gesamtnote: 45 % BC, 55 % PBC</p> <p>Theorie: 100 % BC      Praktikum: 100 % PBC</p>						

<b>Modulbezeichnung: Molekulare Genetik</b>	<b>Zertifizierung (ZEvA)</b>	<b>Lehrkräfte KI, Tau, Wol, Sct</b>
<b>Berufsziel: Biologisch-Technische AssistentIn (BTA)</b>	<b>Fach: BC/PBC</b>	<b>Stunden Theorie gesamt: 80 Stunden Praxis gesamt: 100</b>
<b>Kompetenzbeschreibungen</b>		
<p><b>Übergeordnete Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Selbständiges und verantwortungsbewusstes Denken und Handeln</li> <li>– Selbständiges Planen, Durchführen und Beurteilen von Arbeitsaufgaben in Hinblick auf die Berufstätigkeit und Weiterbildung</li> <li>– Bereitschaft und Fähigkeit sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht, durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten (Handlungs- und Sozialkompetenz).</li> <li>– Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen (Fachkompetenz)</li> <li>– Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität (Sozialkompetenz)</li> <li>– Entwicklung von Methoden- und Lernkompetenz</li> </ul> <p><b>Die Auszubildenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– können Sachverhalte anhand von Vorträgen, Präsentationen nachvollziehen und verstehen, einordnen, strukturiert mitschreiben.</li> <li>– erarbeiten Sachverhalte eigenständig und in der Gruppe, halten dabei Absprachen ein.</li> <li>– präsentieren Sachverhalte, Arbeitsergebnisse vor einer Gruppe.</li> <li>– verstehen Fachvorträge und wenden Fachsprache an.</li> <li>– erschließen, beurteilen und nutzen unterschiedliche Informationsquellen, auch in englischer Sprache.</li> <li>– analysieren, bewerten fachliche Probleme im Hinblick auf arbeitsorganisatorische, molekularbiologische Sachverhalte, verknüpfen diese und leiten daraus geeignete Lösungswege ab.</li> <li>– planen und führen prozessorientierte Arbeitsabläufe selbstständig durch.</li> <li>– wählen und beurteilen Betriebsmittel (Sicherer Umgang mit Gefahrstoffen und Arbeitsgeräten im SI-Labor).</li> <li>– verknüpfen arbeitsorganisatorische und technologische Sachverhalte.</li> <li>– führen fachbezogene Berechnungen durch.</li> <li>– kontrollieren, dokumentieren und bewerten Arbeitsergebnisse (z. T. EDV-basiert).</li> <li>– zeigen die relevanten fachlichen Hintergründe ihrer Arbeit auf und begründen ihre Vorgehensweise.</li> <li>– beziehen Maßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheits- und Umweltschutz bei der Arbeit ein.</li> <li>– hinterfragen und beurteilen begründend kontrovers diskutierte molekularbiologische Sachverhalte.</li> </ul>		

1. Thema: Struktur, Funktion und Synthese der DNA			Stunden Theorie: 30 Stunden Praxis: 30
<p><b>Inhalte Theorie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– molekularer Aufbau von Nucleosiden, Nucleotiden</li> <li>– Basenpaarung, Struktur der Doppelhelix</li> <li>– physikalisch-chemische Eigenschaften der Nucleinsäuren</li> <li>– DNA-Synthese: zelluläre Replikation und Reparatur-Mechanismen, <i>in vitro</i> PCR-Techniken</li> <li>– DNA-Sequenzierung (Kettenabbruch-Verfahren, <i>next generation sequencing</i>)</li> <li>– DNA-Polymerasen u. a.</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen Theorie</b></p>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– demonstrieren den molekularen Aufbau der Nucleinsäuren und der DNA-Doppelhelix.</li> <li>– analysieren den Zusammenhang zwischen DNA-Struktur und Funktion.</li> <li>– erläutern und vergleichen die Mechanismen der natürlichen DNA-Synthese bei Pro- und Eukaryoten sowie der labortechnischen Verfahren.</li> <li>– demonstrieren die Bedeutung und Funktion der beteiligten Enzyme.</li> </ul>	
<p><b>Inhalte Praxis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– DNA-Extraktion</li> <li>– chromatographische DNA-Aufreinigung</li> <li>– spektrometrische DNA-Analyse und -Quantifizierung</li> <li>– elektrophoretische Auftrennung und Analyse von DNA-Fragmentgemischen, experimentelle und EDV-gestützte Kalibration und Fragmentgrößenbestimmung</li> <li>– PCR-vermittelte DNA-Amplifikation</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen Praxis</b></p>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– führen selbstständig Experimente zur Gewinnung, Analyse und Synthese von DNA durch (Planung, Durchführung, Auswertung, Protokoll, Fehlerdiskussion).</li> <li>– demonstrieren den EDV-Einsatz bei der Versuchsauswertung.</li> </ul>	



<b>2. Thema: Modifikation von DNA</b>			<b>Stunden Theorie: 20</b> <b>Stunden Praxis: 30</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– DNA-Mutationen</li> <li>– Genom Editierung: Klonierungstechnik, CRISPR-Cas</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– analysieren Basensequenzen / <i>alignments</i>.</li> <li>– erläutern molekularbiologische Methoden der DNA-Klonierung und -Modifikation in Pro- und Eukaryoten.</li> <li>– leiten die Bedeutung der o. g. Techniken an wissenschaftlich-gesellschaftlich relevanten Beispielen her.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– PCR-vermittelte Einführung veränderter Basensequenzen und Amplifikation der <i>gfp</i>-Gensequenz</li> <li>– DNA-Klonierung in bakteriellen Systemen:</li> <li>– Restriktion, Ligation, Transformation, Transformanden-Analyse</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– handhaben genetisch veränderte Mikroorganismen (GVO) gemäß den Sicherheitsbestimmungen für ein S1-Labor.</li> <li>– führen gemäß Instruktion selbstständig Experimente zur Subklonierung des <i>gfp</i>-Gens in <i>E. coli</i> durch (Planung, Durchführung, Auswertung, Protokoll, Fehlerdiskussion).</li> <li>– erläutern allgemeine und spezifische Anwendungen des <i>primer design</i>.</li> <li>– werten ihre Ergebnisse zur rekombinanten DNA qualitativ und quantitativ aus.</li> </ul>

<b>3. Thema: Genexpression</b>			<b>Stunden Theorie: 30</b> <b>Stunden Praxis: 40</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Transkription und Translation in Pro- und Eukaryoten</li> <li>– RNA-Polymerasen u. a. relevante Enzyme</li> <li>– RNA-Prozessierung in Eukaryoten</li> <li>– Genregulation: transkriptional, posttranskriptional, posttranslational, RNA-Interferenz, Epigenetik</li> <li>– Expressionsanalyse: DNA-<i>microarray</i></li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– erläutern die Teilprozesse der Proteinbiosynthese und demonstrieren die Funktion relevanter Protein-DNA- bzw. Protein-RNA-Komplexe.</li> <li>– Vergleichen verschiedene Ebenen der Genregulation bzw. Expressionskontrolle.</li> <li>– leiten die Bedeutung der o. g. Regulationsmechanismen an wissenschaftlich-gesellschaftlich relevanten Beispielen her.</li> <li>– interpretieren Ergebnisse von <i>in vitro</i>, <i>in situ</i>, <i>in vivo</i> Expressionsanalysen.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Expression des <i>gfp</i> anhand von Expressionsvektoren in <i>E.coli</i></li> <li>– Selektion von bakteriellen Transformanten / Rekombinanten inklusive der Anwendung relevanter Kultivierungstechniken: Blau-Weiß-Selektion; Funktionsanalyse des rekombinanten GFP durch Fluoreszenz-Messungen</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– handhaben genetisch veränderte Mikroorganismen (GVO) gemäß den Sicherheitsbestimmungen für ein S1-Labor.</li> <li>– führen gemäß Instruktion selbstständig Experimente zur Expression des <i>gfp</i>-Gens in <i>E. coli</i> durch (Planung, Durchführung, Auswertung, Protokoll, Fehlerdiskussion).</li> <li>– demonstrieren die Methoden der Anzucht und Selektion bakterieller Transformanten.</li> <li>– werten ihre Ergebnisse zur Genexpression qualitativ und quantitativ aus (Planung, Durchführung, Auswertung, Protokoll, Fehlerdiskussion).</li> </ul>
<b>Literaturempfehlungen:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nordheim u. Knippers (2018): Molekulare Genetik, Thieme Verlag Stuttgart</li> <li>2. Königshoff u. Brandenburger (2012): Kurzlehrbuch der Biochemie, Thieme Verlag Stuttgart</li> <li>3. Markl Biologie Oberstufe, 2012, Ernst Klett Verlag Stuttgart</li> <li>4. Der Experimentator Molekularbiologie / Genomics, 7. Auflage, 2013, Springer Spektrum Berlin</li> </ol>			

Berufsziel	Biologisch-Technische-Assistentin (BTA) Biologisch-Technischer-Assistent (BTA)	Lehrer (Do, Kul, Rp, Sct, Sha)
Modulbezeichnung	Organismische Biologie: Botanik	
Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben pflanzliche Gewebe und Organe.</li> <li>- beschreiben Merkmale von Pflanzenzellen.</li> <li>- ordnen Arten in das Pflanzensystem ein.</li> <li>- arbeiten mit der Bestimmungsliteratur.</li> <li>- erarbeiten präparativ und vergleichend den anatomischen Bau von Pflanzenorganen; beschreiben die Funktion von Geweben und Organen, dokumentieren die morphologischen und anatomischen Merkmale.</li> <li>- färben Pflanzengewebe mittels verschiedener Färbetechniken an, protokollieren Färbvorschriften oder Abweichungen davon.</li> <li>- zeichnen die zellulären Strukturen und dokumentieren Pflanzenschnitte digital.</li> <li>- beurteilen das Färbeergebnis und die Qualität der Schnitte unter Benutzung der Lichtmikroskopie, präsentieren eigene Schnitte.</li> <li>- messen und zählen mikroskopisch.</li> </ul>	Fach:  FA / PFA
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pflanzenzellen, Gewebe</li> <li>- Funktionelle Anatomie der Pflanzen (Wasserhaushalt, Fotosynthese, Zellatmung, Wachstum)</li> <li>- Fortpflanzung und Vermehrung</li> <li>- Grundlagen der Systematik im Pflanzenreich</li> <li>- Histologie von pflanzlichen Geweben, Schneiden, Färben und Mikroskopieren</li> <li>- Bau, Vermehrung und ökologische Bedeutung der Pilze (fakultativ)</li> <li>- Analytik biologischer Proben und pflanzlicher Lebensmittel</li> <li>- Grundlagen der Kultivierung von Pflanzen; Berücksichtigung der gesetzlichen Grundlagen</li> </ul>	Fach:  FA / PFA

Modulteilung	Semester/ Schulhalbjahr	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Studentische Arbeitsbelastung (in Zeitstunden)		Gesamtstunden	ECTS- Punkte
			Kontaktzeit (Lehrveranstaltungsstunden)	Selbststudium (Stunden)		
Gesamt	3. - 4.		180	90	270	9
Theorie	3. - 4.	1 Klausur pro Sem.	60	30	90	3
Praktikum	3. - 4.	1 praktische Prüfung pro Sem; Protokolle, Arbeitsergebnisse	120	60	180	6
Notenschlüssel: Gesamtnote: 33 % FA, 67 % PFA, Theorie: 100 % FA                      Praktikum: 100 % PFA						

Botanik	Zertifizierung (ZEvA)	Lehrer (Do, Kul, Rp, Sct, Sha)
BTA	Modulkatalog	
<p>Das Modul: „Botanik“ umfasst die Fachinhalte der Fächer FA (Funktionelle Anatomie) und PFA (Praktikum Funktionelle Anatomie) sowie Anteile der Fächer APh (Angewandte Physiologie) und PAPh (Praktikum Angewandte Physiologie) des Bildungsgangs BTA. Die Inhalte des Moduls werden in zweistündigen Theorie- Veranstaltungen (wöchentlich) und in sechsstündigen Praxisveranstaltungen (14-tägig) unterrichtet.</p>		
<p>Inhaltliche Überschneidungen ergeben sich mit dem Modul „Zellbiologie“.</p> <p><b>Kompetenzbeschreibungen</b></p>		
<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- benutzen fachgerecht das Mikroskop und die Stereolupe.</li> <li>- führen vergleichend- morphologische Untersuchungen an verschiedenen Pflanzenorganen durch.</li> <li>- beschreiben pflanzliche Gewebe und interpretieren Gewebeschnitte</li> <li>- führen Färbetechniken an Pflanzenpräparaten durch.</li> <li>- erläutern die Grundlagen der Systematik, Taxonomie, Nomenklatur und Bestimmung von Pflanzen.</li> <li>- bereiten Proben für Untersuchungen auf.</li> </ul>		
<p><b>Übergeordnete Handlungskompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gehen fachgerecht mit Chemikalien um.</li> <li>- führen praktikumsbezogene Berechnungen durch.</li> <li>- stellen Lösungen her.</li> <li>- benutzen Fachliteratur und das Internet für Rechercheaufgaben.</li> <li>- arbeiten selbständig nach Arbeitsanweisungen.</li> <li>- benutzen auch englischsprachige Fachtexte.</li> <li>- organisieren die Arbeit im Team und helfen sich gegenseitig.</li> <li>- dokumentieren ihre Arbeitsergebnisse in angemessener Weise.</li> <li>- liefern Arbeitsergebnisse fristgerecht ab.</li> <li>- werten Abbildungen, Tabellen und Grafiken aus.</li> <li>- präsentieren Arbeitsergebnisse mediengestützt und adressatengerecht.</li> </ul>		

In den Praxisveranstaltungen wird eigenverantwortlich in Einzelarbeit experimentiert, zum Teil in Partnerarbeit oder kleinen Teams. Der Schwerpunkt liegt in der selbstständigen Planung und eigenverantwortlichen Durchführung der Experimente.

<b>1. Thema: Anatomie und Physiologie der Pflanzen mit histologischen Arbeitstechniken</b>		<b>Stunden: Theorie 30, Praxis 42</b>	
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bau der Kormophyten</li> <li>- Morphologie und Anatomie des Blattes, der Sprossachse und der Wurzel</li> <li>- Sekundäres Dickenwachstum</li> <li>- Besiedlung des Landes</li> <li>- Wasserhaushalt der Pflanze</li> <li>- Fotosynthese</li> <li>- Histologie / Gewebe (Grundgewebe, Teilungsgewebe, Leitgewebe, Festigungsgewebe)</li> <li>- Metamorphosen von Blatt, Spross und Wurzel</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben den Bau der Kormophyten.</li> <li>- beschreiben Baupläne der Grundorgane und erklären beispielhaft Variationen als Anpassung an unterschiedliche Lebensbedingungen.</li> <li>- erläutern notwendige Anpassungen an das Landleben.</li> <li>- unterscheiden verschiedene Transportwege durch die Biomembran.</li> <li>- erläutern die Wasseraufnahme durch die Pflanze.</li> <li>- unterscheiden Wasser- und Stofftransporte in der Sprossachse.</li> <li>- beschreiben die fotosynthetischen Vorgänge verschiedener Pflanzentypen.</li> <li>- erkennen die anatomischen Voraussetzungen und Veränderungen beim sekundären Dickenwachstum.</li> <li>- ordnen verschiedenen Standorten unterschiedliche morphologische Anpassungen zu.</li> <li>- analysieren die Regulierung der Stomata in Anpassung an die Verhältnisse des Standortes.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Freihandschnitte von Pflanzen mit Rasierklingen,</li> <li>- Färbemethoden</li> <li>- Handhabung von Mikroskop, Okularmikrometer, Objektmikrometer</li> <li>- Mikroskopisches Zeichnen</li> <li>- Digitale, lichtmikroskopische Aufnahmen und Beschriftung von Pflanzenschnitten</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stellen pflanzliche histologische Präparate als Freihandschnitte her.</li> <li>- wählen dabei angemessene Färbemethoden aus, führen sie selbst durch und passen das Färbeprotokoll anhand der Ergebnisse an.</li> <li>- begutachten die Mikropräparate licht- und fluoreszenzmikroskopisch.</li> <li>- vermessen sie mikroskopisch.</li> <li>- analysieren und vergleichen den Bau verschiedener Pflanzenorgane und Pflanzengruppen.</li> <li>- stellen ausgewählte pflanzliche Gewebe zeichnerisch dar und erstellen und optimieren digitale Aufnahmen (Durchlicht und Autofluoreszenz)</li> </ul>

<b>2. Thema: Analytik pflanzlicher Lebensmittel</b>			<b>Stunden: Theorie 6, Praxis 18</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polarisationsmikroskopie</li> <li>- Bedeutung und Methoden der Qualitätskontrolle bei Lebensmitteluntersuchungen</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären die Funktionsweise der Polarisationsmikroskopie.</li> <li>- erläutern die Bedeutung der Stärke für den pflanzlichen Stoffwechsel.</li> <li>- bewerten Lebensmittel aufgrund ihrer inhaltlichen Zusammensetzung.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probenaufbereitung</li> <li>- Qualitätskontrolle</li> <li>- quantitative und qualitative Analytik</li> <li>- Hellfeld- und Polarisations-mikroskopie</li> <li>- Honig- und Pollenanalyse</li> <li>- Stärke als doppelbrechendes Objekt</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenden verschiedene analytische Methoden zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Pflanzeninhaltsstoffen an.</li> <li>- führen Berechnungen zur Herstellung von Lösungen, Verdünnungen und Probenaufbereitungen durch.</li> <li>- bereiten Proben für eine mikroskopische Analyse auf.</li> <li>- erstellen Referenzproben zu Vergleichszwecken.</li> <li>- führen mikroskopische Größenmessungen durch.</li> <li>- erfassen Messwerte und werten die Ergebnisse grafisch und rechnerisch aus.</li> </ul>

