

Modulkatalog für Biologisch-Technische AssistentInnen (BTA)

Die folgenden Module wurden von der Lise-Meitner-Schule
entwickelt.

In der folgenden Darstellung handelt es sich um detaillierte Beschreibungen der Module.

Die Zertifizierung erfolgt mit der Zentralen Evaluations- und Akkreditierungsagentur Hannover(ZEvA)

Inhaltsverzeichnis (BTA)

Module

Angewandte Bioinformatik	3-9
Biochemie	10 - 16
Molekularbiologie.....	18 - 24
Botanik	25 - 29
Zellbiologie	30 - 34
Zoologie.....	35 - 41
Mikrobiologie	42 - 54
Physik-Chem. Grundlagen der Analytik-Praxis.....	55 - 63
Physik-Chem. Grundlagen der Analytik-Theorie	64 - 70
Betriebspraktikum	71
Kommunikation und Präsentationstechniken	72 - 74
Projekt	75 - 77
Englisch-Fremdsprachenzertifikat.....	78 - 79

	Angewandte Bioinformatik		Zertifizierung(ZEvA)
	BTA	Modulkatalog	

Kompetenzbeschreibungen

Übergeordnete Handlungskompetenzen

- Informationsgewinnung im Internet
- Datenbanksuche in molekularbiologischen Datenbanken
- Bedienung von Online-Tools zur Analyse molekularbiologischer Daten
- Interpretation der Ergebnisse von Datenbanksuchen
- Dokumentation von Datenbanksuche und mit Online-Tools gewonnener Ergebnisse
- Erstellen eines digitalen Protokolls (mittels Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationssoftware, z.B. Word, Excel)
- Ablage und Austausch von Dokumenten in einem Computernetzwerk
- Arbeit im Team, arbeitsteilige Arbeit in Gruppen
- Präsentation eigener Ergebnisse

1. Einführung

6 Stunden

Inhalte	<p>Untersuchung von evolutionären Verwandtschaftsbeziehungen mit verschiedenen Werkzeugen (Tools) der Bioinformatik, evolutionäre Verwandtschaft (Homologie) zwischen Hämoglobin, Myoglobin und Leghämoglobin, mRNA, Protein, Dotplot, BLASTp, STRAP-Alignent</p> <p>Arbeitsfeld Bioinformatik, gigantische Datenmengen, Gründe für exponentielles Wachstum der Datenbankeinträge</p> <p>NCBI-Server: Suche nach Informationen zu HBB (humanes Betaglobin) Welche Informationen über Organismen, Nucleotidsequenzen, Gene und Proteine kann man über die Webseite von NCBI gewinnen?</p>	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – erkennen, dass die evolutionäre Verwandtschaft verschiedener Globine (Hämoglobin A1, Myoglobin, Leghämoglobin) in der Bioinformatik mit verschiedenen Tools (Dotlet, BLAST, STRAP) untersucht werden kann. – folgern aus den Ergebnissen dieser Untersuchung, dass auf der Proteinebene eine Identität von über 25 % ausreicht um Homologie der beiden Sequenzen anzunehmen. – definieren, dass das Arbeitsfeld der Bioinformatik die Bereitstellung von mathematischen Methoden und Algorithmen für die Analyse von Nucleinsäure- und Aminosäuresequenzen umfasst. – erkennen dass, der gigantische Zuwachs an Daten durch die rasante Entwicklung der DNA-Sequenziertechnologien bedingt ist. – definieren NCBI als National Center for Biotechnology Information, welches öffentliche Datenbanken erstellt, Forschung in rechnergestützter Biologie betreibt, Software-
----------------	--	--------------------	--

			<p>Werkzeuge zur Analyse genomischer Daten bereitstellt und biomedizinische Information verbreitet.</p> <ul style="list-style-type: none"> – ermitteln mit Hilfe des NCBI-Servers Informationen zur Anzahl von Organismen in GenBank sowie zum humanen Betaglobin (NCBI Genome, NCBI All Databases, NCBI Nucleotide, NCBI Gene, NCBI Protein, NCBI Structure). – beschreiben GenBank als eine der drei größten DNA-Sequenzdatenbanken neben EMBL-Bank (European Molecular Biology Laboratory) und DDBJ (DNA Data Bank of Japan). – unterscheiden RefSeq (Reference Sequence database) von GenBank, wobei RefSeq nur einen einzelnen Datensatz für jedes natürliche biologische Molekül enthält, nur auf sogenannte Hauptorganismen begrenzt ist und separate Datensätze für genomische DNA, Gen-Transkripte und die von diesen Transkripten abgeleiteten Proteine zur Verfügung stellt. – erkennen den Unterschied zwischen Accession Numbers und GI Numbers.
2. Sequenzalignment mit Dotplot und Dotlet			18 Stunden
Inhalte	<p>Erstellen eines Sequenzalignments mit Dotplot: Dotplot-Matrix, signifikante Treffer, Fenstergröße, Rauschen, Haupt- und Nebendiagonalen, Motiv, Wiederholungen (Repeats), Lücken (Gaps), Identität, Insertion, Deletion, Palindrom</p> <p>Erstellen eines Sequenzalignments mit Dotlet: Eingabe, Bewertung, Fenstergröße, Darstellungsmaßstab, Rauschunterdrückung, Alignment, Dokumentation des Dotplots, zeichnerische Darstellung der signifikanten Sequenzabschnitte (Motive), Analyse von Verwandtschaft und Genstruktur (Repeats, Gaps)</p>	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – erklären Sequenzalignment als Verfahren, bei dem zwei Nucleotid- oder Aminosäuresequenzen systematisch aneinander ausgerichtet, um Regionen zu identifizieren, die signifikant übereinstimmen. – erklären Dotplot als "Punkteschema", einfaches Diagramm, das Ähnlichkeiten zwischen zwei Sequenzen abbildet und in Form einer Tabelle bzw. Matrix erstellt wird. – erstellen handschriftlich ein Dotplot. – analysieren das Dotplot hinsichtlich signifikanter Übereinstimmungen (Fenstergröße), Diagonalen (Identität), Wiederholungen (Duplikation) und Lücken (Deletion, Insertion). – führen Sequenzalignments mit Dotlet nach Vorgaben (Bewertung, Fenstergröße, Maßstab, Rauschunterdrückung, Wiederholungen) durch und dokumentieren die Ergebnisse

	Übungen Dotplot		<p>mit Bildschirmfotos.</p> <ul style="list-style-type: none"> – analysieren mit Dotlet sowie zeichnerisch und verbal die Aminosäuresequenzen zweier Proteine hinsichtlich gemeinsamer signifikanter Sequenzabschnitte (Motive) und gehen dabei auf Matches, Mismatches und Positives ein. – analysieren mit Dotlet sowie zeichnerisch und verbal genomische DNA und mRNA eines eukaryotischen Gens hinsichtlich seiner Exon-Intron-Struktur (Exon = Diagonale, Intron = Lücke, Gap) und der Eigenschaft des verwendeten DNA-Einzelstranges (codierend, codogen, "revcomp'd").
3. Sequenzierungstechnologien			6 Stunden
Inhalte	DNA-Sequenzierungs-Technologien. Sanger Sequenzierung, Cycle Sequencing, Next Generation Sequencing	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – erläutern kurz das Prinzip einer Sequenzierungsmethode. – begründen die Ableserichtung der Basenfolge (5'-3' oder 3'-5'). – ermitteln aus Autoradiogram, Chromatogram bzw. Flowgram die jeweilige Basensequenz.

4. Sequenzalignment mit BLAST		33 Stunden
<p>Inhalte</p>	<p>BLAST I: BLAST (basic local alignment search tool), BLASTN: Enter Query Sequence, Choose Search Set, Program Selection, Request-ID, Dokumentation der BLAST-Suche, Vergleich der BLAST-Ergebnisse von Top- und Bottomstrand, Graphic Summary, Descriptions, Alignments, Identities, Query coverage, NCBI-Taxonomiebrowser, Speichern im FASTA-Format, Interpretation der Datenbanksuche</p> <p>BLAST II-Statistik: Bewertung von BLAST-Treffern, Matches, Mismatches, Positives, Gaps, Alignment, Score, E-Value, Berechnungsbeispiele</p> <p>BLAST II: Vergleich von Teilsequenzen und Gesamtsequenz, Bewertung von BLAST-Treffern</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – erklären, dass man Homologe (evolutionär verwandte Moleküle) entweder durch Sequenzalignment (bei Nucleinsäuren bzw. Proteine) oder (bei Proteinen) durch Vergleich der 3-dimensionalen Struktur erkennen kann. – definieren Homologe, die bei verschiedenen Arten vorkommen und in diesen die gleiche Funktion erfüllen als Orthologe. – definieren Homologe, die bei der gleichen Art vorkommen, durch Genduplikation entstanden sind, Mutationen erfahren haben und in Folge dessen unterschiedliche Funktionen erfüllen können als Paraloge. – berechnen die Bewertung (Score) für ein vorgegebenes Sequenzalignment mit einem einfachen Punktesystem, das Übereinstimmungen (Matches, Positives) und Lücken (biologische Entsprechung von Deletionen und Insertionen) bewertet. – erkennen, dass das Sequenzalignment einer Sequenz statistisch signifikant (nicht zufallsbedingt) ist, wenn es einen höheren Score aufweist als eine vergleichbare Sequenz, die die gleichen Nucleotide bzw. Aminosäuren in einer anderen Reihenfolge besitzt. – erläutern den BLAST-Algorithmus, der die Einteilung der eingegebenen Sequenz in "Worte", die Suche auf Datenbank-Sequenzen, das Finden von High-Scoring-Pairs und das Erweitern in Wörter umfasst. – beschreiben, was BLAST (basic local alignment search tool) leistet: ist auf Teilsequenzen beschränkt, macht paarweise Sequenz-Alignments zwischen einer Sequenz (Query) und einer ganzen Datenbank (Sbjct), findet Regionen lokaler Ähnlichkeit zwischen Sequenzen,

			<p>berechnet die statistische Signifikanz von Treffern, kann verwendet werden, um funktionale und evolutionäre Verwandtschaft zwischen Sequenzen, hilft bei der Identifikation von Genfamilienmitgliedern.</p> <ul style="list-style-type: none"> - führen selbständig gemäß Vorgaben mit BLASTn eine Datenbanksuche mit einem DNA-Einzelstrang (Top-Strand) sowie mit dessen komplementärem Strang (Bottom-Strand) durch. - vergleichen die Ergebnisse von Top- und Bottom-Strand im Hinblick auf die verbalen Angaben sowie die statistischen Größen in Descriptions und Alignments. - dokumentieren nach Vorgabe die Ergebnisse ihrer BLASTn-Suche. - erklären die Bedeutung verschiedener BLAST-Angaben wie Request-ID, Recent Results, Color Key (Graphic Summary). - erläutern die Begriffe Ident, Max ident und Query cover sowie die Berechnung dieser drei Werte an Beispielen. - speichern die Nucleotidsequenz eines Treffers nach Vorgabe im FASTA-Format. - Interpretiere das Ergebnis der Datenbanksuche hinsichtlich Identität, Query cover und Plausibilität. - beurteilen die Alignment-Tools Dotlet und BLAST im Hinblick auf Vor- und Nachteile sowie im Hinblick auf die Information, die diese Tools liefern: schneller Überblick (z.B. Diagonale, Repeat, Gap), statistische Größen (z.B. Score, E-Value, Identity, Query Coverage), Automatisierbarkeit, Sensitivität - ermitteln handschriftlich und durch Berechnung des Raw-Scores das "wahre" Alignment zweier Sequenzen. - berechnen E-Werte, wobei in der Formel jeweils eine Größe erhöht wurde, um die Tendenz zu zeigen und interpretieren die Ergebnisse ihrer Berechnungen. - interpretieren die E-Werte nach einer einfachen Faustregel: E 10-12 Sequenzen vermutlich homolog, E zwischen 10-5 und 10-12 Homologie nicht auszuschließen, E > 10-5
--	--	--	--

			<p>Übereinstimmung wahrscheinlich zufällig.</p> <ul style="list-style-type: none"> – beurteilen die E-Werte von BLASTn-Suchen im Hinblick auf Einflussgrößen und Homologie.
5. Entwickeln eines Gentests			27 Stunden
Inhalte	<p>Entwickeln eines Gentests für Sichelzellanämie, Informationsgewinnung: Sichelzellanämie, Genmutation, Real-time PCR, Sequenzen (DNA, mRNA, Protein) im FASTA-Format, Genstruktur</p> <p>BioEdit, Alignment, Beschriften der relevanten Strukturen (Exons, Introns, Intron-Consensus-Motive GT ... AG, polyA-Signal, Punktmutation HbS, Start- und Stopp-Codon)</p> <p>Primerdesign und –alignment mit BioEdit</p>	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – erläutern die molekulare Ursache für die Sichelzellen-Anämie (Untereinheit HBB, Punktmutation HbS-Mutation, Gen-, mRNA-, Proteinebene). – erläutern das Prinzip der Real-Time PCR. – ermitteln unter NCBI-Gene die Referenz-Sequenzen für HBB (genomische DNA, mRNA und Protein). – speichern die o.g. Sequenzen im FASTA-Format. – beschriften und beschreiben anhand eines Bildschirmfotos aus NCBI-Gene die Genstruktur von HBB. – ermitteln aus NCBI-Gene alle Exon-/Intron-Koordinaten und Informationen zur kodierenden Sequenz. – fassen die bekannten Koordinaten in einer handschriftlichen Skizze der Genstruktur zusammen. – erstellen mit BioEdit ein Alignment von genomischer DNA, mRNA und Protein. – ermitteln die Exongrenzen in der mRNA – ermitteln die Koordinaten aller relevanten Strukturen (ATG, Stopp-Codon, HbS-Mutation, Exon 1, Intron 1 usw.) und stellen diese tabellarisch dar. – führen mit Primer3 selbständig gemäß Vorgaben die Suche nach einem geeigneten Primer-Set sowie einem geeigneten internen Oligonucleotid (HybridizationProbe, Taqman-Sonde) durch. – erstellen mit BioEdit ein Alignment von mRNA, Primern und internem Oligonucleotid.