<b>3. Thema: Systematik der Pflanzen</b>			<b>Stunden: Theorie 4, Praxis 18</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- botanische Nomenklatur</li> <li>- Taxonomie</li> <li>- systematischer Überblick wichtiger Pflanzengruppen und ihre wesentlichen Merkmale</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenden die Grundsätze der Nomenklaturregeln richtig an.</li> <li>- ordnen Taxa richtig ein.</li> <li>- ordnen ausgewählte Vertreter der Pflanzen systematisch ein.</li> <li>- beschreiben wesentlich Merkmale von Hauptgruppen der Pflanzen.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Merkmale ausgewählter Pflanzenfamilien</li> <li>- Bestimmung von Pflanzen</li> <li>- Hellfeldmikroskopie</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen die Bestimmung von Pflanzenarten anhand wissenschaftlicher Bestimmungsliteratur durch.</li> <li>- erstellen Blütendiagramme und Blütenformeln.</li> </ul>



<b>4. Thema: Vermehrung und Kultivierung von Pflanzen</b>			<b>Stunden: Theorie 20, Praxis 42</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bau der Blüte</li> <li>- Beschreibung von Blüten</li> <li>- Bestäubung und Befruchtung</li> <li>- Frucht- und Samenbildung</li> <li>- Vegetative und generative Vermehrung</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben den Bau der Fortpflanzungsorgane, Geschlechtsverhältnisse und Anpassungen an verschiedene Bestäubungsarten.</li> <li>- stellen Blütenformeln und Blütendiagramme auf.</li> <li>- erklären die Vor- und Nachteile von Selbstbestäubung und Strategien der Pflanzen, um diese zu verhindern.</li> <li>- erläutern die wesentlichen Vorgänge im Vermehrungszyklus einer Pflanze (Bestäubung, Befruchtung, Frucht- und Samenbildung, Meiose, Syngamie).</li> <li>- unterscheiden vegetative und generative Vermehrung</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nährmedien</li> <li>- Nährlösungskulturen</li> <li>- Vermehrungstechniken</li> <li>- sterile Gewebekultur</li> <li>- Dichtegradientenzentrifugation</li> <li>- Phytohormone oder Herbizide</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stellen Nährmedien für pflanzliche Gewebekulturen her.</li> <li>- beherrschen die Grundsätze des sterilen Arbeitens und wenden chemische und physikalische Sterilisationstechniken an.</li> <li>- führen eine Dichtegradientenzentrifugation zur Gewinnung von Protoplasten aus Blattmesophyllzellen durch (Tabak).</li> <li>- arbeiten unter sterilen Bedingungen an der Cleanbench.</li> <li>- gewinnen und vermehren Kallusgewebe.</li> <li>- wenden Phytohormone oder Herbizide zur Beeinflussung des Pflanzenwachstums an.</li> </ul>

<b>5. Thema: Biologie der Pilze (fakultativ)</b>			<b>Stunden: Theorie 4, Praxis 6</b>
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bau der Pilze</li> <li>- Zygomyceten, Ascomyceten, Basidiomyceten, Fungi imperfecti, Hefen</li> <li>- Symbionten, Parasiten, Destruenten</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unterscheiden wichtige Gruppen der Pilze und vergleichen ihre Generationszyklen.</li> <li>- beschreiben wesentliche Merkmale des Baus und der Entwicklung von Pilzen.</li> <li>- unterscheiden verschiedene Ernährungstypen bei Pilzen.</li> <li>- erläutern die biologischen und ökologischen Bedeutungen von Pilzen.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Freihandschnitte</li> <li>- Pianesefärbung</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen Freihandschnitte durch.</li> <li>- unterscheiden Pflanzen- und Pilzgewebe.</li> </ul>

**Literaturempfehlungen:**

- Lehrbuch der Botanik, Strasburger, Gustav Fischer Verlag, 33. Auflage, 1991
- Mikroskopisch-botanisches Praktikum, G. Wanner, Thieme Verlag, 3. Auflage, 2017
- Grundkurs Pflanzenbestimmung, R. Lüder, Meyer Verlag, 8. Auflage, 2017

Berufsziel	Biologisch-Technische-Assistentin (BTA) Biologisch-Technischer-Assistent (BTA)	Lehrer (Do, Hok, Kul, Kus, Rp, Sct, Sha, Zue)
Modulbezeichnung	Organismische Biologie: Zoologie	
Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben Gewebe und Organe.</li> <li>- unterscheiden Tierzellen.</li> <li>- ordnen Arten in das Tiersystem ein.</li> <li>- präparieren wirbellose Tiere, z.B. Anneliden, Arthropoden und ausgewählte Wirbeltiere, z.B. Mäuse und Fische.</li> <li>- erarbeiten präparativ und vergleichend den anatomischen Bau von Organen verschiedener Organismen; beschreiben die Funktion von Geweben und Organen, dokumentieren die morphologischen und anatomischen Merkmale.</li> <li>- entnehmen Gewebe und Organe.</li> <li>- fixieren histologische Proben mittels unterschiedlicher Fixierlösungen.</li> <li>- wenden histologische Arbeitstechniken an.</li> <li>- zeichnen die zellulären Strukturen und dokumentieren histologische Schnitte digital.</li> <li>- beurteilen das Färbeargebnis und die Qualität der Schnitte unter Benutzung der Lichtmikroskopie, präsentieren eigene Schnitte, optimieren Schnittserien.</li> <li>- halten verschiedene Labortiere artgerecht und unter Beachtung des Tierschutzgesetzes und hygienischer Vorschriften, führen ein Haltungsbuch und beobachten den Zustand der Tiere.</li> <li>- dokumentieren den Gesundheitszustand von Versuchstieren und die Messergebnisse von Experimenten</li> <li>- fixieren Mäuse und erproben Applikationstechniken.</li> <li>- wenden Narkose- und Euthanasietechniken fachgerecht an.</li> <li>- präparieren Organsysteme und dokumentieren die Ergebnisse.</li> <li>- führen Zyklusbestimmungen und Lymphozytenisolierung durch</li> <li>- diskutieren die Vertretbarkeit von Tierversuchen und Anwendungen an Tieren sowie die Einsatzmöglichkeiten von Ergänzungsmethoden (3R).</li> <li>- messen und zählen mikroskopisch.</li> <li>- stellen Blutaussstriche her und werten diese aus, z.B. Differenzialblutbild.</li> </ul>	<p>Fach:</p> <p>FA / PFA</p> <p>APh/ PAPh</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- genotypisieren transgene Tiere mittels PCR.</li> <li>- führen toxikologische Tests und Dosis-Wirkungs-Bestimmungen durch.</li> <li>- beschreiben Grundlagen der Pharmakokinetik, Pharmakogenetik und Pharmakodynamik.</li> <li>- diskutieren therapeutische Konzepte.</li> </ul>	
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiergewebe</li> <li>- Funktionelle Anatomie der Tiere (insbesondere Verdauungs-, Exkretions-, Atmungs-, Kreislaufsystem)</li> <li>- Grundlagen der Systematik des Tierreichs</li> <li>- Histologie von tierischen Geweben</li> <li>- Kenntnisse der Arbeitsschritte der klassischen und modernen Histologie</li>   <li>- Tierversuchskunde und Tierschutzgesetz</li> <li>- Grundtechniken ausgewählter veterinärmedizinischer Methoden</li> <li>- Grundlagen der Haltung von Tieren; Berücksichtigung der gesetzlichen Grundlagen</li> <li>- Pharmakokinetik, Pharmakogenetik und Pharmakodynamik</li> </ul>	Fach:  FA / PFA   APh/ PAPh

Modulteilung	Semester/ Schulhalbjahr	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Studentische Arbeitsbelastung (in Zeitstunden)		Gesamtstunden	ECTS- Punkte
			Kontaktzeit (Lehrveranstaltungsstunden)	Selbststudium (Stunden)		



Zoologie	Zertifizierung (ZEvA)	Lehrer (Do, Hok, Kul, Kus, Rp, Sct, Sha, Zue)
BTA	Modulkatalog	
<p>Das Modul: „Zoologie“ umfasst die Fachinhalte der Fächer FA (Funktionelle Anatomie, FS 1 und Anfang FS2) und PFA (Praktikum Funktionelle Anatomie, FS1) sowie die Inhalte der Fächer APh (Angewandte Physiologie) und PAPH (Praktikum Angewandte Physiologie) des Bildungsgangs BTA. Die Inhalte des Moduls werden in zweistündigen Theorie- Veranstaltungen (max. 24 SchülerInnen) und in vier- bis sechstündigen Praxisveranstaltungen (max. 12 SchülerInnen) unterrichtet.</p>		
<p>Inhaltliche Überschneidungen ergeben sich mit dem Modul „Zellbiologie“.</p> <p><b>Kompetenzbeschreibungen</b></p> <p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- benutzen fachgerecht das Mikroskop und die Stereolupe.</li> <li>- gehen sachgerecht mit Tieren um.</li> <li>- halten Tiere artgerecht und unter Beachtung des Tierschutzgesetzes.</li> <li>- führen vergleichend-morphologische Untersuchungen Tieren durch.</li> <li>- führen Präparationstechniken sachgerecht durch.</li> <li>- beschreiben Gewebe und Organe.</li> <li>- führen histologische Arbeitstechniken durch.</li> <li>- bereiten Proben für Untersuchungen auf.</li> </ul>		
<p><b>Übergeordnete Handlungskompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gehen fachgerecht mit Chemikalien um.</li> <li>- führen praktikumsbezogene Berechnungen durch.</li> <li>- stellen Lösungen her.</li> <li>- benutzen Fachliteratur und das Internet für Rechercheaufgaben.</li> <li>- arbeiten selbständig nach Arbeitsanweisungen.</li> <li>- benutzen auch englischsprachige Fachtexte.</li> <li>- organisieren die Arbeit im Team und helfen sich gegenseitig.</li> <li>- dokumentieren ihre Arbeitsergebnisse in angemessener Weise.</li> <li>- liefern Arbeitsergebnisse fristgerecht ab.</li> <li>- werten Abbildungen, Tabellen und Grafiken aus.</li> </ul> <p>präsentieren Arbeitsergebnisse mediengestützt und adressatengerecht.</p>		

In den Praxisveranstaltungen wird eigenverantwortlich in Einzelarbeit experimentiert, zum Teil in Partnerarbeit oder kleinen Teams. Der Schwerpunkt liegt in der selbstständigen Planung und eigenverantwortlichen Durchführung der Experimente.

<b>1. Thema: Anatomie und Physiologie der Tiere</b>		<b>Stunden: Theorie 92, Praxis 92</b>	
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organsysteme und dazugehörige Organe</li> <li>- Verdauungssysteme</li> <li>- Transportprozesse</li> <li>- Exkretionssysteme</li> <li>- Wasserhaushalt</li> <li>- Blutkreislaufsysteme</li> <li>- Atmungssysteme</li> <li>- Hormonsystem und Hormonwirkungen</li> <li>- Homöostase und Regelkreise</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die Funktion der Organsysteme, Organe, Gewebe und Zellen.</li> <li>- beschreiben den Bau wesentlicher Organsysteme von Mensch und Tier und vergleichen diese zwischen verschiedenen Tiergruppen.</li> <li>- analysieren deren Anpassung an unterschiedliche Lebensbedingungen.</li> <li>- begründen die Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion der Organe.</li> <li>- beschreiben die Baupläne ausgewählter Tierstämme und erläutern deren Funktionalität.</li> <li>- beschreiben das Hormonsystem des Menschen und erläutern die Wirkung von Hormonen.</li> <li>- erstellen Regelkreise für homöostatische Vorgänge im Körper.</li> </ul>

1. Thema: Anatomie und Physiologie der Tiere		Stunden: Theorie 92, Praxis 92	
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bau und Funktion der Organe und organtypischer Gewebe</li> <li>- Vergleich der Organsysteme verschiedener Tiergruppen</li> <li>- Totalpräparationen</li> <li>- Handhabung der Stereolupe</li> <li>- Fachgerechter Einsatz von Präparierbestecken</li> <li>- Organentnahme für histologische Zwecke</li> <li>- Fixierung</li> <li>- Morphologie von Blutzellen, Physiologie des Blutes:</li> <li>- Differentialblutbild</li> <li>- Osmotische Resistenz von Erythrozyten</li> <li>- Lymphozytenisolierung</li> <li>- Sauerstoffbestimmung nach Winkler</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen Totalpräparationen ausgewählter tierischer Organismen durch.</li> <li>- analysieren Lage und Bau der verschiedenen Organe und ordnen Organe den Organsystemen zu.</li> <li>- vergleichen Bau und Funktionalität unterschiedlicher Organismen.</li> <li>- fertigen Präparationsprotokolle an, in denen sie Bau und Funktion der freigelegten Organe darstellen.</li> <li>- setzen das Präparierbesteck fachgerecht ein.</li> <li>- benutzen die Stereolupe fachgerecht.</li> <li>- entnehmen Organe für histologische Zwecke und fixieren Sie je nach weiterem Verwendungszweck.</li> <li>- bestimmen die osmotische Resistenz von Erythrozyten.</li> <li>- führen Blutausstriche zur histologischen Differenzierung von Leukozyten durch (Differentialblutbild).</li> <li>- isolieren Lymphozyten aus Thymus-Gewebe mittels Dichtegradientenzentrifugation.</li> <li>- bestimmen quantitativ den Sauerstoffverbrauch bei der Atmung von Tubifex mit Hilfe der Winkler-Methode</li> </ul>



2. Thema: Histologische Arbeitstechniken		Stunden: Theorie 12, Praxis 66	
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewebetypen und Organe</li> <li>- Einführung in die Histologie</li> <li>- Wirkmechanismen von Fixiergemischen, Einbettmedien und Farbstoffen</li> <li>- Prinzip der Immunhistologie und Fluoreszenzmikroskopie</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben die Anatomie von Geweben auf zellulärer Ebene.</li> <li>- erläutern die Notwendigkeit und Bedeutung histologischer Arbeitsschritte.</li> <li>- erklären die Funktionsweise der histologischen Färbungen.</li> <li>- erklären die Funktionsweise des Fluoreszenzmikroskops.</li> <li>- beschreiben das Verfahren der Immunhistologie.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Histologische Arbeitstechniken und Geräte</li> <li>- Schlitten-, Rotations- und Gefriermikrotome</li> <li>- Lichtmikroskopie</li> <li>- Fluoreszenzmikroskopie</li> <li>- Mikroskopisches Messen</li> <li>- Dokumentation</li> <li>- Sicherheitsgerechte Handhabung von Chemikalien und Gefahrstoffrecherche</li> <li>- Immunhistologie (fakultativ)</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenden grundlegende Arbeitsschritte der klassischen und modernen Histologie an.</li> <li>- führen alle Arbeitsschritte der histologischen Präparation durch (Entnahme, Fixierung, Entwässern, Einbetten, Aufblocken, Trimmen, Schneiden, Strecken, Aufziehen, Entparaffinieren, Färben, Eindecken, Mikroskopieren).</li> <li>- erklären die Handhabung und Verwendung der histologischen Geräte.</li> <li>- stellen tierische histologische Präparate mit dem Schlitten-, Rotations- und Gefriermikrotom her und optimieren die Schnittserien nach Bedarf.</li> <li>- wählen angemessene Färbemethoden aus, führen sie durch und passen die Färbeprotokolle anhand der Färbeergebnisse an.</li> <li>- verwenden fachgerecht das Lichtmikroskop.</li> <li>- begutachten die Mikropräparate und vermessen sie mikroskopisch.</li> <li>- vergleichen die selbst hergestellten Präparate mit Abbildungen aus der Fachliteratur und erläutern Bau und Funktion der Organe im Rahmen einer Fachpräsentation.</li> <li>- dokumentieren die histologischen Präparate zeichnerisch oder digital.</li> <li>- dokumentieren und archivieren die Herstellung der gefärbten Präparate.</li> <li>- planen die Arbeitsorganisation im Team.</li> <li>- stellen unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften die notwendigen Lösungen her und handhaben sie sachgerecht.</li> <li>- fertigen Präparate für die Immunhistologie (fakultativ) an, handhaben das Fluoreszenzmikroskop, erstellen Mehrkanalbilder</li> </ul>

3. Thema: Versuchstierkunde und Alternativen zum Tierversuch			Stunden: Theorie 36, Praxis 108
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichte des Tierversuchs</li> <li>- gesetzliche Grundlagen</li> <li>- Hygiene in Tierversuchseinrichtungen</li> <li>- Tierhaltung</li> <li>- Tiermodelle</li> <li>- Gesundheitsüberwachung</li> <li>- Labortierzucht</li> <li>- Tierschutzgerechte</li> <li>- Tötungsmethoden</li> <li>- Narkosetechniken</li> <li>- Alternativen und Ergänzungsmethoden (3 R)</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <p>setzen sich mit den Inhalten der Tierversuchskunde inhaltlich auseinander:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Geschichte des Tierversuchs.</li> <li>- kennen die gesetzlichen Grundlagen auf Basis des Tierschutzgesetzes und der Tierschutzversuchstierverordnung und der EU-Verordnung für die Arbeit mit Versuchstieren und wenden diese an.</li> <li>- beschreiben verschiedene Haltungs- und Hygienesysteme in der Tierversuchskunde</li> <li>- wählen geeignete Tiermodelle aus, setzen sich kritisch mit den Tiermodellen auseinander.</li> <li>- kennen Transgene Tiere, erklären die Herstellung und Anwendung von transgenen Tieren.</li> <li>- erläutern das Konzept der 3 R.</li> <li>- beschreiben Alternativen und Ergänzungsmethoden zum Tierversuch.</li> <li>- erläutern tierschutzgerechte Tötungsmethoden von Versuchstieren und Narkosetechniken.</li> <li>- beschreiben Inzucht- und Auszucht-Verfahren.</li> </ul>

<p><b>Inhalte Praxis</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blutentnahmetechniken</li> <li>- Vaginalabstrich (Zyklusbestimmung)</li> <li>- Sektionsübungen</li> <li>- Alternativmethoden zum Tierversuch</li> <li>- Cytotoxassay</li> <li>- Dosis-Wirkungs-Bestimmungen an Pflanzenkulturen</li> <li>- Daphnientoxizitätstest</li> <li>- Genotypisierung kleiner Versuchstiere</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen Praxis</b></p>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- versorgen Versuchstiere, insbesondere Mäuse, tierschutzgerecht und kontrollieren und dokumentieren den Gesundheitszustand der Tiere.</li> <li>- führen Tierversuche nach Maßgabe des Tierschutzrechts durch:</li> <li>- Fixieren der Maus</li> <li>- Applikationstechniken (i.p., s.c., p.o., per Inhalation)</li> <li>- Tötung der Tiere durch Überdosierung eines Narkosemittels (i.p. und per Inhalation), cervikale Dislokation (am toten Tier)</li> <li>- Vaginalabstrich (am toten Tier)</li> <li>- Blutentnahmen (Hohlvene, retrobulbär, Herzpunktion – jeweils am toten Tier)</li> <li>- berechnen Applikationsvolumen von Arzneimitteln</li> <li>- dokumentieren die durchgeführten Tierversuche über den Zeitraum des Versuchs in Form eines umfangreichen Protokolls.</li> <li>- präparieren den Urogenitaltrakt und den Gastrointestinaltrakt der Maus.</li> <li>- führen Alternativmethoden zum Tierversuch durch (chronische und akute Bestimmung der Toxizität an Zellkulturen (Tox-Assay).</li> <li>- führen einen Daphnientoxizitätstest von Wasserproben durch.</li> <li>- führen Alternativmethoden zum Tierversuch anhand von Dosis-Wirkungs-Bestimmung an Pflanzenkulturen durch (Allelopathika, Herbizide und Phytohormone).</li> <li>- isolieren DNA aus Gewebe der Maus und führen eine Genotypisierung von transgenen Mäusen mittels PCR durch.</li> <li>- führen histologische Untersuchungen an Vaginalabstrichen (PAP-Färbung) durch.</li> </ul>
----------------------------------	--	--------------------------------------	--

4. Thema: Pharmakologie			Stunden: Theorie 40, Praxis 12
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pharmakokinetik (LADME)</li> <li>- First pass Effekt, enterohepatischer Kreislauf</li> <li>- Biotransformation Phase I (Transformation, Oxidation, Cytochrom), Prodrugs</li> <li>- Biotransformation Phase II (Konjugationen)</li> <li>- Arzneimittelwechselwirkung</li> <li>- Membrantransport, Resorption, Blut-Hirn-Schranke</li> <li>- Elimination: Niere und Leber, Überblick</li> <li>- Applikationsarten von Wirkstoffen</li> <li>- Entwicklung neuer Wirkstoffe</li> <li>- Pharmakodynamik</li> <li>- Rezeptormodelle, Agonisten, Antagonisten</li> <li>- Vegetatives Nervensystem</li> <li>- Dosis-Wirkungs-Kurve, therapeutische Breite</li> <li>- Pharmakogenetik</li> <li>- Irrationale Therapien</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären pharmakokinetische-, pharmakogenetische- und pharmakodynamische Prozesse:</li> </ul> <p>Pharmakokinetik (LADME):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären den First pass Effekt und den enterohepatischen Kreislauf, bewerten den Einfluss auf die Bioverfügbarkeit.</li> <li>- beschreiben den Ablauf der Biotransformation (Phase I (Transformation, Oxidation, Cytochrom), und Phase II (Konjugationen))</li> <li>- erläutern das Prinzip von Prodrugs</li> <li>- beschreiben und bewerten Arzneimittelwechselwirkungen</li> <li>- erklären Membrantransportvorgänge während der Resorption</li> <li>- erläutern die Besonderheiten der Blut-Hirn-Schranke</li> <li>- beschreiben die Elimination über die Niere und Leber</li> <li>- kennen und bewerten verschiedene Applikationsarten von Wirkstoffen</li> <li>- kennen den Ablauf der Entwicklung neuer Wirkstoffe</li> </ul> <p>Pharmakodynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben verschiedene Rezeptormodelle, Agonisten, Antagonisten</li> <li>- erklären das vegetative Nervensystem</li> <li>- erstellen und bewerten Dosis-Wirkungs-Kurven</li> <li>- berechnen die therapeutische Breite</li> <li>- beschreiben pharmakogenetische Einflüsse</li> <li>- kennen und bewerten irrationale Therapien</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prodrug im Ames-Test</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- untersuchen die Metabolisierung von Prodrugs mit Hilfe des Ames-Tests.</li> </ul>

### Literaturempfehlungen:

#### Anatomie und Physiologie:

- Allgemeine Zoologie, E. Hadorn, R. Wehner, Thieme Verlag, 21. Auflage
- Campbell Biologie, J. Reece, Pearson Verlag, 11. Auflage
- Kükenthal Zoologisches Praktikum, V. Storch, U. Welsch, Springer Verlag, 27. Auflage, 2014

#### Histologie:

- Kurzlehrbuch Histologie, N. Ulfig, Thieme Verlag, 4. Auflage, 2015
- Taschenlehrbuch Histologie, R. Lüllmann-Rauch, E. Asan, Thieme Verlag, 6. Auflage, 2019

#### Tierversuchskunde:

- „Versuchstierkunde: Tierpflege in Forschung und Klinik“ von Jürgen Weiss, Kristianna Becker, Emanuela Bernsmann, Sabine Chourbaji, Hermann Dietrich ; 2014; Enke Verlag
- <https://www.tierversuche-verstehen.de>
- <https://www.gv-solas.de>
- [https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab\\_animals/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/index_en.htm)
- <https://www.bf3r.de/>
- Deutsches Tierschutzgesetz <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html>
- Tierschutzversuchstierverordnung <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschversv/BJNR312600013.html>
- Richtlinie 2010/63/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Sept. 2010 zum Schutz der für wissenschaftliche Zwecke verwendeten Tiere <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:de:PDF>
- Council of Europe - überarbeiteter Anhang A (ETS 123) <https://www.coe.int/de/web/conventions/full-list?module=treaty-detail&treatynum=123>

#### Alternativen zum Tierversuch:

- Tierversuche in der Forschung: Das 3R-Prinzip und die Aussagekraft wissenschaftlicher Forschung [https://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/geschaeftsstelle/publikationen/handreichung\\_sk\\_tierversuche.pdf](https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/geschaeftsstelle/publikationen/handreichung_sk_tierversuche.pdf)

#### Ames Test:

<https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-assessment/1948418.pdf>

#### Pharmakologie

- Aktories, K., Förstermann, U., Bernhard, F., Flockerzi, V. (Herausgeber). Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, Urban & Fischer in Elsevier, 2022
- Geisslinger, G., Menzel, S., Gudermann, T. Mutschler Arzneimittelwirkungen: Pharmakologie – Klinische Pharmakologie – Toxikologie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Edition 2020

### Modulbeschreibung für ZEvA-Zertifizierung (BTA)

Berufsziel	Biologisch-Technische Assistentin (BTA) Biologisch-Technischer Assistent (BTA)	Lehrer (Do,Sct,Ri)
Modulbezeichnung	Zellbiologie	
Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beherrschen grundlegende zellbiologische Arbeitstechniken: arbeiten unter sterilen Bedingungen an Sterilwerkbänken und bereiten alle benötigten Materialien entsprechend vor.</li> <li>- ziehen tierische Zellkulturen aus Cryostocks an und führen Cryokonservierungen durch; passagieren Zellkulturen und bestimmen die Zellzahl und Vitalität mittels geeigneter Messverfahren.</li> <li>- charakterisieren verschiedene Zelllinien anhand spezifischer Merkmale.</li> <li>- legen Primärkulturen aus tierischen Organismen an, kultivieren diese unter verschiedenen Bedingungen weiter und besitzen ein vertieftes Wissen über den Einfluss verschiedener Faktoren auf das Wachstum von Zellen, d. h. sie beurteilen und optimieren die Kulturbedingungen z. B. durch die Auswahl geeigneter Nährmedien.</li> <li>- überprüfen kritisch die eigene sterile Arbeitsweise, erkennen Kontaminationen, bringen diese angemessen zur Sprache und verhindern weitere Kontaminationen durch angepasste Arbeitsmethoden und die Auswahl geeigneter Antibiotika;</li> <li>- stellen mikroskopische Präparate her.</li> <li>- setzen verschiedene Mikroskopiertechniken wie Phasenkontrast, Polarisations, Dunkelfeld, Fluoreszenz und Inversion sachgerecht ein.</li> <li>- passen Versuchsprotokolle an spezielle Gegebenheiten an, planen gemeinschaftlich im Team Versuchsanordnungen, dokumentieren Ergebnisse sorgfältig und stellen sie in grafisch geeigneter Form dar.</li> <li>- führen histologische Arbeitsweisen durch (Entwässern, Einbetten, Schneiden mit unterschiedlichen Mikrotomen, Färbereihen, Anfertigen von Dauerpräparaten).</li> <li>- zeichnen, messen, zählen mikroskopisch.</li> <li>- vergleichen Pflanzen- und Tierzellen.</li> <li>- fertigen Blutausrichungen an ( z.B. Differenzialblutbild).</li> <li>- arbeiten biologische Proben auf.</li> <li>- analysieren Lebensmittel mikroskopisch.</li> </ul>	<p>Fach:</p> <p>PMB</p> <p>PMB</p> <p>PMB</p> <p>PMB</p> <p>PMB/ PFA</p> <p>PFA</p> <p>PMB/ PFA FA PBI/ PFA</p>
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vertieftes Wissen über den Aufbau und Funktion pflanzlicher und tierischer Zellen; Verständnis verschiedener Mikroskopiertechniken; allgemeine Kenntnisse über Struktur und Eigenschaften verschiedener Farbstoffe</li> <li>- grundlegende Kenntnisse des sterilen Arbeitens und der dazugehörigen Sterilisationstechniken; vertieftes Wissen über das</li> </ul>	<p>Fach:</p> <p>BI/FA/ PFA/ PMB</p>

	<p>Anlegen von Zellkulturen, Kultivierungstechniken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontaminationen und den Einfluss verschiedener Faktoren auf das Wachstum von Zellkulturen</li> <li>- grundlegendes Wissen über Zellklonierung, Zellfusion und Nachweisverfahren der Zellzahl- und Vitalitätsbestimmung von Zellkulturen und gängige Methoden von Toxizitätstests</li> <li>- Herstellung der in der Zellkultur üblichen Lösungen und Kulturmedien</li> <li>- Einrichtung eines Zellkulturlabors mit notwendigen Geräten unter Berücksichtigung gesetzlicher Vorschriften; Kenntnisse der gesetzlichen Bestimmungen der Gentechnik</li> </ul>	<p>PMB PFA/ PMB  PMB</p>
--	--	--------------------------------------

Modul- teilung	Semester/ Schulhalbjahr	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Studentische Arbeitsbelastung (in Zeitstunden)		Gesamtstunden	ECTS- Punkte
			Kontaktzeit (Lehrveranstaltungsstunden)	Selbststudium (Stunden)		
Gesamt	1. - 4.		160	80	240	8
Theorie	1. - 4.	1 Klausur pro Sem.	40	20	60	2
Praktikum	1. - 4.	1 praktische Prüfung pro Sem., Protokolle, Arbeitsergebnisse	120	60	180	6

Notenschlüssel:

Gesamtnote: 10 % FA, 40 % PFA, 10 % MB, 40 % PMB

Theorie: 50 % FA, 50 % MB

Praktikum: 50 % PFA, 50 % PMB

Zoologie	Zertifizierung (ZEvA)	Lehrer (Do, Hok, Kul, Kus, Rp, Sct, Sha, Zue)
BTA	Modulkatalog	
<p>Das Modul: „Zoologie“ umfasst die Fachinhalte der Fächer FA (Funktionelle Anatomie, FS 1 und Anfang FS2) und PFA (Praktikum Funktionelle Anatomie, FS1) sowie die Inhalte der Fächer APh (Angewandte Physiologie) und PAPH (Praktikum Angewandte Physiologie) des Bildungsgangs BTA. Die Inhalte des Moduls werden in zweistündigen Theorie- Veranstaltungen (max. 24 SchülerInnen) und in vier- bis sechsstündigen Praxisveranstaltungen (max. 12 SchülerInnen) unterrichtet.</p>		
<p>Inhaltliche Überschneidungen ergeben sich mit dem Modul „Zellbiologie“.</p> <p><b>Kompetenzbeschreibungen</b></p> <p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- benutzen fachgerecht das Mikroskop und die Stereolupe.</li> <li>- gehen sachgerecht mit Tieren um.</li> <li>- halten Tiere artgerecht und unter Beachtung des Tierschutzgesetzes.</li> <li>- führen vergleichend-morphologische Untersuchungen Tieren durch.</li> <li>- führen Präparationstechniken sachgerecht durch.</li> <li>- beschreiben Gewebe und Organe.</li> <li>- führen histologische Arbeitstechniken durch.</li> <li>- bereiten Proben für Untersuchungen auf.</li> </ul>		
<p><b>Übergeordnete Handlungskompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gehen fachgerecht mit Chemikalien um.</li> <li>- führen praktikumsbezogene Berechnungen durch.</li> <li>- stellen Lösungen her.</li> <li>- benutzen Fachliteratur und das Internet für Rechercheaufgaben.</li> <li>- arbeiten selbständig nach Arbeitsanweisungen.</li> <li>- benutzen auch englischsprachige Fachtexte.</li> <li>- organisieren die Arbeit im Team und helfen sich gegenseitig.</li> <li>- dokumentieren ihre Arbeitsergebnisse in angemessener Weise.</li> <li>- liefern Arbeitsergebnisse fristgerecht ab.</li> <li>- werten Abbildungen, Tabellen und Grafiken aus.</li> </ul> <p>präsentieren Arbeitsergebnisse mediengestützt und adressatengerecht.</p>		

In den Praxisveranstaltungen wird eigenverantwortlich in Einzelarbeit experimentiert, zum Teil in Partnerarbeit oder kleinen Teams. Der Schwerpunkt liegt in der selbstständigen Planung und eigenverantwortlichen Durchführung der Experimente.