Literatur

- Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Lubert Stryer 2013: Stryer Biochemie. Springer Verlag Heidelberg, 7. Auflage.
- Malcom Campbell, Laurie J. Heyer 2003: Discovering Genomics, Proteomics & Bioinformatics.
- Werner Müller-Esterl 2011: Biochemie. Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2010, 2. Auflage.
- Jonathan Pevsner 2009: Bioinformatics and Functional Genomics. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Second Edition.

	Modul Biochemie		Zertifizierung(ZEvA)
	BTA	Kompetenzbeschreibung oder Modulkatalog	

Kompetenzbeschreibungen

Übergeordnete Handlungskompetenzen

- Interpretation von Diagrammen und wissenschaftlichen Schemata
- Beschreibung chemischer Reaktionswege
- Sicherer Umgang mit Gefahrstoffen und Arbeitsgeräten im SI-Labor
- Planung, Durchführung, Protokollierung (mittels Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationssoftware, z.B. Word, Excel), Auswertung und Diskussion von Experimenten
- Suche in biologischen Datenbanken (z.B. NCBI-Genbank, ExpASY-UniprotKB/Swiss-Prot/PDBSum)
- Handhabung von Online-Tools biologischer Datenbanken (z.B. Dotlet, Blast)
- Informationsgewinnung im Internet und Präsentation (mittels Präsentationssoftware, z.B. PowerPoint)
- Trennung von digitalen Proteingemischen mit Simulationssoftware (z.B. Protlab)

Verwendete Abkürzungen:

BC = Theorieunterricht Biochemie
PBC = Praktikum Biochemie
PBIN = Praktikum Bioinformatik (Simulationssoftware Protlab)
CHA = Theorieunterricht Physikalische und chemische Grundlagen der Analytik
PCHA = Praktikum Physikalische und chemische Grundlagen der Analytik
MB = Theorieunterricht Mikrobiologie
PMB = Praktikum Mikrobiologie

1 Aminosäuren			BC 15 Stunden
Inhalte	Wiederholung: Aufbau der Aminosäuren, biochemische Eigenschaften, Ladungszustand in Abhängigkeit vom pH-Wert, biochemische Trennverfahren	Kompetenzen	Die Auszubildenden <ul style="list-style-type: none"> - leiten aus dem Aufbau der Aminosäuren ihre chemischen Eigenschaften ab. - erstellen und analysieren Aminosäure-Titrationskurven im Hinblick auf Nettoladungen in Abhängigkeit vom pH-Wert, pK-Werte/Pufferbereiche sowie pI-Werte. - planen anhand dieser Titrationskurven Elektrophorese- und Ionenaustauschchromatographie-Experimente.
2 Ladungseigenschaften von Peptiden und Proteinen			BC 8 Stunden PBC 8 Stunden
Inhalte	pI-Abschätzung, Nettoladungskurven, Präzipitation	Kompetenzen	Die Auszubildenden <ul style="list-style-type: none"> - schätzen die Nettoladungskurven von Proteinen/pI-Werte/pH-Bedingungen für die Präzipitation anhand der pK-Werte der geladenen Gruppen des Proteins ab. - handhaben Online-Tools zur Bestimmung des pI (z.B. Compute pI). - führen ein Experiment zur Isoelektrischen Fokussierung nach vorgegebener Arbeitsanweisung selbständig durch und werten dieses aus.

3 Analyse von Aminosäurezusammensetzung und -sequenz eines Proteins		BC 10 Stunden	
Inhalte	Totalhydrolyse, Ionenaustauschchromatographie, Quantifizierung, Edman-Abbau, Zerlegung längerer Proteinketten in kleinere Fragmente (chemisch, enzymatisch)	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erläutern das Prinzip der Totalhydrolyse - interpretieren das Chromatogramm aus einer HPLC-Trennung von PTC-Aminosäuren. - planen Experimente zur Trennung von Aminosäuregemischen durch Ionenaustauschchromatographie - erläutern das Prinzip des Edman-Abbaus. - klären die Aminosäuresequenz eines Proteins auf nach Edman-Abbau und Zerlegung der Proteinketten mit verschiedenen Agenzien/Enzymen.
4 Strukturebenen von Proteinen und Proteinkonformation			
4.1 Strukturebenen und Proteinkonformation		BC 13 Stunden	
Inhalte	<p>Primärstruktur: Peptidbindungen</p> <p>Zwischenmolekulare Kräfte: Hydrophobe Wechselwirkung/ Aminosäuren, Hydrophober Effekt, Ionenbindung/ geladene Aminosäuren, Disulfidbrücken/ Cysteine, Wasserstoffbrücken/ AS-Donor und -Akzeptor</p> <p>Sekundärstrukturelemente: Helices, Helicales Rad; β-Stränge, β-Faltblätter (parallel, antiparallel, gemischt); β-Haarnadelschleifen, β-Schleifen; Anfinsen-Experiment</p> <p>Tertiär- und Quartärstruktur</p>	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - benennen, beschreiben und unterscheiden die Strukturebenen von Proteinen. - erläutern die chemischen Bindungen, Wechselwirkungen und Effekte, die zur Ausbildung der Strukturebenen führen. - interpretieren das Anfinsen-Experiment.


4.2 Auswirkungen von Gemutationen auf die Proteinstruktur			BC 10 Stunden
Inhalte	neutrale Mutation, Nonsense-Mutation, Missense-Mutation, Leserasterverschiebungen (Insertion, Deletion), Mutation im Intronconsensus-Motiv usw.	Kompetenzen	Die Auszubildenden <ul style="list-style-type: none"> - analysieren und beurteilen die Auswirkungen von Genmutationen auf die Proteinstruktur.
5 Charakterisierung von Proteingemischen			PBC 120 Stunden PBIN 85 Stunden
Inhalte	Zellaufschluss von Bakterienzellen via Ultraschall Hitzedenaturierung, Ammoniumsalzpräzipitation chromatographische Aufreinigung (Affinitätschromatographie, Hydrophobe Interaktionschromatographie, Gelfiltration Ionenaustauschchromatographie) Bestimmung der Proteinkonzentration (photometrisch, Biuret, Bradford) Größenbestimmung (SDS-PAGE) immunologische Identifizierung (Western-Blotting) Isoelektrische Fokussierung HPLC	Kompetenzen	Die Auszubildenden <ul style="list-style-type: none"> - führen Experimente zur Proteinauftrennung und Charakterisierung nach Vorschrift selbständig durch. - trennen ein komplexes digitales Proteingemisch mit Hilfe von Simulationssoftware (z.B. Protlab) auf.

6 Posttranslationale Prozessierung und Sortierung von Proteinen			BC 17 Stunden
Inhalte	Bestimmungsorte der Proteinsortierung, Puls-Chase Experimente, Präproteine, Signalsequenz, SRP-Transportzyklus, Mechanismen der Proteinverteilung,	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erläutern die vier Komponenten (Signalsequenz, Signalerkennungspartikel, SRP-Rezeptor und Translocon), die an der Translokation eines sekretorischen bzw. membranspezifischen Proteins in das Lumen des rauhen ER beteiligt sind (SRP-Transportzyklus). - interpretieren Experimente (z.B. Puls-Chase Experimente, Palade 1970) im Hinblick auf den Transport sekretorischer Proteine in der Zelle. - erläutern die Rolle von Transportvesikeln, Cargo-Rezeptor, Hüllproteinen und integralen Proteinen für den Transport des Proteins an den richtigen Bestimmungsort. - analysieren die posttranslationale Prozessierung von Proteinen (z.B. Insulin oder Pepsin).
7 Proteinfaltung und Krankheit			BC 17 Stunden
Inhalte	<p>Hitzeschockproteine, Chaperon-vermittelte Proteinfaltung</p> <p>Proteinfehlfaltung und Krankheit an ausgesuchten Beispielen (z.B. Alzheimer, Parkinson, Huntington, Spongiforme Encephalopathien)</p>	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - schlussfolgern aus Experimenten (z.B. Takahashi und Komeda 1989), dass Hitzestress die Bildung stressinduzierter Proteine auslöst. - erläutern die Funktion von Hitzeschockproteinen (Chaperonen). - erläutern die Rolle hydrophober Aminosäureseitenketten bei Proteinfaltung und -fehlfaltung. - nennen weitere Bedingungen unter denen die Synthese von Chaperonen induziert wird. - erläutern den molekularen Mechanismus der Chaperonaktivität. - beschreiben die Quartärstruktur eines Chaperons (z.B. GroEL). - untersuchen den Zusammenhang von Proteinfehlfaltung und Krankheit an ausgesuchten Beispielen.

8 Ubiquitin-Proteasom-Pathway			BC 10 Stunden
Inhalte	<p>Abbau von Proteinen: Regulation des Abbaus cytosolischer Proteine durch Ubiquitin, Ubiquitinylierung (Ubiquitin-Konjugation), Rolle der Enzyme 1-3 (ubiquitinaktivierendes Enzym E1, ubiquitin-konjugierendes Enzym E2, Ubiquitin-Protein-Ligase E3) im Hinblick auf die Spezifität der Ubiquitinylierung, Proteasom, Schnelligkeit des Abbaus (N-End-Regel, Destruction Box, PEST-Sequenz)</p> <p>Störungen in Proteasom-regulierten Signalwegen an ausgewählten Beispielen (z.B. Proteasom und DNA-Reparatur, Proteasom-Inhibitor, spezifischer E3-Ligase-Hemmer)</p>	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - unterscheiden Lysosom- und Proteasom-vermittelte Proteolyse (Abbau exogener bzw. endogener Proteine). - beschreiben den Abbau endogener Proteine als zweistufigen Prozess, der Ubiquitinylierung und Abbau über das Proteasom umfasst. - interpretieren Experimente zum Proteinabbau (z.B. Ciechanover, Hod und Hershko 1978). - erläutern die Ubiquitinylierung von Proteinen (Markierung). - erläutern, dass unterschiedliche E1-3-Enzyme die Spezifität der Ubiquitinylierung garantieren. - erläutern Aufbau und Funktion des Proteasoms - beschreiben den Einfluss von Aminosäuren bzw. Aminosäuresequenzen im Protein auf die Schnelligkeit des Abbaus. - erläutern Einsatzmöglichkeiten neuer Medikamente bei Störungen in Proteasom-regulierten Signalwegen.
9 Regulation der Enzymaktivität			BC 20 Stunden PBC 22 Stunden PBIN 5 Stunden
Inhalte	<p>grafische Darstellung der Enzymkinetik Enzymsättigungskurve/Michaelis-Menten-Diagramm, (V_{max}, $\frac{1}{2} V_{max}$ sowie K_M) und. Lineweaver-Burk-Diagramm</p> <p>wichtige Kenngrößen von Enzymen (Michaelis-Konstante K_M, katalytische Konstante K_{cat}, Wechselzahl)</p> <p>Messung der Enzymaktivität: Maßeinheiten, Messtechniken, Einflussgrößen auf die Enzymaktivität</p>	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - ermitteln experimentell (photometrisch) die Michaelis-Konstante (K_M) eines Enzyms (z.B. Alkoholdehydrogenase) anhand von Michaelis-Menten-Diagramm sowie anhand von Lineweaver-Burk-Diagramm. - analysieren den Hemmtyp der Fomepizol-Hemmung der Alkohol-Dehydrogenase mit Hilfe der beiden o.g. Diagramme. - erklären anhand der Enzymsättigungskurve die Größen V_{max}, $\frac{1}{2} V_{max}$ sowie K_M. - nennen Maßeinheiten und Messtechniken der Enzymaktivität. - erläutern Einflussgrößen auf die Enzymaktivität. - erläutern die Bedeutung wichtiger Kenngrößen von Enzymen (K_M,

	<p>Enzymkinetik und Hemmungen Allosterische Regulatoren</p>		<p>K_{cat}, Wechselzahl).</p> <ul style="list-style-type: none"> – vergleichen die Charakteristika kompetitiver und nichtkompetitiver Inhibitoren sowie allosterischer Regulatoren. – berechnen spezifische Aktivität, Anreicherung und Ausbeute der einzelnen Fraktionen einer Proteinauftrennung.
<p>Literatur</p>			
<ul style="list-style-type: none"> – Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Lubert Stryer 2013: Stryer Biochemie. Springer Verlag Heidelberg, 7. Auflage. – Malcom Campbell, Laurie J. Heyer 2003: Discovering Genomics, Proteomics & Bioinformatics. – Gerhard Richter 2003: Praktische Biochemie. Grundlagen und Techniken. Georg Thieme Verlag Stuttgart. – Werner Müller-Esterl 2011: Biochemie. Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2010, 2. Auflage. – Jonathan Pevsner 2009: Bioinformatics and Functional Genomics. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Second Edition. 			