<b>1. Thema: Anatomie und Physiologie der Tiere</b>		<b>Stunden: Theorie 92, Praxis 92</b>	
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organsysteme und dazugehörige Organe</li> <li>- Verdauungssysteme</li> <li>- Transportprozesse</li> <li>- Exkretionssysteme</li> <li>- Wasserhaushalt</li> <li>- Blutkreislaufsysteme</li> <li>- Atmungssysteme</li> <li>- Hormonsystem und Hormonwirkungen</li> <li>- Homöostase und Regelkreise</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die Funktion der Organsysteme, Organe, Gewebe und Zellen.</li> <li>- beschreiben den Bau wesentlicher Organsysteme von Mensch und Tier und vergleichen diese zwischen verschiedenen Tiergruppen.</li> <li>- analysieren deren Anpassung an unterschiedliche Lebensbedingungen.</li> <li>- begründen die Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion der Organe.</li> <li>- beschreiben die Baupläne ausgewählter Tierstämme und erläutern deren Funktionalität.</li> <li>- beschreiben das Hormonsystem des Menschen und erläutern die Wirkung von Hormonen.</li> <li>- erstellen Regelkreise für homöostatische Vorgänge im Körper.</li> </ul>

1. Thema: Anatomie und Physiologie der Tiere		Stunden: Theorie 92, Praxis 92	
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bau und Funktion der Organe und organtypischer Gewebe</li> <li>- Vergleich der Organsysteme verschiedener Tiergruppen</li> <li>- Totalpräparationen</li> <li>- Handhabung der Stereolupe</li> <li>- Fachgerechter Einsatz von Präparierbestecken</li> <li>- Organentnahme für histologische Zwecke</li> <li>- Fixierung</li> <li>- Morphologie von Blutzellen, Physiologie des Blutes:</li> <li>- Differentialblutbild</li> <li>- Osmotische Resistenz von Erythrozyten</li> <li>- Lymphozytenisolierung</li> <li>- Sauerstoffbestimmung nach Winkler</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen Totalpräparationen ausgewählter tierischer Organismen durch.</li> <li>- analysieren Lage und Bau der verschiedenen Organe und ordnen Organe den Organsystemen zu.</li> <li>- vergleichen Bau und Funktionalität unterschiedlicher Organismen.</li> <li>- fertigen Präparationsprotokolle an, in denen sie Bau und Funktion der freigelegten Organe darstellen.</li> <li>- setzen das Präparierbesteck fachgerecht ein.</li> <li>- benutzen die Stereolupe fachgerecht.</li> <li>- entnehmen Organe für histologische Zwecke und fixieren Sie je nach weiterem Verwendungszweck.</li> <li>- bestimmen die osmotische Resistenz von Erythrozyten.</li> <li>- führen Blutausstriche zur histologischen Differenzierung von Leukozyten durch (Differentialblutbild).</li> <li>- isolieren Lymphozyten aus Thymus-Gewebe mittels Dichtegradientenzentrifugation.</li> <li>- bestimmen quantitativ den Sauerstoffverbrauch bei der Atmung von Tubifex mit Hilfe der Winkler-Methode</li> </ul>

2. Thema: Histologische Arbeitstechniken		Stunden: Theorie 12, Praxis 66	
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewebetypen und Organe</li> <li>- Einführung in die Histologie</li> <li>- Wirkmechanismen von Fixiergemischen, Einbettmedien und Farbstoffen</li> <li>- Prinzip der Immunhistologie und Fluoreszenzmikroskopie</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben die Anatomie von Geweben auf zellulärer Ebene.</li> <li>- erläutern die Notwendigkeit und Bedeutung histologischer Arbeitsschritte.</li> <li>- erklären die Funktionsweise der histologischen Färbungen.</li> <li>- erklären die Funktionsweise des Fluoreszenzmikroskops.</li> <li>- beschreiben das Verfahren der Immunhistologie.</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Histologische Arbeitstechniken und Geräte</li> <li>- Schlitten-, Rotations- und Gefriermikrotome</li> <li>- Lichtmikroskopie</li> <li>- Fluoreszenzmikroskopie</li> <li>- Mikroskopisches Messen</li> <li>- Dokumentation</li> <li>- Sicherheitsgerechte Handhabung von Chemikalien und Gefahrstoffrecherche</li> <li>- Immunhistologie (fakultativ)</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenden grundlegende Arbeitsschritte der klassischen und modernen Histologie an.</li> <li>- führen alle Arbeitsschritte der histologischen Präparation durch (Entnahme, Fixierung, Entwässern, Einbetten, Aufblocken, Trimmen, Schneiden, Strecken, Aufziehen, Entparaffinieren, Färben, Eindecken, Mikroskopieren).</li> <li>- erklären die Handhabung und Verwendung der histologischen Geräte.</li> <li>- stellen tierische histologische Präparate mit dem Schlitten-, Rotations- und Gefriermikrotom her und optimieren die Schnittserien nach Bedarf.</li> <li>- wählen angemessene Färbemethoden aus, führen sie durch und passen die Färbeprotokolle anhand der Färbegergebnisse an.</li> <li>- verwenden fachgerecht das Lichtmikroskop.</li> <li>- begutachten die Mikropräparate und vermessen sie mikroskopisch.</li> <li>- vergleichen die selbst hergestellten Präparate mit Abbildungen aus der Fachliteratur und erläutern Bau und Funktion der Organe im Rahmen einer Fachpräsentation.</li> <li>- dokumentieren die histologischen Präparate zeichnerisch oder digital.</li> <li>- dokumentieren und archivieren die Herstellung der gefärbten Präparate.</li> <li>- planen die Arbeitsorganisation im Team.</li> <li>- stellen unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften die notwendigen Lösungen her und handhaben sie sachgerecht.</li> <li>- fertigen Präparate für die Immunhistologie (fakultativ) an, handhaben das Fluoreszenzmikroskop, erstellen Mehrkanalbilder</li> </ul>

3. Thema: Versuchstierkunde und Alternativen zum Tierversuch			Stunden: Theorie 36, Praxis 108
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichte des Tierversuchs</li> <li>- gesetzliche Grundlagen</li> <li>- Hygiene in Tierversuchseinrichtungen</li> <li>- Tierhaltung</li> <li>- Tiermodelle</li> <li>- Gesundheitsüberwachung</li> <li>- Labortierzucht</li> <li>- Tierschutzgerechte</li> <li>- Tötungsmethoden</li> <li>- Narkosetechniken</li> <li>- Alternativen und Ergänzungsmethoden (3 R)</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <p>setzen sich mit den Inhalten der Tierversuchskunde inhaltlich auseinander:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Geschichte des Tierversuchs.</li> <li>- kennen die gesetzlichen Grundlagen auf Basis des Tierschutzgesetzes und der Tierschutzversuchstierverordnung und der EU-Verordnung für die Arbeit mit Versuchstieren und wenden diese an.</li> <li>- beschreiben verschiedene Haltungs- und Hygienesysteme in der Tierversuchskunde</li> <li>- wählen geeignete Tiermodelle aus, setzen sich kritisch mit den Tiermodellen auseinander.</li> <li>- kennen Transgene Tiere, erklären die Herstellung und Anwendung von transgenen Tieren.</li> <li>- erläutern das Konzept der 3 R.</li> <li>- beschreiben Alternativen und Ergänzungsmethoden zum Tierversuch.</li> <li>- erläutern tierschutzgerechte Tötungsmethoden von Versuchstieren und Narkosetechniken.</li> <li>- beschreiben Inzucht- und Auszucht-Verfahren.</li> </ul>

<p><b>Inhalte Praxis</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blutentnahmetechniken</li> <li>- Vaginalabstrich (Zyklusbestimmung)</li> <li>- Sektionsübungen</li> <li>- Alternativmethoden zum Tierversuch</li> <li>- Cytotoxassay</li> <li>- Dosis-Wirkungs-Bestimmungen an Pflanzenkulturen</li> <li>- Daphnientoxizitätstest</li> <li>- Genotypisierung kleiner Versuchstiere</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen Praxis</b></p>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- versorgen Versuchstiere, insbesondere Mäuse, tierschutzgerecht und kontrollieren und dokumentieren den Gesundheitszustand der Tiere.</li> <li>- führen Tierversuche nach Maßgabe des Tierschutzrechts durch:</li> <li>- Fixieren der Maus</li> <li>- Applikationstechniken (i.p., s.c., p.o., per Inhalation)</li> <li>- Tötung der Tiere durch Überdosierung eines Narkosemittels (i.p. und per Inhalation), cervikale Dislokation (am toten Tier)</li> <li>- Vaginalabstrich (am toten Tier)</li> <li>- Blutentnahmen (Hohlvene, retrobulbär, Herzpunktion – jeweils am toten Tier)</li> <li>- berechnen Applikationsvolumen von Arzneimitteln</li> <li>- dokumentieren die durchgeführten Tierversuche über den Zeitraum des Versuchs in Form eines umfangreichen Protokolls.</li> <li>- präparieren den Urogenitaltrakt und den Gastrointestinaltrakt der Maus.</li> <li>- führen Alternativmethoden zum Tierversuch durch (chronische und akute Bestimmung der Toxizität an Zellkulturen (Tox-Assay).</li> <li>- führen einen Daphnientoxizitätstest von Wasserproben durch.</li> <li>- führen Alternativmethoden zum Tierversuch anhand von Dosis-Wirkungs-Bestimmung an Pflanzenkulturen durch (Allelopathika, Herbizide und Phytohormone).</li> <li>- isolieren DNA aus Gewebe der Maus und führen eine Genotypisierung von transgenen Mäusen mittels PCR durch.</li> <li>- führen histologische Untersuchungen an Vaginalabstrichen (PAP-Färbung) durch.</li> </ul>
----------------------------------	--	--------------------------------------	--

4. Thema: Pharmakologie			Stunden: Theorie 40, Praxis 12
<b>Inhalte Theorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pharmakokinetik (LADME)</li> <li>- First pass Effekt, enterohepatischer Kreislauf</li> <li>- Biotransformation Phase I (Transformation, Oxidation, Cytochrom), Prodrugs</li> <li>- Biotransformation Phase II (Konjugationen)</li> <li>- Arzneimittelwechselwirkung</li> <li>- Membrantransport, Resorption, Blut-Hirn-Schranke</li> <li>- Elimination: Niere und Leber, Überblick</li> <li>- Applikationsarten von Wirkstoffen</li> <li>- Entwicklung neuer Wirkstoffe</li> <li>- Pharmakodynamik</li> <li>- Rezeptormodelle, Agonisten, Antagonisten</li> <li>- Vegetatives Nervensystem</li> <li>- Dosis-Wirkungs-Kurve, therapeutische Breite</li> <li>- Pharmakogenetik</li> <li>- Irrationale Therapien</li> </ul>	<b>Kompetenzen Theorie</b>	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären pharmakokinetische-, pharmakogenetische- und pharmakodynamische Prozesse:</li> </ul> <p>Pharmakokinetik (LADME):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären den First pass Effekt und den enterohepatischen Kreislauf, bewerten den Einfluss auf die Bioverfügbarkeit.</li> <li>- beschreiben den Ablauf der Biotransformation (Phase I (Transformation, Oxidation, Cytochrom), und Phase II (Konjugationen))</li> <li>- erläutern das Prinzip von Prodrugs</li> <li>- beschreiben und bewerten Arzneimittelwechselwirkungen</li> <li>- erklären Membrantransportvorgänge während der Resorption</li> <li>- erläutern die Besonderheiten der Blut-Hirn-Schranke</li> <li>- beschreiben die Elimination über die Niere und Leber</li> <li>- kennen und bewerten verschiedene Applikationsarten von Wirkstoffen</li> <li>- kennen den Ablauf der Entwicklung neuer Wirkstoffe</li> </ul> <p>Pharmakodynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben verschiedene Rezeptormodelle, Agonisten, Antagonisten</li> <li>- erklären das vegetative Nervensystem</li> <li>- erstellen und bewerten Dosis-Wirkungs-Kurven</li> <li>- berechnen die therapeutische Breite</li> <li>- beschreiben pharmakogenetische Einflüsse</li> <li>- kennen und bewerten irrationale Therapien</li> </ul>
<b>Inhalte Praxis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prodrug im Ames-Test</li> </ul>	<b>Kompetenzen Praxis</b>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- untersuchen die Metabolisierung von Prodrugs mit Hilfe des Ames-Tests.</li> </ul>

### Literaturempfehlungen:

#### Anatomie und Physiologie:

- Allgemeine Zoologie, E. Hadorn, R. Wehner, Thieme Verlag, 21. Auflage
- Campbell Biologie, J. Reece, Pearson Verlag, 11. Auflage
- Kükenthal Zoologisches Praktikum, V. Storch, U. Welsch, Springer Verlag, 27. Auflage, 2014

#### Histologie:

- Kurzlehrbuch Histologie, N. Ulfig, Thieme Verlag, 4. Auflage, 2015
- Taschenlehrbuch Histologie, R. Lüllmann-Rauch, E. Asan, Thieme Verlag, 6. Auflage, 2019

#### Tierversuchskunde:

- „Versuchstierkunde: Tierpflege in Forschung und Klinik“ von Jürgen Weiss, Kristianna Becker, Emanuela Bernsmann, Sabine Chourbaji, Hermann Dietrich ; 2014; Enke Verlag
- <https://www.tierversuche-verstehen.de>
- <https://www.gv-solas.de>
- [https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab\\_animals/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/index_en.htm)
- <https://www.bf3r.de/>
- Deutsches Tierschutzgesetz <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html>
- Tierschutzversuchstierverordnung <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschversv/BJNR312600013.html>
- Richtlinie 2010/63/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Sept. 2010 zum Schutz der für wissenschaftliche Zwecke verwendeten Tiere <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:de:PDF>
- Council of Europe - überarbeiteter Anhang A (ETS 123) <https://www.coe.int/de/web/conventions/full-list?module=treaty-detail&treatynum=123>

#### Alternativen zum Tierversuch:

- Tierversuche in der Forschung: Das 3R-Prinzip und die Aussagekraft wissenschaftlicher Forschung [https://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/geschaeftsstelle/publikationen/handreichung\\_sk\\_tierversuche.pdf](https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/geschaeftsstelle/publikationen/handreichung_sk_tierversuche.pdf)

#### Ames Test:

<https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-assessment/1948418.pdf>

#### Pharmakologie

- Aktories, K., Förstermann, U., Bernhard, F., Flockerzi, V. (Herausgeber). Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, Urban & Fischer in Elsevier, 2022
- Geisslinger, G., Menzel, S., Gudermann, T. Mutschler Arzneimittelwirkungen: Pharmakologie – Klinische Pharmakologie – Toxikologie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Edition 2020

**Modulbeschreibung für ZEvA-Zertifizierung (BTA)**

<b>Berufsziel</b>	Biologisch-Technische Assistentin (BTA) Biologisch-Technischer Assistent (BTA)	Lehrer Ri, Kw, Hg, Pet, For, Mue
<b>Modulbezeichnung</b>	Mikrobiologie	
<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ergreifen Arbeitssicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit biologischem Material;</li> <li>- wenden Methoden der Desinfektion und Sterilisation an;</li> <li>- entsorgen fachgerecht;</li> <li>- stellen Nährmedien her;</li> <li>- kultivieren Mikroorganismen in geeigneten Nährmedien aerob und anaerob</li> <li>- beherrschen Vereinzelungstechniken zur Gewinnung von Reinkulturen von Mikroorganismen;</li> <li>- isolieren Mikroorganismen, wenden Färbetechniken an;</li> <li>- differenzieren Bakterien morphologisch mithilfe unterschiedlicher mikroskopischer Techniken sowie physiologisch durch eine bunte Reihe;</li> <li>- differenzieren und isolieren Bakterien unter Verwendung von Indikator- und Selektivmedien;</li> <li>- untersuchen Proben;</li> <li>- führen Konjugationsexperimente durch;</li> <li>- dokumentieren Keimwachstum und bestimmen die Keimzahl;</li> <li>- bestimmen Wirkkonzentrationen von Antiinfektiva;</li> <li>- bestimmen Resistenz von Mikroorganismen;</li> <li>- bestimmen Antikörpertiter mittels ELISA;</li> <li>- setzen Geräte und Materialien für Zellkulturtechniken ein;</li> <li>- kultivieren Adhäsions- und Suspensionszellen;</li> <li>- bestimmen die Lebendzellzahl;</li> <li>- führen die Stammhaltung von Zellen durch;</li> <li>- führen Passagen und Untersuchungen an Zellkulturen durch und beurteilen den Zustand von Zellkulturen;</li> <li>- führen eine Kryokonservierung durch und setzen eine neue Zellkultur aus der Kryokonservierung an;</li> <li>- wenden Grundlagen von GLP und GMP an;</li> </ul>	<p>Fach:</p> <p>PMB</p>



**Modulbeschreibung für ZEvA-Zertifizierung (BTA)**

<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- systematische Einordnung und Strukturmerkmale von Mikroorganismen</li> <li>- Kenntnisse über Risikogruppen, Schutzstufen u.a. (InfektionsschutzG und BiostoffV, TrinkwasserV);</li> <li>- Sterilisation, Desinfektion, Konservierung</li> <li>- Kultivierungstechniken von Mikroorganismen</li> <li>- Isolierung und Charakterisierung von Mikroorganismen</li> <li>- Koloniemerkmale und Bakterienmorphologie</li> <li>- Keimzahl- und PFU-Bestimmung, Auswertungsverfahren</li> <li>- Wachstum in Kultur, Wachstumsparameter</li> <li>- Biotechnologische Verfahren, Fermentation</li> <li>- Bakteriengenetik, Mangelmutanten, Sexualtypen</li> <li>- Wirkweisen von Antiinfektiva, Hemmung, Resistenz</li> <li>- Zellkulturtechnik, Cytotoxizitätstest</li> <li>- Immunologie, Serologie und diagnostische Verfahren: Western Blot, Hybridomtechnik, ELISA</li> <li>- Ausstattung eines Mikrobiologielabors</li> </ul>	Fach:  PMB, MB
---------------------	--	-------------------------

Modulteilung	Semester/ Schulhalbjahr	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Studentische Arbeitsbelastung (in Zeitstunden)		Gesamtstunden	ECTS- Punkte
			Kontaktzeit (Lehrveranstaltungsstunden)	Selbststudium (Stunden)		
Gesamt	1. - 4.		360	180	540	18
Theorie	1. - 4.	1 Klausur pro Sem.	160	80	240	8
Praktikum	1. und 4. bzw. 2. Und 3.	1 praktische Prüfung pro Sem., Protokolle und Arbeitsergebnisse	200	100	300	10

Notenschlüssel:

Gesamtnote: 50 % MB, 50 % PMB

Theorie: 100 % MB

Praktikum: 100 % PMB

<b>Mikrobiologie</b>		<b>Zertifizierung (ZEvA)</b>	<b>Lehrer*innen (for, hg, kus, kw, mue, ri, pet)</b>
<b>BTA</b>		<b>Modulkatalog</b>	
<b>Kompetenzbeschreibungen (Theorie)</b>			
<b>Übergeordnete Handlungskompetenzen</b> Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit; kooperatives und verantwortungsbewusstes Arbeiten in wechselnden Teams; Informationsbeschaffung Exzerpieren von Fachtexten und Laborprotokollen, Einordnung fachlicher Aussagen in Kontext sowie Beurteilung ihrer fachlichen Richtigkeit (Urteilskompetenz, Quellenkritik), mündliche und schriftliche, fachsprachlich korrekte Präsentation von Fachinhalten			
<b>1. Thema: Systematischer Überblick</b>			<b>4 Stunden</b>
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überblick über die systematische Einteilung von Prokaryoten und Eukaryoten</li> <li>- Einordnung der pro- und eukaryotischen Mikroorganismen inklusive Viren</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	Die Auszubildenden  definieren den Begriff Mikroorganismus und ordnen verschiedene Gruppen von Mikroorganismen systematisch korrekt zu. <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben den Begriff „Mikroorganismus“ als nicht systematischen Begriff</li> <li>- differenzieren die Domänen der Bacteria und Archaea als Prokaryoten und die Domäne der Eukarya</li> <li>- beschreiben relevante Großgruppen der Domäne Bacteria</li> <li>- beschreiben die Eigenschaften von Pilzen, Einzellern, Bakterien und Viren</li> </ul>