Verweise auf Inhalte und Kompetenzen anderer Module			
10 Modul Molekularbiologie			BC (alle Theorieinhalte) PBC (alle Praktikumsinhalte)
Inhalte	alle Inhalte des Moduls Molekularbiologie	Kompetenzen	– siehe dort
11 Biomoleküle, u.a. Kohlenhydrate und Fette			PCHA 52 Stunden
Inhalte	siehe Modul Physikalische und chemische Grundlagen der Analytik	Kompetenzen	– siehe dort
12 Instrumentelle Analytik und Grundlagen der Statistik			PCHA 138 Stunden
Inhalte	siehe Modul Physikalische und chemische Grundlagen der Analytik	Kompetenzen	– siehe dort
13 Diagnostische Methoden (Mikrobiologie, Immunologie)			MB 25 Stunden PMB 15 Stunden
Inhalte	siehe Modul Mikrobiologie	Kompetenzen	– siehe dort

	Molekularbiologie		Zertifizierung(ZEvA)
	BTA	Modulkatalog	

Kompetenzbeschreibungen

Übergeordnete Kompetenzen

- Selbständiges und verantwortungsbewusstes Denken und Handeln
- Selbständiges Planen, Durchführen und Beurteilen von Arbeitsaufgaben in Hinblick auf die Berufstätigkeit und Weiterbildung
- Bereitschaft und Fähigkeit sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht, durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten (Handlungs- und Sozialkompetenz).
- 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)
- Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität (Sozialkompetenz)
- Entwicklung von Methoden- und Lernkompetenz

Die Auszubildenden

- können Sachverhalte anhand von Vorträgen, Präsentationen nachvollziehen und verstehen, einordnen, strukturiert mitschreiben.
- erarbeiten Sachverhalte eigenständig und in der Gruppe, halten dabei Absprachen ein.
- präsentieren Sachverhalte, Arbeitsergebnisse vor einer Gruppe.
- verstehen Fachvorträge und wenden Fachsprache an.
- erschließen, beurteilen und nutzen unterschiedliche Informationsquellen, auch in englischer Sprache.
- analysieren, bewerten fachliche Probleme im Hinblick auf arbeitsorganisatorische, molekularbiologische Sachverhalte, verknüpfen diese und leiten daraus geeignete Lösungswege ab.
- planen und führen prozessorientierte Arbeitsabläufe selbstständig durch.
- wählen und beurteilen Betriebsmittel.
- verknüpfen arbeitsorganisatorische und technologische Sachverhalte.
- führen fachbezogene Berechnungen durch.
- kontrollieren, dokumentieren und bewerten Arbeitsergebnisse.
- zeigen die relevanten fachlichen Hintergründe ihrer Arbeit auf und begründen ihre Vorgehensweise.
- beziehen Maßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheits- und Umweltschutz bei der Arbeit ein.
- hinterfragen und beurteilen begründend kontrovers diskutierte molekularbiologische Sachverhalte.

Thema: Molekulare Grundlagen der Vererbung		12 Stunden	
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Nucleinbasen, Zucker, Phosphatreste, Nucleosid, Nucleotid – Bildung eines Polynucleotidstrangs über Phosphodiesterbindungen; – Chargaff-Regeln, Basenpaarungen (Doppelhelix, Antiparallelität und Orientierung der komplementären DNA-Stränge), Basenstapelung – Eigenschaften der Nucleinsäuren: Absorption von UV-Licht, Schmelzen, T_m, Hybridisierung, Interkalation, Verhalten in wässriger Lösung 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – demonstrieren den molekularen Aufbau der Nucleinsäuren und den Aufbau von DNA. – analysieren den Zusammenhang zwischen DNA-Struktur und Funktion.
2. Thema: Replikation und Vererbung von DNA		30 Stunden	
Inhalte	<p><i>In vivo DNA-Replikation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Ablauf und Enzyme der DNA-Replikation bei Pro- und Eucaryoten: Replikationsursprünge, Leitstrang-, Folgestrangsynthese, RNA-Primer, Helikase, Topoisomerasen, SSB-Proteine, Primase, DNA-Polymerase, DNA-Ligase, – Proof Reading, Reparaturenzyme <p><i>In vitro DNA-Replikation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – PCR: Ablauf, Reaktionsbedingungen, Reagenzien, Primer (Funktion, Auswahlkriterien und Primerlängen) – RT-PCR und Reverse Transkriptase (Enzymeigenschaften und katalysierte Reaktion) 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – erläutern und vergleichen Replikationsmechanismen von Eu- und Pro-caryoten in vivo und in vitro. – demonstrieren den Mechanismus der DNA-Reparatur. – vergleichen unterschiedliche PCR-Varianten. – analysieren Ergebnisse von PCR-Anwendungsbeispielen, z.B. Genetischer Fingerabdruck. – demonstrieren und vergleichen Methoden der DNA-Sequenzierung (Sanger, Next Generation Sequencing).

	<ul style="list-style-type: none">- Real Time PCR und Produktquantifizierung (Fluoreszenzentstehung z.B. über TaqMan und Molecular Beacon)- Sequenzierung nach Sanger (manuell, maschinell): Reaktionsbedingungen, Reagenzien, ddNTPs, Kettenabbruch, Markierung, Auswertung- Next Generation Sequencing (z.B. Pyro-Sequencing, Illumina-Sequenzierung, 454-Prinzip, Oxford Nanopore-DNA-Sequencing etc.)		
--	---	--	--

3. Thema: Der genetische Code			15 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Definition Gen - Tripletcode, Codons, Universalität - Genmutationen: z.B. Silent-, Missense-, Nonsense-, Frameshift-, Deletion, Insertion 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – erläutern den Zusammenhang zwischen Gen und Protein. – analysieren Typen von Genmutationen und sagen mögliche Auswirkungen voraus.
4. Thema: Rekombinante DNA-Technologien - Grundlagen			15 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - s.u. 7. Thema oder - Restriktion und Modifikation von DNA: natürliche Bedeutung von Restriktionsenzymen, Grundlagen für die Nutzung von Restriktionsenzymen im Labor (Nomenklatur, Erkennungssequenz/ Palindrom, Aktivität, Assay), Agarose-Gelelektrophorese (Auswertung der halblogarithmischen Eichkurve) - Klonierung: Vorbereitung von Vektor und Insert, Ligation, Transformation, Selektion 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – erläutern die natürliche Bedeutung von Restriktionsenzymen. – demonstrieren die Grundlagen für die Nutzung von Restriktionsenzymen im Labor. – interpretieren die Agarose-Gelelektrophorese einer Restriktion. – erläutern die einzelnen Arbeitsschritte einer klassischen Bakterienklonierung.