2. Thema: Bakterien und ihre Eigenschaften		20 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- makroskopische und mikroskopische Beschreibung von Bakterienkolonien</li> <li>- Vergleich der Zellanatomie von pro- und eukaryotischen Mikroorganismen</li> <li>- Zellformen</li> <li>- Zellwandaufbau und GRAM-Verhalten</li> <li>- Begeißelungstypen</li> <li>- Mikrobielle Bewegung</li> <li>- Taxien</li> <li>- Endo- und Exotoxine, LAL-Test</li> <li>- Endosporenbildung</li> <li>ausgewählte Beispiele pathogener Krankheitserreger und ihre Bedeutung für den Menschen</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Kompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden</p> <p>beschreiben charakteristische Eigenschaften von Prokaryoten und das sich daraus ergebende Gefährdungspotenzial.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- skizzieren eine prokaryotische Zelle und erläutern relevante Zellbestandteile</li> <li>- vergleichen pro- und eukaryotische Zellen tabellarisch</li> <li>- benennen unterschiedliche Zellformen von pro- und eukaryotischen Mikroorganismen</li> <li>- erklären die Bedeutung der Färbeschritte einer GRAM-Färbearbeitung</li> <li>- erläutern die GRAM-Eigenschaften von Bakterien aufgrund des unterschiedlichen Zellwandaufbaus</li> <li>- differenzieren verschiedene Begeißelungstypen und unterscheiden Geißelbewegung und Gleitbewegung</li> <li>- beschreiben unterschiedliche Taxien (Magneto-, Chemo- und Phototaxis)</li> <li>- differenzieren Endo- und Exotoxine und beschreiben diverse Wirkmechanismen</li> <li>- ordnen die pathogenen Wirkweisen ausgewählter Krankheitserreger der zellulären Ausstattung zu (z.B. Cholera (-toxin), Botulismus, Tetanus...)</li> <li>- beschreiben den LAL-Test zum Nachweis von Endotoxinen</li> <li>- erstellen bzw. erläutern ein Schema zum Ablauf der Endosporenbildung</li> <li>- bewerten die Wirksamkeit unterschiedlicher Entkeimungsverfahren bei Kontamination durch einen ausgewählten Endosporenbildner (z. B. Milzbranderreger)</li> </ul>

3. Thema: Wachstumsphysiologie und Kulturtechniken			22 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nährstoffbedarf und Nährmedienarten</li> <li>- Wachstumsbedingungen</li> <li>- Keimzahlbestimmung</li> <li>- Kontrolle/Hemmung von mikrobiellem Wachstum durch Antibiotika</li> <li>- Wirkmechanismen von Antibiotika</li> <li>- Entkeimungsmethoden (Vertiefung)</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <p>erläutern unterschiedliche Kultivierungsmethoden sowie Ansprüche von Mikroorganismen an Nährmedien. Sie erklären verschiedene Wirkungsweisen von Antibiotika zur Kontrolle oder Hemmung mikrobiellen Wachstums. Sie erläutern verschiedene Entkeimungsmethoden und listen sicherheitsrelevante Maßnahmen zum Umgang mit Mikroorganismen auf.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben die bakterielle Zweiteilung</li> <li>- differenzieren Wachstumsparameter (Sauerstoffbedarf, Temperatur, pH-Wert, Osmolarität u. a.)</li> <li>- leiten aus Wachstumsparametern Bedingungen zur Konservierung von Lebensmitteln ab</li> <li>- erläutern die Messung mikrobiellen Wachstums</li> <li>- berechnen die Keimzahl anhand von Beispielen</li> <li>- unterscheiden Nährbodenarten und erläutern den Verwendungszweck (Komplex, Voll-, Selektiv- und Differenzierungsmedien)</li> <li>- erläutern die Wirkungsweise ausgewählter Antiinfektiva (z. B. Chinolone, <math>\beta</math>-Lactame, Tetracycline, Gyrasehemmer)</li> <li>- differenzieren MHK und MBK und werten Antibiogramme aus</li> <li>- erklären Maßnahmen zur Sterilisation und Desinfektion</li> </ul>

4. Thema: Grundlagen der Virologie		34 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Morphologie von Viren an ausgewählten Beispielen</li> <li>- Pro- und Eukaryoten-Viren</li> <li>- Aufbau und Vermehrung von Bakteriophagen</li> <li>- lytische und lysogene Vermehrung</li> <li>- Strategien der Vermehrung von Eukaryoten-Viren und Beispiele</li> <li>- Wirkweise ausgewählter Virostatika</li> <li>- Virusanzucht, Plaquetest</li> <li>- persistierende Vermehrung</li> <li>- Reassortment und onkogene Viren</li> <li>- subvirale Partikel</li> <li>- Phagentherapie</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>
		<p>Die Auszubildenden</p> <p>differenzieren wichtige Vertreter von Pro- und Eukaryoten-Viren und deren Vermehrungsstrategien. Sie beschreiben die Anzucht von Bakteriophagen im Lysat sowie den Plaquetest.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- definieren Virion als infektiöse Form eines Virus</li> <li>- beschreiben die Morphologie ausgewählter Pro- und Eukaryoten-Viren (Strukturelemente, Form, Größe)</li> <li>- klassifizieren Viren nach Replikationsstrategie (z. B. nach Baltimore)</li> <li>- beschreiben die Phasen der Virusreplikation (Adsorption, Penetration, Uncoating, Replikation, Reifung und Assembly, Freisetzung) und übertragen diese auf unbekannte Viren</li> <li>- beschreiben Pathogenese und molekulare Virusreplikation ausgewählter Viren (z.B. HIV, Coronaviren, Grippe, ...)</li> <li>- differenzieren lytische und lysogene Vermehrung</li> <li>- ordnen der Virusreplikation die Wirkweise ausgewählter Virostatika zu</li> <li>- beschreiben Mechanismen der Latenzentwicklung (z. B. beim Herpes-simplex-Virus)</li> <li>- erläutern Persistenz, Latenz und Reaktivierung (z. B. im Kontext akuter und chronischer Infektionen)</li> <li>- beschreiben den tumorinduzierenden Mechanismus onkogener Viren (z. B. Humanes Papillomavirus)</li> <li>- problematisieren die Antigendrift und Antigen shift als Mechanismus zur Entstehung von neuen Virusvarianten</li> <li>- beschreiben die Anwendung, Vorteile und Grenzen einer Phagentherapie</li> </ul>

5. Thema: Bakteriengenetik		20 Stunden	
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bakterielle Replikation und Transkription</li> <li>- Mutationen und Mutanten</li> <li>- spontane und induzierte Mutagenese: AMES-Test</li> <li>- Konjugation</li> <li>- Sexualtypen</li> <li>- Transformation</li> <li>- allgemeine und spezifische Transduktion</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <p>beschreiben und charakterisieren die Möglichkeiten bakterieller Mutation und Rekombination.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben den Aufbau des Bakterienchromosoms und der Plasmide</li> <li>- erläutern die bakterielle Replikation und Transkription im Vergleich zu eukaryotischen Zellen</li> <li>- beschreiben die Erzeugung und Isolierung von Mangelmutanten</li> <li>- beschreiben die Durchführung eines Amestests sowie dessen Auswertung</li> <li>- erklären anhand selbst zu erstellender Skizzen von Genwirkketten den Zusammenhang zwischen genetischer Information und Stoffwechsellleistungen von Zellen</li> <li>- planen einen Versuchsansatz zur Selektion von Mangelmutanten</li> <li>- beschreiben die bakteriellen Sexualtypen (F<sup>-</sup>, F<sup>+</sup>, Hfr)</li> <li>- erläutern den Ablauf der Konjugation</li> <li>- erstellen Genkarten anhand von Versuchsergebnissen</li> <li>- differenzieren Transformation und Transduktion als weitere Möglichkeiten bakterieller Rekombination</li> <li>- unterscheiden Transformation bei Prokaryoten und Transfektion bei Eukaryoten</li> <li>- erläutern Kompetenz und nennen Methoden zur Herstellung kompetenter Zellen</li> </ul>

6. Thema: Biotechnologische Mikrobiologie		20 Stunden	
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ernährungstypen</li> <li>- Dissimilatorische Prozesse: Atmung, Gärungen</li> <li>- Wachstum in statischer und kontinuierlicher Kultur: Batch-, Fed-Batch-Kultur, Chemostat-Bioreaktor</li> <li>- mikrobielle Fermentationsverfahren auch im industriellen Maßstab (exemplarisch z. B. Bierbrauerei)</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <p>beschreiben die Lebensweise ausgewählter Mikroorganismen in Bezug auf deren biotechnologische Nutzung und beschreiben biotechnologische Verfahrensweisen zur z.T. industriellen Herstellung von lebensmittel- und pharmazeutischen Produkten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unterscheiden verschiedene Ernährungstypen (chemo-, foto-, litho- und organotroph) und ordnen diesen prokaryotischen Vertreter zu</li> <li>- beschreiben die Grundprinzipien von Gärung und Zellatmung</li> <li>- beschreiben die physiologischen und morphologischen Eigenschaften der Hefezelle</li> <li>- erläutern am Beispiel der Bierbrauerei die Regulation des Hefestoffwechsels im Fermentationsverfahren</li> <li>- beschreiben und erläutern ein Diagramm zum Wachstum in statischer Kultur (Batch-Kultur) und erstellen ein Diagramm zum Wachstum in kontinuierlicher Kultur</li> <li>- beschreiben die Regulationsverfahren von Bioreaktoren</li> </ul>

7. Thema: Eukaryotische Zellkulturen		10 Stunden	
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- räumliche und apparative Voraussetzungen (z.B. Werkbank Typ II, CO<sub>2</sub> – Brutschrank, Umkehrmikroskop)</li> <li>- Risikogruppen und biologische Schutzstufen (GenTSV, BioStoffV)</li> <li>- Sterile Werkbänke (Klassen I-III): Funktionsweise, Einsatzgebiete, Umgang</li> <li>- Primär-, Sekundär-, permanente Zellkultur, Zelllinien und Feeder-Zellen</li> <li>- Suspensionskultur, adhärente ZK, extrazelluläre Matrix</li> <li>- Zellkulturmedien mit Zusätzen</li> <li>- Zellkulturtechniken: Subkultivierung, Kryokonservierung</li> <li>- Kontaminationen: Bakterien, Pilze, Mykoplasmen, Kreuzkontaminationen</li> <li>- Nachweis von Kontaminationen</li> <li>- Biotechnologische Nutzung von Zellkulturen</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden erläutern das sichere Arbeiten an der sterilen Werkbank sowie die Herstellung von eukaryotischen Zellkulturen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nennen die Sicherheitsvorschriften zum Arbeiten mit eukaryotischen Zellkulturen</li> <li>- erklären die Funktionsweise und Einsatzgebiete einer Sicherheitswerkbank sowie den Umgang damit</li> <li>- beschreiben notwendige Apparaturen und Zellkulturmedien</li> <li>- erklären die Funktion der Medienzusätze</li> <li>- unterscheiden zwischen Primär-, Sekundär-, permanente Zellkultur, Zelllinien und erläutern deren Anzucht.</li> <li>- unterscheiden Zellkulturtypen (adhärente ZK, Suspensionskultur), nennen Beispiele und erläutern deren Kultivierung,</li> <li>- erläutern die Kultivierung von permanenten Zellkulturen: Subkultivierung, Kryokonservierung, Auftauen</li>   <li>- erläutern Nachweistests von Kontaminationen, diskutieren Möglichkeiten der Rettung kontaminierter Kulturen</li> </ul>



<b>8. Thema: Diagnostische Mikrobiologie und Immunologie</b>		<b>30 Stunden</b>
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Henle-Koch-Postulate und ihre moderne Interpretation</li> <li>- allgemeine Prozesse des angeborenen und spezifischen Immunsystems</li> <li>- Monoklonale und polyklonale Antikörper und Hybridomtechnik, Antikörperklassen</li> <li>- immunologische Verfahren</li> <li>- Impfstoffe und Impfstoffherstellung</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>  Die Auszubildenden beschreiben Ansprüche, Kulturtechniken eukaryotischer Zellen und erklären Anwendungsbeispiele biotechnologischer Verfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>- definieren Infektionskrankheiten anhand ihrer Eigenschaften (Henle-Koch-Postulate)</li> <li>- beschreiben die wesentlichen Prozesse des angeborenen und spezifischen Immunsystems</li> <li>- beschreiben und erläutern die Schritte der Hybridomtechnik zur Herstellung monoklonaler Antikörper (z. B. für einen Schwangerschaftstest)</li> <li>- unterscheiden zwischen mono- und polyklonalen Antikörpern</li> <li>- erläutern die medizinische Nutzung monoklonaler Antikörper in Diagnostik (ELISA, RIA) und Therapie (Rezeptorblocker, Immunsuppressivum)</li> <li>- erstellen eine Übersicht zu immunologischen Verfahren (z. B. ELISA, Western-Blot) und deren diagnostischen Nutzen</li> <li>- unterscheiden aktive und passive Immunisierung und</li> <li>- differenzieren die verabreichten Impfstoffe nach Impfstofftyp und ihrer Wirkung im Organismus</li> </ul>
<b>Theorie Summe</b>		<b>160 Stunden</b>

Literaturempfehlungen zur Theorie:

Madigan, M.T., Bender, K.S., Buckley, D.H., Sattley, W.M. und Stahl, D.A. Brock Mikrobiologie. Pearson Studium-Biologie. 2020

Slonczewski, J.L. und Foster, J.W.: Mikrobiologie. Eine Wissenschaft mit Zukunft. Springer Spektrum Verlag, 2012

Cypionka, H. Grundlagen der Mikrobiologie. Springer Verlag, 4. Auflage, 2010

Murphy, K. und Weaver, C. Janeway Immunologie. Springer Verlag, 9. Auflage, 2018

Spektrum der Wissenschaft Kompakt: Moderne Seuchen. Spektrum der Wissenschaft, 2019

Spektrum der Wissenschaft Kompakt: Infektionskrankheiten. Spektrum der Wissenschaft, 2014

Spektrum der Wissenschaft Kompakt: Zoonosen – gefährliche Keime aus dem Tierreich. Spektrum der Wissenschaft, 2019

Spektrum der Wissenschaft Kompakt: Antibiotika – Wettrüsten ums Überleben. Spektrum der Wissenschaft, 2017

Spektrum der Wissenschaft Kompakt: Antibiotika – Kampf gegen resistente Keime. Spektrum der Wissenschaft, 2020

Spektrum der Wissenschaft Kompakt: Viren – Meister der feindlichen Übernahme. Spektrum der Wissenschaft, 2016

Spektrum der Wissenschaft Kompakt: Immunsystem – Passkontrolle im Körper. Spektrum der Wissenschaft, 2016

<b>Kompetenzbeschreibungen (Fachpraxis)</b>		
<p>Übergeordnete Handlungskompetenzen</p> <p>Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit; Umgehen mit Arbeitsgeräten und –mitteln einschließlich Pflege; Qualitätssichernde Maßnahmen; Wirtschaftlichkeit im Labor; Arbeitsplanung (u.a. Planung von Experimenten, Durchführung von Berechnungen, Herstellung von Medien, steriles Arbeiten, fachgerechte Entsorgung), Arbeiten im Team, Informationsbeschaffung, Dokumentation und Präsentation, Messdatenerfassung und –verarbeitung; Auswertung von Versuchsergebnissen</p>		
<b>1. Thema: Sicherheit im Labor und gute Laborpraxis</b>		<b>6 Stunden</b>
<b>Inhalte</b>	<p>Einweisung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mikrobiologisches Labor</li> <li>- Sicherheitseinweisung</li> <li>- Grundlagen von GLP und GMP</li> <li>- Erstellung von Protokollen</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sterilisation, Desinfektion</li> <li>- Kultivierungsmedien (Überblick)</li> <li>- Fachrechnen</li> <li>- Herstellen von Medien und Gebrauchslösungen</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden</p> <p>beachten die Sicherheitsbestimmungen, arbeiten steril und entsorgen fachgerecht. Sie führen ein Laborbuch und erstellen Protokolle.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben die Besonderheiten eines mikrobiologischen Labors</li> <li>- ergreifen Arbeitssicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit biologischem Material (Biostoff-VO, Hygieneplan, Erste Hilfe bei Laborunfällen, Fluchtwege, Verhalten bei Gefahren/Unfällen, Sicherheitsdatenblätter)</li> <li>- wenden Methoden der Desinfektion und Sterilisation an</li> <li>- entsorgen kontaminiertes Material fachgerecht</li> <li>- berechnen Einwaagen für Versuchsmedien</li> <li>- stellen (Nähr-)Medien (flüssig, fest) her</li> <li>- führen ein Laborbuch</li> <li>- dokumentieren Arbeitsschritte, -methoden und Ergebnisse fachgerecht</li> </ul>

<b>2. Thema: Anlegen von Anreicherungs- und Reinkulturen</b>			<b>6 Stunden</b>
<b>Inhalte</b>	- Herstellen von Anreicherungs- und Reinkulturen	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden stellen Anreicherungs- und Reinkulturen her.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- setzen eine Anreicherungskultur an</li> <li>- führen fraktionierte Ausstriche durch nach verschiedenen Ausstrichvarianten</li> <li>- beurteilen die Qualität der Ausstriche</li> </ul>

<b>3. Thema: Morphologische und physiologische Charakterisierung</b>		<b>34 Stunden</b>
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vollmedien, Selektiv- und Differentialmedien</li> <li>- Koloniemerkmale</li> <li>- Bakterienmorphologie (Form, Aggregation und Beweglichkeit)</li> <li>- Grameigenschaften, Zellwandaufbau von Bakterien</li> <li>- Wachstum in Flüssigmedium und Stichkultur</li> <li>- Stoffwechseleigenschaften von Bakterien</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden</p> <p>stellen unter Beachtung der Sicherheitsbestimmungen selbstständig mikrobiologische Ausstriche und Präparate her, die sie unter morphologischen und physiologischen Aspekten auswerten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erstellen Nativpräparate</li> <li>- stellen Mikroskope nach KÖHLER ein</li> <li>- wenden verschiedene Mikroskopiertechniken (Hellfeld, Dunkelfeld, Phasenkontrast) an</li> <li>- beschreiben das Wachstum von Mikroorganismen in Flüssigmedium</li> <li>- stellen Stichkulturen her</li> <li>- werten Stichkulturen aus</li> <li>- erstellen Ausstrichpräparate mit Lufttrocknung und Hitzefixierung</li> <li>- führen Gramfärbungen durch</li> <li>- interpretieren Grampräparate</li> <li>- führen den Gramschnelltest durch</li> <li>- charakterisieren nach Oxidase- und Katalase-Eigenschaften</li> <li>- führen eine Bunte Reihe durch</li> </ul>

4. Thema: Keimzahlbestimmung		40 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- direkte Zellzahlbestimmung</li> <li>- Lebendzellzahlbestimmung (KBE)</li> <li>- Ausplattierungsverfahren</li> <li>- Gesamtzellzahlbestimmung, Kalibriergerade</li> <li>- Auswertungsverfahren (gewichteter Mittelwert)</li> <li>- Untersuchung auf Mikroorganismen in Proben</li> <li>- Einsatz von Differential- und Selektivmedien (u.a. Endo-Agar, MacConkey-Agar, Chinablau-Lactose-Agar)</li> <li>- Phagentiterbestimmung</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden</p> <p>wenden selbstständig unterschiedliche Verfahren zur Zellzahlbestimmung situationsangemessen an, identifizieren die Dimensionen von Zellzahlen in verschiedenen Kulturansätzen und beurteilen Stoffwechseleigenschaften von Mikroorganismen anhand gezielter Einsatzes von Selektiv- und Differentialmedien.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erstellen Verdünnungsreihen (dezimal und geometrisch)</li> <li>- plattieren Mikroorganismen nach verschiedenen Verfahren aus: Kochsches Plattengussverfahren/Agarschichtverfahren, Tropfverfahren, Spatelplattenverfahren</li> <li>- bestimmen die Lebendzellzahl durch Zählung der KBE</li> <li>- berechnen den Zelltitel nach dem Verfahren des gewichteten Mittelwertes</li> <li>- bestimmen die Gesamtkeimzahl durch Zählung in der HELBER-Zählkammer und durch Photometrie</li> <li>- erstellen Kalibriergeraden computergestützt mit Excel</li> <li>- verwenden zweckorientiert verschiedene Selektiv- und Differentialmedien</li> <li>- bestimmen den Keimgehalt in Proben und</li> <li>- bewerten die Qualität</li> <li>- bestimmen die Plaque Forming Unit (PFU) in einem Lysat</li> </ul>

<b>5. Thema: Wachstum von Mikroorganismen</b>			<b>26 Stunden</b>
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wachstum in der Batch-Kultur</li> <li>- indirekte Zellzahlbestimmung (OD)</li> <li>- Bestimmung der Generationszeit</li> <li>- Quantitative Keimzahlbestimmung anhand der OD und Kalibrierkurve</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <p>wenden verschiedene Verfahren zur Kultivierung von Bakterien an und beurteilen den Zustand von Kulturen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bewerkstelligen die Anzucht einer statischen Kultur und erheben begleitend photometrische Daten</li> <li>- erstellen Wachstumskurven</li> <li>- berechnen die Generationszeit und die Wachstumsrate</li> <li>- führen eine Statusbeurteilung der Kulturen durch anhand relevanter Keimzahlbestimmungsverfahren (z.B. Spatelplatten- und Agarschichtverfahren)</li> </ul>

<b>6. Thema: Ausgewählte Bakteriengenetik</b>		<b>14 Stunden</b>
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachweis von Mangelmutanten</li> <li>- Nachweis der Konjugation</li> <li>- Sexualtypen von Bakterien</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden</p> <p>führen selbstständig Konjugationsexperimente mit Mangelmutanten durch. Sie differenzieren und selektieren über die geeignete Auswahl unterschiedlicher Agartypen die Stoffwechseleigenschaften der Rekombinanten und berechnen deren Anzahl unter Berücksichtigung potentieller Mutanten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- züchten Mikroorganismen auf ausgewählten Selektivnährböden (z. B. Minimalagar, MacConkey-Agar)</li> <li>- bestimmen die Keimzahlen</li> <li>- differenzieren die Stoffwechseleigenschaften der Rekombinanten</li> <li>- interpretieren die Ergebnisse im Hinblick auf die genetischen Ursachen</li> </ul>



<b>7. Thema: Nachweis antibiotischer Aktivität</b>		<b>24 Stunden</b>	
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antibiogramme ausgesuchter Antibiotika</li> <li>- Resistenzbeurteilung von MO</li> <li>- Agardiffusionstest/Hemmhoftest</li> <li>- MHK</li> <li>- Bestimmung der Antibiotika-konzentration einer Probe</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden führen selbstständig Agardiffusionstests durch zur Bestimmung der Sensitivität bzw. Resistenz. Sie bestimmen die MHK verschiedener Bakterienstämme.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bestimmen Keimzahlen quantitativ</li> <li>- erstellen eine geometrische Antibiotikaverdünnung</li> <li>- bestimmen die Antibiotikasensitivität ausgewählter Bakterienstämme durch Hemmhoftests</li> <li>- berechnen die Hemmzonenradien und/oder Hemmzondurchmesser</li> <li>- bestimmen die Konzentration einer Antibiotikallösung anhand der Hemmhofdurchmesser im Plattendiffusionstest</li> <li>- bestimmen die MHK</li> </ul>

8. Thema: Zellkulturtechnik		40 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherheitsvorschriften nach GenTSV und UVV</li> <li>- Ansprüche eukaryotischer Zellkulturen</li> <li>- Inhaltsstoffe und Wirkweise von Zellkulturmedien</li> <li>- Optimale Kulturbedingungen von Zellkulturen</li> <li>- Pflege von Zellkulturen</li> <li>- Cytotoxizität</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden</p> <p>kultivieren selbstständig eukaryotische Zellen, führen eine Vitalfärbung durch und beurteilen den Zustand von Zellkulturen. Sie führen eine Kryokonservierung durch und setzen eine neue Zellkultur nach Auftauen an;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beachten die Sicherheitsvorschriften</li> <li>- arbeiten an der Sterilbank (S I)</li> <li>- beurteilen den Zustand einer Zellkultur makroskopisch und mikroskopisch (Umkehrmikroskopie)</li> <li>- komplettieren Zellkulturmedien</li> <li>- passagieren Zellen u.a. mit Einstellen definierter Zellzahlen</li> <li>- recherchieren und präsentieren Merkmale der verwendeten Zelllinie</li> <li>- führen eine Vitalfärbung durch (DYE EXCLUSION TEST)</li> <li>- ermitteln Zellzahlen über Neubauer-Zählkammer</li> <li>- führen einen Cytotoxizitätstest durch und werten ihn aus (Vitalfärbung und/oder ELISA)</li> <li>- führen eine Kryokonservierung durch und setzen eine neue Zellkultur nach Auftauen der Kryokultur an;</li> </ul>

<b>9. Thema: ELISA-Technik</b>			<b>10 Stunden</b>
<b>Inhalte</b>	- ELISA-Techniken (direkt, indirekt)	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden</p> <p>ermitteln den Antikörper- oder Antigentiter mittels ELISA.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- recherchieren und präsentieren den Unterschied zwischen direkten und indirektem ELISA</li> <li>- entnehmen Eigenblut unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften und bereiten es zur Probe auf</li> <li>- übertragen die Proben auf Mikrowellplatten</li> <li>- führen die notwendigen Inkubations-, Wasch- und Stoppschritte durch</li> <li>- messen mittels ELISA-Reader</li> <li>- interpretieren die Ergebnisse</li> <li>- beurteilen die Validität der Ergebnisse</li> </ul>
<b>Fachpraxis</b>			<b>Summe Stunden: 200</b>
<p>Literaturempfehlungen zur Fachpraxis:</p> <p>Bast, Eckhard: Mikrobiologische Methoden, Spektrum Akademischer Verlag, 3. Auflage 2014</p> <p>Gstraunthaler, G., Lindl, T.: Zell- und Gewebekultur, Springer Spektrum Verlag, 7. Auflage 2013</p> <p>Schmitz, S.: Der Experimentator – Zellkultur, Spektrum Akademischer Verlag, 3. Auflage 2011</p> <p>Süßmuth, R. u. a.: Mikrobiologisch-biochemisches Praktikum, Thieme-Verlag 1999</p>			

## Modulbeschreibung für ZEvA-Zertifizierung (BTA)

Berufsziel	Biologisch-Technische Assistentin (BTA) Biologisch-Technischer Assistent (BTA)	Lehrer (Hof/KI/Pa/Un/Irg)
Modulbezeichnung	8.1 Physikalisch-chemische Grundlagen der Analytik	
Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– gehen sicher mit Katalogen, Tabellenwerken und Sicherheitsdatenblättern um.</li> <li>– beherrschen den Umgang mit Chemikalien unter Berücksichtigung der Sicherheitsrichtlinien und den Richtlinien guter Laborpraxis.</li> <li>– benutzen Laborgeräte eigenständig entsprechend schriftlicher Bedienungsanweisungen.</li> <li>– kalibrieren die Messgeräte und wenden instrumentell-analytische Methoden mit verschiedenen Detektionsverfahren an.</li> <li>– berechnen Gehaltsangaben für Lösungen und stellen Lösungen für verschiedene Anforderungen selbständig her (z.B. Maßlösungen, Pufferlösungen, Kalibrierlösungen).</li> <li>– gehen mit Messgeräten der Nasschemie (Volumenmessgeräte, Glasgeräten, Analysenwaage) sachgerecht um.</li> <li>– führen qualitative und quantitative Untersuchungen selbständig durch.</li> <li>– wenden verschiedene Basiskonzepte der Chemie an (Struktur-Eigenschafts-Konzept, Säure-Base-Theorien, Redoxkonzept, chemisches Gleichgewicht; Energiekonzept).</li> <li>– beherrschen Verfahren zur UV/VIS-photometrischen Bestimmung von Pharmazeutika und Lebensmittelzusätzen;</li> <li>– bedienen und messen mit dem Flammen-Atom-Absorptions-Spektrometer.</li> <li>– nutzen Hochdruck-Flüssigkeitschromatographie (RP-18-HPLC).</li> <li>– optimieren den Arbeitsprozess unter wissenschaftlichen Aspekten.</li> <li>– planen analytische Versuche selbständig, und führen diese auf der Grundlage geltender gesetzlicher Sicherheitsbestimmungen und der GLP durch.</li> <li>– dokumentieren sachgerecht und nachvollziehbar Versuchsabläufe und Versuchsergebnisse, werten Versuchsdaten aus und stellen diese dar.</li> <li>– interpretieren Ihre Versuchsergebnisse (IR-, UV/VIS-Spektren, DC-, HPLC- und GC-Chromatogramme).</li> <li>– leiten aus den Kenntnissen über Strukturen (Atombau, Bindungsarten, funktionelle Gruppen) die Eigenschaften von Stoffen ab.</li> <li>– erfassen die optische Aktivität von Biomolekülen.</li> <li>– beherrschen polarimetrische Verfahren der Saccharimetrie und identifizieren Kohlenhydrate durch Bestimmung des optischen Drehwinkels, bestimmen die Kinetik der Rohrzuckerinversion.</li> <li>– weisen oxidierbare Kohlenhydrate durch Fehling- und Tollensprobe nach.</li> <li>– bestimmen Fettkennzahlen von Lipiden.</li> <li>– gehen sicher mit Tabellenkalkulationsprogramm und Textverarbeitung um, kontrollieren und beurteilen Richtigkeit und Präzision der Messung (Wiederfindungsrate, Bestimmtheitsmaß), interpretieren Versuchsergebnisse (IR-, UV/VIS-Spektren, DC-, HPLC- und GC-Chromatogramme).</li> <li>– können Funktionelle Gruppen im IR-Spektrum erkennen und Verbindungen durch Spektrenvergleich identifizieren.</li> <li>– reflektieren Ergebnisse und führen eine Fehlerdiskussion durch; charakterisieren Stoffe aufgrund von Parametern</li> </ul>	Fach: PCHA

	<p>aus Titrationskurven, Chromatogrammen und Spektren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– führen die geplanten Verfahren bis zur Auswertung eigenständig durch und führen Chemikalienreste einer sachgemäßen Entsorgung zu.</li> <li>– führen die Laborarbeiten in Einzelarbeit oder arbeitsteilig rücksichtsvoll und sicher durch.</li> <li>– planen und führen Nachweismethoden durch, die für eine klinisch-chemische Untersuchung nötig sind</li> </ul>	
<p>Modulinhalte</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Stöchiometrische Berechnungen (Konzentrationsangaben, Verdünnungen, Einwaageberechnungen)</li> <li>– Fehleranalyse, Statistische Auswertung (Absoluter Fehler, relativer Fehler, Mittelwert, Standardabweichung, Präzision, Richtigkeit, Regressionskoeffizienten, Diagrammformen, Tabellen)</li> <li>– Dokumentieren, Auswerten, Präsentieren</li> <li>– Aufbau und Funktion von Photometer, Atom-Absorptions-Spektrometer, UV- und IR-Spektrometer,</li> <li>– Anwendung Lambert-Beersches Gesetz</li> <li>– Anwendung spektroskopischer Methoden: UV/VIS-Photometrie, Atom-Absorptions-Spektroskopie, IR-Spektroskopie,</li> <li>– Physikalisch-chemische Verfahren wie: Potentiometrie, Konduktometrie, Auswertung der Titrationskurven</li> <li>– Grundlagen chromatografischer Verfahren (Dünnschichtchromatographie, HPLC, GC)</li> <li>– Nernst'sches Verteilungsgleichgewicht, Adsorption und Verteilung als Grundlagen der Chromatographie.</li> <li>– Einführung in die Chemie und Analytik von Naturstoffen: Lipide, Kohlenhydrate, Aminosäuren. Qualitativer und quantitativer Nachweis von Naturstoffen, wie z.B. Lipide, Kohlenhydrate.</li> <li>– Einführung in die klinische Chemie: Bestimmung des Eisengehaltes oder von Schwermetallen im Blut, Blutgasbestimmungen und Nachweis von Kohlenhydraten im Blut</li> </ul>	<p>Fach: PCHA</p>

Modulteilung	Semester/ Schulhalbjahr	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Studentische Arbeitsbelastung (in Zeitstunden)		Gesamtstunden	ECTS- Punkte
			Kontaktzeit (Lehrveranstaltung)	Selbststudium (Stunden)		
Praktikum	1.-4.	Protokolle, Arbeitsergebnisse 1 Fachpraktische Arbeit / Semester	240	120	360	12
<p>Notenschlüssel:</p> <p>Gesamtnote: 100 % PChA</p> <p>Praktikum: 75 % Arbeitsweise, Protokolle und Arbeitsergebnisse, 25 % fachpraktische Arbeit</p>						

Physikalisch-chemische Grundlagen der Analytik	Zertifizierung (ZEvA)	Lehrer (Hof/KI/Pa/Un/Irg)
BTA	Modulkatalog	
<b>Kompetenzbeschreibungen</b>		<b>240 Stunden</b>
<p><b>Übergeordnete Handlungskompetenzen</b>  Die Auszubildenden lösen selbstständig und verantwortungsbewusst technische und organisatorische Fragestellungen. Sie planen prozessorientierte Arbeitsabläufe und führen Experimente eigenständig unter Beachtung der Arbeitssicherheit, des Umweltschutzes, der Regeln für eine gute Laborpraxis und dem wirtschaftlichen Einsatz der Arbeitsmaterialien durch. Durch einen ausgewogenen Wechsel von Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit erwerben sie soziale Kompetenzen, um Ziele gemeinsam zu erreichen und zu reflektieren, selbstgesteuert die Arbeitsprozesse zu beurteilen und Konsequenzen hierfür zu ziehen. Sie halten Absprachen ein und lösen Konflikte innerhalb einer Gruppe weitgehend eigenverantwortlich. Sie erschließen, beurteilen und nutzen unterschiedliche Informationsquellen selbstständig. Die Auszubildenden dokumentieren Arbeitsschritte, Arbeitsmethoden und Arbeitsergebnisse fachgerecht und beurteilen die Ergebnisse.</p>		