5. Thema: Vom Gen zur Biostruktur			24 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Kompartimentierung / Nichtkompartimentierung der Vorgänge - Transkription: (Initiation, Elongation, Termination): Präinitiationskomplex, Transkriptionsfaktoren, Promotor, RNA-Polymerase II, prä-mRNA, Polymerase I, II, III - Strukturbiologie der Transkription - Posttranskriptionale Modifikation: Capping, Polyadenylierung, Spleißen, Spleißosom, snRNA, Mosaikstruktur eukaryotischer Gene, alternatives Spleißen an ausgewählten Beispielen, mRNA - Translation: tRNA, Aminoacyl-tRNA-Synthetasen - Ribosomen, rRNA Initiation, Elongation, Termination; - Bildung eukaryotischer Ribosomen - Polysomen 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – erläutern Mechanismen von Genexpression (bei Pro- und Eucaryoten) sowie posttranskriptionaler Modifikation. – demonstrieren den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion von Enzymkomplexen (am Beispiel der an Transkription und Translation beteiligten Komplexe).
6. Thema: Genexpression			24 Stunden
Inhalte	<p><i>z.B.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - DNA-Methylierung - Histon-Acytelierung - Enhancer, Promotoren - Hormonale Transkriptionskontrolle (Steroidhormone) - VDJ-Joining - Lac-Operon, Fehlfunktionen - Tryptophan-Operon 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> – erläutern und analysieren Kontrollmechanismen der Genexpression bei Eu- und bei Procaryoten (an ausgewählten Beispielen). – erläutern den prinzipiellen Ablauf eines Genexpressionsarrays. – interpretieren Ergebnisse von Genexpressionsanalysen (an ausgewählten Beispielen). – diskutieren ethische Aspekte von Genexpressionsstudien.

	<ul style="list-style-type: none"> - Genexpressionsanalyse (microarray expression analysis: Aufbau eines Microarrays: c-Oligonucleotid DNA, Markierung mit Fluoreszenzfarbstoffen) Auswertung von Microarrays: Detektion, Farben (Grün, Rot, Gelb, Schwarz), - RNA-Interferenz - Microarrays - Comparative Genome Hybridisation-Array - Ethische Aspekte 		
--	--	--	--

7. Thema: Molekularbiologische und gentechnische Arbeiten		150 Stunden	
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Richtlinien für das Arbeiten in Laboren der Sicherheitsstufe I - Umgang mit Arbeitsgeräten, Materialien, Chemikalien, insbesondere Enzymen - Herstellung von Lösungen, Verdünnungen, Nähragarplatten mit Zusätzen <p>Klonierungsexperimente mit gfp (dem Gen für das grün fluoreszierende Protein der Tiefseequalle <i>Aequorea victoria</i>).</p> <p>KLONIERUNG gfp</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amplifizierung des Gens gfp mittels PCR - Ligation des gfp in einen Klonierungsvektor (Plasmid) und Transformation des Plasmids in E. coli. - Selektion der Transformanten (Blau/Weiß-Selektion) und Anzucht - Isolation der Klonierungsvektoren aus 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - handhaben genetisch veränderte Mikroorganismen (GVO) gemäß der relevanten Sicherheitsbestimmungen für ein S1-Labor. - führen Klonierungsexperimente gemäß Instruktion selbständig durch (Planung, Durchführung, Auswertung, Protokoll, Fehlerdiskussion). - erläutern und demonstrieren die einzelnen Arbeitsschritte von Klonierung und Expressionsklonierung.

	<p>den Bakterien (Miniprep)</p> <ul style="list-style-type: none">- Isolation des gfp aus den Klonierungsvektoren (Restriktion, Agarose-Gelelektrophorese, Gelelution)- photometrische Quantifizierung und Beurteilung der Reinheit <p>EXPRESSIONSKLONIERUNG GFP</p> <ul style="list-style-type: none">- Ligation des gfp in einen Expressionsvektor und Transformation des Expressionsvektors mit gfp in E. coli.- Selektion der Transformanten (Fluoreszenz-Selektion) und Anzucht		
--	--	--	--

	Botanik		Zertifizierung(ZEvA)
	BTA	Modulkatalog	

Das Modul: „Botanik“ umfasst Fachinhalte der Fächer FA (Funktionelle Anatomie) und PFA (Praktikum Funktionelle Anatomie) sowie der Fächer APH (Angewandte Physiologie) und PAPH (Praktikum Angewandte Physiologie), außerdem Anteile des Grundstufenfaches Biologie-Theorie des Bildungsgangs BTA. Die Inhalte des Moduls werden in zweistündigen Theorie- Veranstaltungen (ca. 24 SchülerInnen) und in vier- bis sechstündigen Praxisveranstaltungen (ca. 12 SchülerInnen) unterrichtet.

Inhaltliche Berührungspunkte ergeben sich mit den Modulen „Zellbiologie“ und „Zoologie“.

Kompetenzbeschreibungen

Die Auszubildenden ...

- benutzen fachgerecht das Mikroskop und die Stereolupe.
- gehen sachgerecht mit Pflanzen um.
- untersuchen physiologische Zusammenhänge von Atmung und Fotosynthese.
- beschreiben physiologische Prozesse in der Pflanze.
- beschreiben den Wasserhaushalt der Pflanzen.
- führen vergleichend- morphologische Untersuchungen an Pflanzen durch.
- beschreiben Gewebe und Organe der Pflanzen.
- führen histologische Arbeitstechniken durch.
- erläutern die Grundlagen der Systematik, Taxonomie, Nomenklatur und Bestimmung von Pflanzen.
- bereiten Proben für Untersuchungen auf.

Übergeordnete Handlungskompetenzen

Die Auszubildenden ...

- gehen fachgerecht mit Chemikalien um.
- führen praktikumsbezogene Berechnungen durch.
- stellen Lösungen her.
- benutzen Fachliteratur und das Internet für Rechercheaufgaben.
- arbeiten selbständig nach Arbeitsanweisungen.
- benutzen auch englischsprachige Fachtexte.
- organisieren die Arbeit im Team und helfen sich gegenseitig.
- dokumentieren ihre Arbeitsergebnisse in angemessener Weise.

- liefern Arbeitsergebnisse fristgerecht ab.
- werten Abbildungen, Tabellen und Grafiken aus.
- präsentieren Arbeitsergebnisse mediengestützt und adressatengerecht.

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.