1. Thema: Laborsicherheit, Arbeiten in einem chemischen Labor		20 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gefahrenzeichen und Gefahrensätze des GHS-Systems</li> <li>– Laborkataloge und Sicherheitsdatenblätter</li> <li>– Entsorgungsrichtlinien</li> <li>– Laborordnung</li> <li>– Sicherheitseinrichtungen im Labor</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen Gefahrenzeichen und Gefahrensätze des GHS-Systems.</li> <li>- informieren sich in Laborkatalogen und Sicherheitsdatenblättern über Gefahren, Hinweise und Sicherheitsrichtlinien von Chemikalien und beherrschen den sicheren Umgang mit gängigen Laborchemikalien.</li> <li>- informieren sich über Entsorgungsrichtlinien und entsorgen sicher, sach- und umweltgerecht in den zur Verfügung stehenden Entsorgungsbehältern.</li> <li>- arbeiten nach den Vorgaben der Laborordnung mit Laborkittel, Schutzbrille, Laborhandschuhen.</li> <li>- sind im Umgang mit Sicherheitseinrichtungen, wie z.B. Augendusche, Notdusche und Feuerlöscher geschult.</li> </ul>



2. Thema: Fachrechnen, Arbeiten in einem chemischen Labor		20 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– chemische Grundgesetze</li> <li>– stöchiometrische Berechnungen und Umsatzberechnungen</li> <li>– Konzentrationsgrößen Volumenanteil, Massenanteil, Massenkonzentration und Stoffmengenkonzentration</li> <li>– Verdünnungsformel und Verdünnungsfaktoren</li> <li>– Rechentafeln von Küster und Thiel</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>  Die Auszubildenden... <ul style="list-style-type: none"> <li>- formulieren die chemischen Grundgesetze, (Massenerhaltung, konstante und multiple Proportionen).</li> <li>- wenden die Gesetze an, um stöchiometrische Berechnungen und Umsatzberechnungen durchzuführen.</li> <li>- berechnen die Molare Masse aus Atommassen.</li> <li>- wenden die Zustandsgleichung für Idealgase an.</li> <li>- rechnen Volumina mit Hilfe der Dichte in Massen und eine Stoffportion in die Stoffmenge um.</li> <li>- können Konzentrationsgrößen Volumenanteil, Massenanteil, Massenkonzentration und Stoffmengenkonzentration berechnen und umwandeln, sowie mit Einheiten und Größenordnungen umgehen.</li> <li>- wenden Verdünnungsformel und Verdünnungsfaktoren an</li> <li>- sind im Umgang mit den Rechentafeln von Küster und Thiel geübt.</li> </ul>

3. Thema: Arbeiten in einem chemischen Labor		20 Stunden	
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maßlösungen</li> <li>– Analysenwaage</li> <li>– Messkolben</li> <li>– Volumenmessgeräte</li> <li>– Pipettiersysteme</li> <li>– Aräometer</li> <li>– Pyknometer</li> <li>– Ultraschallbad</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- berechnen Einwaagen für Lösungen.</li> <li>- stellen Maßlösungen aus der Ursubstanz her.</li> <li>- beherrschen den sachgemäßen Umgang mit der Analysenwaage.</li> <li>- überführen quantitativ und befüllen in Messkolben.</li> <li>- verdünnen Stammlösungen in Messkolben mit Pipettiersystemen, wie z.B. Vollpipette, Bürette und Mikropipette, unter Beachtung der Messgenauigkeit zu Kalibrierlösungen.</li> <li>- gehen mit Messzylindern, Messpipetten, und Dispensetten sachgemäß um.</li> <li>- überprüfen Verdünnungsstufen durch Aräometrie oder Pyknometrie</li> <li>- verwenden Geräte zur Homogenisierung, wie z. B. Ultraschallbäder.</li> </ul>

4. Thema: Potenziometrie und Konduktometrie			20 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– konduktometrische und potenziometrische Titrations</li> <li>– Aufbau, Funktion und Handhabung von pH-Messkette und Leitfähigkeitsmesszelle</li> <li>– Titrationskurve und Äquivalenzpunkt</li> <li>– elektrischer Widerstand, Leitwert und spezifische Leitfähigkeit und Zellkonstante</li> <li>– Tabellenkalkulation Microsoft Excel</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bauen einen Messstand mit Einstabmesskette auf und kalibrieren die Glasmembranelektrode mit zwei Pufferlösungen.</li> <li>- führen potenziometrische Titrations durch, protokollieren Messdaten und werten diese mit der Tabellenkalkulation Microsoft Excel aus.</li> <li>- identifizieren Äquivalenzpunkte mit der Wendepunktmethode oder durch Auftragung der Differenzenquotienten (Jander, Jahr, Maßanalyse, de Gruyter, 17. Auflage, 2009).</li> <li>- beschreiben den Aufbau von pH-Messketten und Leitfähigkeitsmesszellen.</li> <li>- definieren elektrischen Widerstand, Leitwert und spezifische Leitfähigkeit und Zellkonstante.</li> <li>- führen konduktometrische Titrations durch. Kurvenverläufe werden graphisch dargestellt und interpretiert. Äquivalenzpunkt wird mit hoher Präzision aus dem Schnittpunkt von Trendgeraden ermittelt.</li> <li>- führen Volumetrische Berechnungen selbstständig durch.</li> </ul>

5. Thema: Redox titration, Fällungstiteration und Komplexometrie		20 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redox titrationen,</li> <li>- Permanganometrie</li> <li>- Fällungstiteration</li> <li>- und Komplexometrie</li> <li>- Wasserhärte</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>  Die Auszubildenden.... <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen Redox titrationen durch.</li> <li>- bestimmen den Gehalt von Oxalsäure oder Fe<sup>2+</sup>-Ionen durch permanganometrische Titeration.</li> <li>- stellen den Titer der KMnO<sub>4</sub>-Maßlösung mit Natriumoxalat ein.</li> <li>- setzen Maßlösungen aus der Ursubstanz an; für die Iodometrie wird eine Natriumthiosulfatlösung angesetzt und mit Kaliumiodat eingestellt.</li> <li>- bestimmen Cu<sup>2+</sup>-Ionen-haltige Proben iodometrisch.</li> <li>- führen die Analyse von Chlorid als Fällungstiteration nach Mohr und als konduktometrische Fällungstiteration durch.</li> <li>- führen eine Komplexometrische Titerationen zur Bestimmung von Ca<sup>2+</sup> und Mg<sup>2+</sup> durch. Die Bedeutung der Komplexbildungskonstante für eine Konkurrenzreaktion zwischen Indikator- und Titratorligand wird ausführlich diskutiert.</li> <li>- begründen, warum solche Titerationen in gepufferter Lösung durchgeführt werden müssen. Die Begriffe Gesamthärte, Ca<sup>2+</sup>-Härte und temporäre Härte sind geläufig.</li> <li>- diskutieren Alltagsbezüge und wirtschaftliche Bedeutung</li> </ul>

6. Thema: Aminosäuren, Kohlenhydrate und Fette		20 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Volumetrische Titration</li> <li>– optische Aktivität</li> <li>– polarimetrische Verfahren</li> <li>– Kinetik der Rohrzuckerinversion, Mutarotation</li> <li>– Aufbau von Fetten</li> <li>– gesättigte und ungesättigte Fettsäuren</li> <li>– Fettkennzahlen, Säurezahl, Verseifungszahl und Jodzahl</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Führen Aminosäure-Titrationen durch und unterscheiden dadurch unterschiedliche Aminosäurearten</li> <li>- führen die Fehling-Probe mit Einfach- und Mehrfachzuckern durch. Sie geben an, dass Aldosen im Gegensatz zu Ketosen mit Ditartratocuprat(II) oxidiert werden, wodurch ein roter Niederschlag von <math>\text{Cu}_2\text{O}</math> gebildet wird.</li> <li>- Sie begründen mit einem Keto-Enol-Gleichgewicht, dass Fructose und Glucose unter sauren Bedingungen im Gleichgewicht stehen, weshalb Fructose ebenfalls positiv reagiert, obwohl Ketosen sonst nicht oxidiert werden.</li> <li>- leiten ab, dass bei Saccharose der Nachweis negativ ist, weil die Aldehydgruppe als Vollacetal vorliegt.</li> <li>- stellen Zuckerlösungen her und messen die optische Aktivität der Lösungen, erklären die Mutarotation.</li> <li>- beherrschen das polarimetrische Verfahren der Saccharimetrie und identifizieren Kohlenhydrate anhand des optischen Drehwinkels.</li> <li>- untersuchen die Kinetik der Rohrzuckerinversion.</li> <li>- beschreiben den allgemeinen Aufbau von Fetten.</li> <li>- unterscheiden zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren, kennen die Omega-Zählweise für ungesättigte Fettsäuren.</li> <li>- geben an, dass Fettkennzahlen in der Lebensmittelindustrie als Qualitätsmerkmale verwendet werden. Säurezahl, Verseifungszahl und Iodzahl nach Hanus werden nach Vorschrift bestimmt und anhand von Tabellen beurteilt.</li> </ul>

7. Thema: Instrumentelle Analytik und Grundlagen der Statistik		100 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- UV/VIS-Photometer</li> <li>- Lambert-Beer-Gesetz, Extinktion und Transmission,</li> <li>- Absorptionsspektren</li> <li>- Verdünnungsreihe, Verdünnungsfaktor und Aliquotierfaktor</li>   <li>- Linearität der Kalibrierfunktion</li> <li>- Tabellenkalkulation Excel</li> <li>- Korrelationskoeffizienten <math>R^2</math></li> <li>- Wiederfindungsrate</li> <li>- Deskriptive Statistik</li>   <li>- Flammenatomabsorptionsspektroskopie</li> <li>- HPLC mit RP-18-Säule</li> <li>- Zusammensetzung der Eluentenmischung, Volumenstromanpassung</li> <li>- Totzeit, Bruttoretentionszeit, Nettoretentionszeit, Halbwertsbreiten der Peaks, Kapazitätsfaktoren und Peakauflösung, Trennstufenzahl und Trennstufenhöhe</li> <li>- Gaschromatographen</li> <li>- FTIR-Spektroskopie</li> <li>- Sandwich-Technik, ATR-Technik</li> <li>- charakteristischem Bereich und</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>
		<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- skizzieren den Strahlengang des UV/VIS-Photometers und benennen die Bauteile und geben Definitionen der Größen Extinktion und Transmission an.</li> <li>- erläutern die Abhängigkeit zwischen Extinktion, Konzentration und Schichtdicke (Lambert-Beer-Gesetz).</li> <li>- berechnen den molaren Extinktionskoeffizienten.</li> <li>- bestimmen <math>\text{Cu}^{2+}</math>- und <math>\text{Ni}^{2+}</math>-haltige Proben VIS-photometrisch. Dazu werden die Lösungen mit Ammoniak bzw. Bromwasser, Citratpuffer und Dimethylglyoxim konditioniert.</li> <li>- nehmen das Absorptionsspektrum zur Bestimmung des Extinktionsmaximums auf.</li> <li>- setzen die Stammlösung an und stellen eine Verdünnungsreihe her. die aus fünf äquidistanten Standards in einer Konzentrationsdekade bestehen. Konzentrationen werden aus der Einwaage zurückgerechnet.</li> <li>- kalibrieren Messgeräte nach Vorschrift.</li> <li>- bedienen selbsttätig Klein- und Großgeräte der instrumentellen Analytik unter Zuhilfenahme von Bedienungsanweisungen.</li> <li>- werten Messdaten der VIS-Photometrie mit der Tabellenkalkulation Excel aus.</li> <li>- überprüfen die Linearität der Kalibrierfunktion.</li> <li>- Bewerten die Präzision der Kalibriergeraden anhand des Korrelationskoeffizienten <math>R^2</math>.</li> <li>- prüfen die Richtigkeit der Methode mit der Wiederfindungsrate eines externen Standards.</li> <li>- verdünnen konzentrierte Proben gezielt, bis die Analysenlösung im Zentrum des Kalibrierbereichs liegt.</li> <li>- berechnen den Gehalt der Proben aus der Kalibrierfunktion unter Berücksichtigung des Verdünnungsfaktors.</li> <li>- runden das Probenergebnis unter Beachtung der Signifikanzen.</li> <li>- können mit statistischen Größen, wie systematische Fehler, grobe</li> </ul>

	<p>Fingerprintbereich – charakteristische Banden, Korrelationstabellen</p>		<p>Fehler, statistische Fehler, Mittelwert und Standardabweichung, Variationskoeffizient, Vertrauensbereich, Präzision und Richtigkeit umgehen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bestimmen den Vitamin-C-Gehalt von unterschiedlichen Proben durch UV-Photometrie. Sie stellen die Kalibrierreihe und eine Analysenlösung her und führen eine Mikrofiltration durch, um unlösliche Bestandteile aus der Tablette abzutrennen. Der Analysegehalt wird unter Berücksichtigung des Aliquotierfaktors auf die durchschnittliche Tablettenmasse umgerechnet.</li> <li>- bestimmen den Gehalt von gegebenen Proben (z.B. <math>\text{Fe}^{3+}</math>, <math>\text{Pb}^{2+}</math>, <math>\text{Zn}^{2+}</math> oder <math>\text{Ni}^{2+}</math>) mit der Flammenatomabsorptionsspektroskopie. Sie wählen die Hohlkathodenlampe aus, justieren die Lampen, stellen Brenngas- und Luftzufuhr ein und zünden die Flamme.</li> <li>- stellen die Kalibrierreihe aus der Ursubstanz her. Kalibrierreihe und Analysenlösung werden mit einem Mikropipettiersystem hergestellt und mit Salpetersäure konditioniert.</li> <li>- führen die Vorbereitungen und Messungen unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften selbstständig durch.</li> <li>- identifizieren Coffein in Proben mittels HPLC mit RP-18-Säule.</li> <li>- stellen Parameter ein, injizieren die Probe in die Probenschleife und führen die Messung durch.</li> <li>- optimieren die Zusammensetzung der Eluentenmischung, die aus Methanol und Wasser besteht, und passen den Volumenstrom an, bis die Fraktionen vollständig getrennt sind.</li> <li>- bestimmen die Totzeit mit Thioharnstofflösung. Außerdem werden die Peaks zugeordnet. Dazu werden Standards mit dem eingestellten Eluentenprogramm chromatographiert.</li> <li>- werten die Chromatogramme aus, ermitteln die Bruttoretentionszeiten und Halbwertsbreiten der Peaks, berechnen Nettoretentionszeiten, Kapazitätsfaktoren und Peakauflösung, sowie Trennstufenzahl und Trennstufenhöhe, um die Trennleistung der Säule zu beurteilen.</li> <li>- nennen die Bauteile eines Gaschromatographen und erklären die Funktion.</li> <li>- wenden die FTIR-Spektroskopie an.</li> <li>- präparieren Flüssigkeiten zwischen NaCl-Fenstern mit der Sandwich-</li> </ul>
--	--	--	--

			<p>Technik und vermessen Feststoffe mit der ATR-Technik. NaCl-Fenster und ATR-Diamant werden vorschriftsmäßig gereinigt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- interpretieren die gemessenen Größen und Schwingungsarten, unterscheiden zwischen charakteristischem Bereich und Fingerprintbereich.</li> <li>- untersuchen bekannte und unbekannte Proben, u.a. Alkane, Alkene und Aromaten mit verschiedenen funktionellen Gruppen.</li> <li>- finden die Identität von gegebenen Verbindungen durch Vergleich des Fingerprintmusters mit ihrer selbsterstellten Datenbank heraus.</li> <li>- ordnen charakteristische Banden mit Hilfe von Korrelationstabellen zu.</li> </ul>
--	--	--	---



<b>8. Thema: Klinische Chemie</b>		<b>20 Stunden</b>	
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektrolyt-Bestimmungen</li> <li>– Eisen- und Schwermetall-Untersuchungen</li> <li>– Blutgasuntersuchungen</li> <li>– Messung des Blutglucosegehaltes</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- planen und evaluieren die Durchführung von volumetrischen, komplexometrischen und Redox-Titrationen zur Bestimmung von Elektrolyten und Blutgasen</li> <li>- geben die natürlichen und pathogenen Toleranzbereiche für Elektrolyten und Blutgase an und werten die Versuchsergebnisse entsprechend aus</li> <li>- führen fotometrische Verfahren zur Bestimmung von Metall-Ionen selbstständig durch</li> <li>- beziehen die Untersuchungsergebnisse auf die erforderlichen klinischen Parameter und ziehen Schlüsse daraus</li> <li>- bestimmen qualitativ den Glucosegehalt und führen einen Nachweis auf reduzierende Zucker durch</li> </ul>
<b>Literatur:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Jander/Jahr, Maßanalyse: Theorie und Praxis der Titrations mit chemischen und physikalischen Indikationen (de Gruyter Studium), 18. Aufl., De Gruyter 2012; ISBN: 9783110248982</li> <li>– Fachwissen Chemie, 1. Aufl. 2021, Europa Lehrmittel Verlag 2021, ISBN: 978-3-8085-6952-8</li> </ul>			