Theorie		Stunden: 120	
1. Thema: Systematik der Organismen		Stunden: 10	
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - botanische Nomenklatur - Taxonomie - systematischer Überblick wichtiger Pflanzengruppen und ihrer wesentliche Merkmale - Stammbäume 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - wenden die Grundsätze der Nomenklaturregeln richtig an. - ordnen Taxa richtig ein. - ordnen ausgewählte Vertreter der Pflanzen systematisch ein. - beschreiben wesentlich Merkmale von Hauptgruppen der Pflanzen. - werten Stammbäume aus. - erläutern wesentliche Ereignisse und Neuerungen der Evolution.
2. Thema: Anatomie und Physiologie der Pflanzen		Stunden: 60	
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Bau der Kormophyten - Morphologie und Anatomie des Blattes, der Sprossachse und der Wurzel - Sekundäres Dickenwachstum - Besiedlung des Landes - Wasserhaushalt der Pflanze - Histologie / Gewebe (Grundgewebe, Teilungsgewebe, Leitgewebe, Festigungsgewebe) 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben den Bau der Kormophyten. - beschreiben Baupläne der Grundorgane und erklären beispielhaft Variationen als Anpassung an unterschiedliche Lebensbedingungen. - erläutern notwendige Anpassungen an das Landleben. - unterscheiden verschiedene Transportwege durch die Biomembran. - erläutern die Wasseraufnahme durch die Pflanze. - unterscheiden Wasser- und Stofftransporte in der Sprossachse. - begründen die anatomischen Voraussetzungen und Veränderungen beim


	<ul style="list-style-type: none"> - Metamorphosen von Blatt, Spross und Wurzel - Wasserhaushalt der Pflanze - Fotosynthese und Kompensationspunkt - Varianten der Fotosynthese 		<p>sekundären Dickenwachstum.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ordnen verschiedenen Standorten unterschiedliche morphologische Anpassungen zu. - analysieren die Regulierung der Stomata in Anpassung an die Verhältnisse des Standortes. - erklären die Abhängigkeit der Fotosynthese von verschiedenen Faktoren - beschreiben die beiden Teilreaktionen der Fotosynthese - vergleichen C4-, CAM- und C3-Pflanzen
3. Thema: Fortpflanzung und Vermehrung bei Pflanzen			Stunden: 40
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Bau der Blüte - Blütenstände - Beschreibung von Blüten - Bestäubung - Befruchtung - Frucht- und Samenbildung - Keimung und Keimhemmung - Vegetative und generative Vermehrung - Generations- und Kernphasenwechsel 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben den Bau der Fortpflanzungsorgane, Geschlechtsverhältnisse und Anpassungen an verschiedene Bestäubungsarten. - stellen Blütenformeln und Blütendiagramme auf. - erklären die Vor- und Nachteile von Selbstbestäubung und Strategien der Pflanzen, um diese zu verhindern. - erläutern die wesentlichen Vorgänge im Vermehrungszyklus einer Pflanze (Bestäubung, Befruchtung, Frucht- und Samenbildung, Meiose, Syngamie). - unterscheiden vegetative und generative Vermehrung und vergleichen ausgewählte Entwicklungszyklen. - beschreiben die Vorgänge bei der Keimung.
4. Thema: Biologie der Pilze			Stunden: 10
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Bau der Pilze - Zygomyceten, Ascomyceten, Basidiomyceten, Fungi imperfecti, Hefen - Symbionten, Parasiten, Destruenten 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - unterscheiden wichtige Gruppen der Pilze und vergleichen ihre Generationszyklen. - beschreiben wesentliche Merkmale des Baus und der Entwicklung von Pilzen. - unterscheiden verschiedene Ernährungstypen bei Pilzen. - erläutern die biologischen und ökologischen Bedeutungen von Pilzen.

Praxis		Stunden: 210	
1. Thema: Histologische Arbeitstechniken (Botanik)		Stunden: 75	
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Freihandschnitte von Pflanzen mit Rasierklingen, - Färbemethoden - Handhabung von Mikroskop, Okularmikrometer, Objektmikrometer - Mikroskopisches Zeichnen - Anatomie der Pflanzenorgane - Pflanzliche Gewebe 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - stellen pflanzliche histologische Präparate als Freihandschnitte her. - wählen dabei angemessene Färbemethoden aus, führen sie selbst durch und passen das Färbeprotokoll anhand der Ergebnisse an. - begutachten die Mikropräparate licht- und fluoreszenzmikroskopisch. - vermessen sie mikroskopisch. - analysieren und vergleichen den Bau verschiedener Pflanzenorgane und Pflanzengruppen. - stellen ausgewählte pflanzliche Gewebe zeichnerisch dar.
2. Thema: Analytik pflanzlicher Lebensmittel		Stunden: 60	
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Probenaufbereitung - Qualitätskontrolle - quantitative und qualitative Analytik - Hellfeld- und Polarisationsmikroskopie - Honig- und Pollenanalyse - Stärke als doppelbrechendes Objekt - Merkmale ausgewählter Pflanzenfamilien - Bestimmung von Pflanzen 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - wenden verschiedene analytische Methoden zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Pflanzeninhaltsstoffen an. - führen Berechnungen zur Herstellung von Lösungen, Verdünnungen und Probenaufbereitungen durch. - bereiten Proben für eine mikroskopische Analyse auf. - erstellen Referenzproben zu Vergleichszwecken. - führen mikroskopische Größenmessungen durch. - erfassen Messwerte und werten die Ergebnisse grafisch und rechnerisch aus. - führen statistische Auswertungen der Messergebnisse durch, vergleichen sie mit Richtwerten und beurteilen sie. - bestimmen Pflanzen mit einem dichotomen Bestimmungsschlüssel. - beschreiben die Merkmale wichtiger Pflanzenfamilien.

3. Thema: Kultivierung von Pflanzen			Stunden: 75
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Nährmedien - Nährlösungskulturen - Vermehrungstechniken - Protoplasten - Gewebekultur - Phytohormone - Herbizide 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - stellen Nährmedien für pflanzliche Gewebekulturen her - beherrschen die Grundsätze des sterilen Arbeitens und wenden chemische und physikalische Sterilisiertechniken an; - arbeiten unter sterilen Bedingungen an der Cleanbench - isolieren Protoplasten - gewinnen und vermehren Kallusgewebe - wenden Phytohormone und Herbizide an.