## Modulbeschreibung für ZEvA-Zertifizierung (BTA)

Berufsziel	Biologisch-Technische Assistentin Biologisch-Technischer Assistent (BTA)	Lehrer (Hof/KI/Pa/ Un/Irg)
Modulbezeichnung	8.2 Chemie für BTA	
Kompetenzen	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– charakterisieren Stoffe aufgrund ermittelter Parameter (z.B. aus Titrationskurven, Spektren).</li> <li>– planen zum Teil selbständig Versuche, leiten aus den Versuchsanforderungen die Arbeitsmethode ab.</li> <li>– analysieren Fehler und bewerten ihre Ergebnisse anhand statistischer Auswertungen.</li> <li>– leiten aus den Kenntnissen über Strukturen (Atomaufbau, Bindungsarten, funktionelle Gruppen) die Eigenschaften von Stoffen ab.</li> <li>– wenden Definitionen grundlegender chemischer Konzepte (wie Säure-Base, Redox-Begriff, chemisches Gleichgewicht; Energieumsetzung) auf verschiedene Beispiele an.</li> </ul>	Fach: CHA
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– PSE, Atomaufbau und Bindungsarten;</li> <li>– Theoretische Grundlagen von Lösungen und Puffersystemen;</li> <li>– Chemische Reaktionen auf molekularer und atomarer Ebene unter angemessener Verwendung der chemischen Formelsprache;</li> <li>– Stöchiometrisches Rechnen, Konzentrationen (c, <math>\beta</math>, w); Einwaageberechnungen, Verdünnungslösungen herstellen,</li> <li>– Einfache Statistik: Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient, Korrelationskoeffizient;</li> <li>– Reaktionstypen: Redoxreaktionen, Säure-Base-Reaktionen;</li> <li>– Das chemische Gleichgewicht, die Reaktionsgeschwindigkeit und Energieänderungen;</li> <li>– Lösungen, pH-Wert; Puffer</li> <li>– Einführung in die qualitative und quantitative Analyse (Volumetrie, Photometrie)</li> <li>– physikalisch-chemische Verfahren wie: Potentiometrie, Konduktometrie, Destillation, Extraktion, Dünnschichtchromatographie</li> <li>– Organische Chemie: Nomenklatur und Isomerie;</li> <li>– Chemie der funktionellen Gruppen und Stoffklassen unter Berücksichtigung grundlegender Reaktionstypen und Mechanismen;</li> <li>– Einführung in die Chemie der Naturstoffe: Lipide, Kohlenhydrate, Aminosäuren, Peptide</li> </ul>	Fach: CHA

Modulteilung	Semester/ Schulhalbjahr	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Studentische Arbeitsbelastung (in Zeitstunden)		Gesamtstunden	ECTS- Punkte
			Kontaktzeit (Lehrveranstaltungsstunden)	Selbststudium (Stunden)		
Theorie	1.-4.	1-2 Klausur(en)/Sem.	160	80	240	8
Notenschlüssel: Gesamtnote: 100 % ChA Theorie: 50 % Allgemeiner Teil, 50 % Klausur(en)						

<b>Chemie für BTA</b>	<b>Zertifizierung(ZEvA)</b>	<b>Lehrer (Hof/KI/Pa/Un/Irg)</b>
<b>BTA</b>	<b>Modulkatalog</b>	
<b>Kompetenzbeschreibungen</b>	<b>160 Stunden</b>	
<p><b>Übergeordnete Handlungskompetenzen</b>          Die SchülerInnen lösen selbstständig technische und organisatorische Fragestellungen. Sie führen Experimente eigenständig unter Beachtung der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes, der Regeln für eine gute Laborpraxis und dem wirtschaftlichen Einsatz der Arbeitsmaterialien durch. Durch einen ausgewogenen Wechsel von Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit erwerben sie die sozialen Kompetenzen, um Ziele zu reflektieren, selbstgesteuert Konsequenzen für die Arbeitsprozesse zu ziehen und Konflikte innerhalb einer Gruppe weitgehend eigenverantwortlich zu lösen.</p>		

1. Thema: Chemische Bindung		35 Stunden	
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Umgang mit dem PSE</li> <li>– Bindungslehre</li> <li>– Lewisformeln</li> <li>– Aufstellen von Reaktionsgleichungen</li> <li>– Zwischenmolekulare Kräfte</li> <li>– Van-der-Waals-Kräfte und Wasserstoffbrückenbindungen</li> <li>– Löslichkeit</li> <li>– Stoffkonstante</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– gehen sicher mit dem PSE um, so dass Sie die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Hauptgruppenelemente anhand ihrer Stellung im PSE beschreiben können.</li> <li>– beschreiben Molekülgeometrien mit dem EPA-Modell bzw. durch Hybridisierung.</li> <li>– gehen sicher mit Summenformeln, Lewisformeln und Reaktionsgleichungen um.</li> <li>– unterscheiden zwischen Ionenbindung, Metallbindung und Valenzbindung.</li> <li>– stellen anhand der Elektronegativitätsdifferenz begründete Vermutungen über Bindungsart und Polarität an.</li> <li>– wissen, dass die Löslichkeit in unterschiedlichen Lösungsmitteln vom Dipolmoment und von aliphatischen Resten, sowie von der Fähigkeit Wasserstoffbrückenbindungen zu bilden, abhängig ist.</li> <li>– stellen Stoffkonstante, wie z.B. Schmelzpunkt und Siedepunkt, in Zusammenhang mit Polarität und Molekulargewicht der Stoffe.</li> <li>– erklären Van-der-Waals-Kräfte und Wasserstoffbrückenbindungen.</li> <li>– beschreiben die Löslichkeitseigenschaften von Stoffen mit den Begriffen polar, unpolar, hydrophil, hydrophob, lipophil und lipophob.</li> <li>– schlagen auf der Grundlage von Molekülstruktur und funktionellen Gruppen Verbindungen vor, die als Solvenz in Frage kommen</li> </ul>

2. Thema: Chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz und Säure-Base- Gleichgewicht		40 Stunden	
<p><b>Inhalte</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Massenwirkungsgesetz</li> <li>– Gleichgewichtsreaktionen</li> <li>– Prinzip von Le Chatelier</li> <li>– Säure-Base-Theorie von Brönsted</li> <li>– Protolyse, Ampholyse und korrespondierende Säure-Base-Paare</li> <li>– Dissoziationskonstante K und Dissoziationsexponent pK</li> <li>– pH-Wert</li> <li>– starke und schwache Säuren</li> <li>– Titrationskurven</li> <li>– pH-Indikatoren</li> <li>– Salzbildungsarten u.</li> <li>– Nomenklaturregeln</li> <li>– Puffersysteme u. Berechnen von Pufferlösungen</li> <li>– Volumetrische Bestimmungen mit Titereinstellung</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Auszubildenden...</li> <li>– wenden das Massenwirkungsgesetz auf Gleichgewichtsreaktionen an.</li> <li>– berechnen Gleichgewichtskonstante und Ausbeute aus experimentell bestimmten Konzentrationen.</li> <li>– diskutieren verschiedene Möglichkeiten zur Verschiebung der Gleichgewichtslage.</li> <li>– wenden das Prinzip von Le Chatelier an und begründen, wie die Ausbeute von Druck und Temperatur abhängt.</li> <li>– erklären Säure-Base-Theorie von Brönsted und die Definitionen von Arrhenius.</li> <li>– erläutern Begriffe wie Protolyse, Ampholyse und korrespondierende Säure-Base-Paare anhand von Beispielen.</li> <li>– teilen Säuren und Basen anhand von Dissoziationskonstante K und Dissoziationsexponent pK in starke, schwache und sehr schwache Elektrolyte ein, die eine Relevanz in der klinischen Chemie haben.</li> <li>– berechnen pH-Werte für starke und schwache Säuren mit Näherungsformeln.</li> <li>– skizzieren potenziometrische Titrationskurven von Säuren und Basen, sie ordnen Halbäquivalenzpunkt, Pufferzone und Äquivalenzpunkt zu.</li> <li>– wählen geeignete pH-Indikatoren mit Hilfe des Tafelwerks von Küster und Thiel aus.</li> <li>– formulieren Reaktionsgleichungen für verschiedene Salzbildungsarten.</li> <li>– Benennen Salze von Säuren mit mehreren Dissoziationsstufen nach Nomenklaturregeln.</li> <li>– beschreiben die Funktionsweise eines Puffersystems an biologischen Beispielen, die für die klinische Chemie wichtig sind.</li> <li>– berechnen Pufferlösungen und setzen diese an.</li> <li>– bestimmen den Gehalt von Säuren und Basen, sowie den Titer von Maßlösungen volumetrisch.</li> <li>– wenden die Titrationsgleichung und Volumetriefaktoren zur Auswertung von volumetrischen Bestimmungen an.</li> <li>– bestimmen den Titer einer Maßlösung unter Verwendung von Ursubstanz, wie Natriumcarbonat und Kaliumhydrogenphthalat.</li> </ul>

3. Thema: Redoxreaktionen			20 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Oxidation und Reduktion</li> <li>– Oxidationszahlen</li> <li>– Oxidationsmittel und Reduktionsmittel</li> <li>– Gesamtgleichung zur Redoxreaktion</li> </ul>	<b>Kompetenzen</b>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– definieren die Oxidation als Elektronenabgabe und die Reduktion als Elektronenaufnahme.</li> <li>– bestimmen die Oxidationszahlen von organischen und anorganischen Verbindungen.</li> <li>– identifizieren Oxidationsmittel und Reduktionsmittel anhand der Änderung der Oxidationszahl.</li> <li>– nennen typische Oxidationsmittel wie <math>\text{KMnO}_4</math> und <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math>.</li> <li>– erstellen Reaktionsgleichungen für die Teilreaktionen „Oxidation“ und „Reduktion“.</li> <li>– formulieren die Gesamtgleichung zur Redoxreaktion, mit Elektronen-, Ladungs- und Stoffbilanz.</li> </ul>

4. Thema: Organische Chemie		65 Stunden
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematik organischer Verbindungen,</li> <li>- Stoffklassen, Funktionelle Gruppe, Eigenschaften,</li> <li>- Isomerien und Nomenklatur</li> <li>- Radikalische Substitution</li> <li>- Elektrophile Addition, Markownikow-Regel</li> <li>- Katalytische Hydrierung</li> <li>- Stoffklasse der Alkohole</li> <li>- Redoxgleichungen für die Oxidation von Alkoholen</li> <li>- Mechanismus für die säurekatalysierte Veresterung</li> <li>- Azidität von organischen Verbindungen</li> <li>- Induktiver und mesomerer Effekt</li> <li>- Elektrophile und nukleophile Substitution</li> <li>- Fette</li> <li>- Aminosäuren</li> <li>- Proteine</li> <li>- Kohlenhydrate</li> </ul>	<p><b>Kompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- begründen Vielfalt und Systematik organischer Verbindungen und nennen die wichtigsten Stoffklassen, sowie deren Funktionelle Gruppe.</li> <li>- kennen die homologen Reihen von Alkanen und Cycloalkanen, das Vorkommen und die Gewinnung, Tendenzen der physikalischen Eigenschaften, Isomerie, Nomenklatur, sowie die Konformationen der niederen Cycloalkane.</li> <li>- leiten Bindungsverhältnisse und Bindungswinkel aus dem Orbitalmodell ab. Die Geometrien des Kohlenstoffatoms in unterschiedlichen Funktionellen Gruppen werden durch verschiedene Hybridisierungen erklärt (<math>sp^3</math>, <math>sp^2</math>, <math>sp</math>).</li> <li>- leiten Bindungswinkel aus dem EPA-Modell ab</li> <li>- diskutieren den Reaktionsmechanismus einer Kettenreaktion am Beispiel der radikalischen Substitution von Brom und Heptan ausführlich. Die Schüler teilen den Reaktionsverlauf in Start-, Wachstum- und Abbruchreaktionen ein.</li> <li>- unterscheiden physikalische und chemische Eigenschaften der Halogenalkane und erkennen deren Umweltproblematik.</li> <li>- leiten die Eigenschaften von Alkenen und Alkinen aus deren Struktur ab.</li> <li>- erläutern den Reaktionsmechanismus für die Elektrophile Addition, die Markownikow-Regel der elektrophilen Addition von Halogenwasserstoffen an Alkenen mit endständiger Doppelbindung wird diskutiert.</li> <li>- erklären die Härtung von Pflanzenölen durch katalytische Hydrierung.</li> <li>- begründen, warum bei der unvollständigen Hydrierung eines mehrfach ungesättigten Fettes trans-Doppelbindung entstehen. Dies hat eine Relevanz für die klinische Chemie, da Transfette Auslöser für Herz-Kreislauf-Erkrankungen sein können.</li> <li>- definieren die Stoffklasse der Alkohole. Sie referieren über Herstellung, Verwendung, Nomenklatur und über physikalische und chemische Eigenschaften von Alkoholen. Sie führen hohe Siede- und Schmelztemperaturen auf die Bildung von Wasserstoffbrückenbindungen zurück.</li> <li>- vergleichen die Reaktion mit Alkalimetallen zu Alkoholaten mit der Reaktion des Wassers.</li> <li>- formulieren Redoxgleichungen für die Oxidation von Alkoholen mit</li> </ul>



			<p>Kupfer(I)-oxid zum Aldehyd, bzw. mit <math>\text{KMnO}_4</math> oder <math>\text{CrO}_3</math> zu Ketonen oder Carbonsäuren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Dehydratisierung von Alkoholen und die Bildung von Ethern.</li> <li>- übertragen den Mechanismus für die säurekatalysierte Veresterung von Essigsäure mit Ethanol auf andere Carbonsäuren und Alkohole. Methoden zur Verbesserung der Ausbeute, wie z.B. wasserbindende Zusätze, aktivierende Reagenzien, Alkoholüberschuss oder Reaktionen mit dem Wasserabscheider werden diskutiert.</li> <li>- geben an, dass chemische Eigenschaften von Phenolen und Alkoholen vergleichbar sind, wobei die Azidität von Phenol stärker ist als von Methanol.</li> <li>- Kennen und erklären die toxische Wirkung von Methanol und dessen Nachweis im Rahmen der klinischen Chemie</li> <li>- diskutieren den Einfluss von Substituenten mit induktivem und mesomerem Effekt auf die Säurestärke von Carbonsäuren.</li> <li>- Kennen und erklären die physikalischen und chemischen Unterschiede von Fetten, Aminosäuren, Proteinen und Kohlenhydraten.</li> <li>- unterscheiden und erklären verschiedene Nachweismethoden von Fetten, Proteinen und Kohlenhydraten im Rahmen der klinischen Chemie</li> </ul>
<b>Literatur:</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachwissen Chemie, 1. Aufl. 2021, Europa Lehrmittel Verlag 2021, ISBN: 978-3-8085-6952-8</li> <li>- Chemie heute SII, Allgemeine Ausgabe, Schroedel/Westermann 2018, ISBN: 978-3-507-88460-1</li> <li>- Elemente Chemie 1, Klett 2007, ISBN: 9783127560701</li> </ul>

Studentenafel der Berufsfachschule für technische Assistent*innen															
	Halbjahre:	1.	2.	3.	4.	5.	6.		1.	2.	3.	4.		1.	2.
	Bildungsgänge:	BTA, 3-jährig							BTA, 2-jährig					DQB	
DE	Deutsch	2	2	2	2	4	4								
EG	Englisch	3	3	3	3	3	3		2	2	2	2		2	2
SK	Wirtschafts- und Sozialkunde	3	3	3	3				2	2	2	2		2	2
SP	Sport	2	2	1	1	1	1		1	1	1	1			
MA	Mathematik	3	3	2	2	2	2								
CH	Chemie	3	3												
PH	Physik	3	3	2	2				2	2					
BI	Biologie	3	3												
PCH	Chemisches Praktikum	5	5												
PPH	Physikalisches Praktikum	4	4	2	2				2	2					
PBI	Biologisches Praktikum	5	5											5	5
FA	Funktionelle Anatomie			2	2	2	2		2	2	2	2		3	3
MB	Mikrobiologie			2	2	2	2		2	2	2	2		3	3
APh	Angewandte Physiologie					2	2				2	2		2	2
BC	Biochemie			2	2	2	2		2	2	2	2		2	2
ChA	Chemie und Analytik für Biologen			2	2	2	2		2	2	2	2			
NWE	Naturwissenschaftliche Einführung								3	3					
PFA	Praktikum Funktionelle Anatomie			3	3	3	3		3	3	3	3			
PMB***	Praktikum Mikrobiologie (Gruppe A B B A)***			5	5	5	5		5	5	5	5		5	5
PAPh	Praktikum Angewandte Physiologie					4	4				4	4		4	4
PBC***	Praktikum Biochemie (Gruppe B A A B)***			5	5	5	5		5	5	5	5		3	3
	(rechnerischer Zeitausgleich PMB - PBC)			-5	-5	-5	-5		-5	-5	-5	-5			
PChA	Praktikum Chemie und Analytik für Biologen			4	4	2	2		4	4	2	2			
PID	Praktikum Information und Dokumentation								2	2					
PBIN	Praktikum Bioinformatik					3	3				3	3		3	3
PRO	Projekt										2	2			
	<b>Summen:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>37</b>	<b>37</b>		<b>34</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>34</b>
***) Wenn in Gruppen A und B geteilt: Reihenfolge in den vier Halbjahren															