Literaturempfehlungen:

- Raven, Evert, Eichhorn: Biologie der Pflanzen, aktuelle Auflage, de Gruyter
- Lüttge, Kluge: Botanik – Die einführende Biologie der Pflanzen, aktuelle Auflage, Wiley VCH
- Nultsch: Botanik, aktuelle Auflage, Thieme-Verlag
- Nultsch: Mikroskopische-botanisches Praktikum, Thieme-Verlag
- Campbell: Biologie, aktuelle Auflage, Pearson Studium

	Zellbiologie		Zertifizierung(ZEvA)
	BTA	Modulkatalog	

Die Inhalte des Moduls Zellbiologie werden in verschiedenen Fächern unterrichtet, v.a. in „Funktionelle Anatomie“ (FA) und „Mikrobiologie“ (MB) sowie den entsprechenden Praktika (PFA und PMB). Die Theoriefächer werden mit einer Dauer von zwei Jahren und einem Umfang von je zwei Wochenstunden unterrichtet, die Fachpraktika im Umfang von 3 bzw. 2,5 Wochenstunden über eine Dauer von zwei Jahren. Dabei finden die Praktika vierzehntägig und sechsstündig bzw. jeweils ein Schulhalbjahr lang wöchentlich fünfständig statt. Teile der Inhalte sind auch Gegenstand weiterer Fächer.

Inhaltliche Überschneidungen gibt es insbesondere mit den Modulen „Mikrobiologie“ und „Botanik“ bzw. „Zoologie“.

Kompetenzbeschreibungen

Die Auszubildenden...

- analysieren die Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion der Zelle und erläutern wesentliche Vorgänge.
- führen Arbeitsschritte zellbiologischer Aufgabenstellungen durch.
- stellen mikroskopische Präparate her und untersuchen diese unter Anwendung verschiedener mikroskopischer Techniken.
- kultivieren selbstständig eukaryotische Zellen, führen eine Vitalfärbung durch und beurteilen den Zustand von Zellkulturen.
- beurteilen die Cytotoxizität ausgewählter Reagenzien.

Übergeordnete Handlungskompetenzen

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

1. Thema: Zellbiologische Grundlagen	Stunden: 40
---	--------------------

Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Bau verschiedener Zelltypen - Bau und Funktion von Zellbestandteilen - ATP und Energiehaushalt der Zelle - Transportvorgänge an der Biomembran - Wasserhaushalt der Zelle - Enzymwirkungen - Hormonwirkungen 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben den Bau von Pflanzen-, Tier- und Bakterienzellen. - erläutern Struktur und Funktion der verschiedenen Zellbestandteile. - erläutern den Energiehaushalt der Zelle und die Rolle von ATP. - erläutern Transportvorgänge an Zellmembranen. - erläutern den Ablauf und die Regulierung enzymatischer Vorgänge in der Zelle. - erläutern die Wirkung von Hormonen in der Zelle.
2. Thema: Zellbiologische Arbeitstechniken			Stunden: 40
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Fachrechnen - Herstellen von Lösungen - Auswertungen - Sicherheit im Labor - Planung, Durchführung und Reflexion der Arbeit im Labor 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - führen Berechnungen zur Herstellung benötigter Färbelösungen, Kulturlösungen oder Verdünnungsstufen durch. - führen Berechnungen zur Auswertung ihrer Arbeitsergebnisse durch. - stellen benötigte Lösungen mit geeigneten Geräten her. - beachten die Sicherheitsvorschriften bei der Arbeit im Labor. - passen Arbeitsanweisungen eigenständig an spezielle Gegebenheiten an. - planen gemeinschaftlich im Team Versuchsanordnungen. - dokumentieren Ergebnisse sorgfältig und stellen sie in grafisch geeigneter Form dar. - arbeiten biologische Proben auf - werten ihre Arbeitsergebnisse aus und beurteilen deren Qualität.

3. Thema: Mikroskopische Arbeitstechniken		140 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Bau und Handhabung des Mikroskops - Herstellen von Frisch- und Dauerpräparaten - Hellfeld, Dunkelfeld, Phasenkontrast, Polarisierung, Inversion, Fluoreszenz-Mikroskopie - Neubauer-Zählkammer - Mikroskopisches Messen - Mikroskopisches Zeichnen - Färbungen (Färbekammer, Färbeküvette, Objektträger) - Histokinetik - Schlitten-, Rotations- und Gefriermikrotom 	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - erläutern die Teile des Mikroskops und deren Funktionen. - handhaben und pflegen das Mikroskop sachgerecht. - köhlern das Mikroskop. - verwenden in Anpassung an die Fragestellung und die Objekte verschiedene Mikroskopietechniken. - führen mikroskopische Zellzählungen mit der Neubauer- Zählkammer durch. - messen Zellen oder andere Strukturen mit Hilfe eines Mikrometers. - fertigen beschriftete Zeichnungen mikroskopischer Objekte an (ein-, zwei-, dreikonturig). - stellen Blutausstriche für die mikroskopische Auswertung her (Differenzialblutbild). - stellen Schnittpräparate (Freihand- und Mikrotomschnitte) her. - färben mikroskopische Präparate mit verschiedenen Methoden. - wählen geeignete Färbelösungen für verschiedene Fragestellungen begründet aus. - führen histologische Arbeitsweisen durch (Entwässern, Einbetten, Schneiden mit unterschiedlichen Mikrotomen, Färbereihen, Anfertigen von Dauerpräparaten).

4. Thema: Biologische Proben			Stunden: 40
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Pollen - Honig - Stärke 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - bereiten biologische Proben für die mikroskopische Analyse auf. - analysieren Lebensmittel mikroskopisch.
5. Thema: Pro- und eukaryotische Zellkulturen / Steriles Arbeiten			Stunden: 40
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Sicherheitsvorschriften nach GenTSV und UVV - Ansprüche eukaryotischer Zellkulturen - Inhaltsstoffe und Wirkweise von Zellkulturmedien - Optimale Kulturbedingungen von Zellkulturen - Pflege von Zellkulturen - Cytotoxizität 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - stellen Zellkulturmedien her (Sterilfiltration, Einstellen von Osmolalität, pH-Wert-Einstellung) - beachten die Sicherheitsvorschriften - führen einen Sterilitätstest durch - arbeiten an der Sterilbank (S I) - beurteilen den Zustand einer Zellkultur makroskopisch und mikroskopisch (Umkehrmikroskopie) - passagieren Zellen u.a. mit Einstellen definierter Zellzahlen - recherchieren und präsentieren Merkmale der verwendeten Zelllinie - führen eine Vitalfärbung durch (DYE EXCLUSION TEST) - ermitteln Zellzahlen über Neubauer-Zählkammer - führen einen Cytotoxizitätstest durch und werten ihn aus (Vitalfärbung und/oder ELISA)

Literaturempfehlungen zur Zellbiologie:

- Campbell: Biologie, aktuelle Auflage, Pearson Studium
- Alberts u.a.: Lehrbuch der molekularen Zellbiologie, Wiley-VCH
- Schmitz: Der Experimentator (Zellkultur), aktuelle Auflage, Spektrum – Akademischer Verlag
- Gstraunthaler, Lindl: Zell- und Gewebekultur, aktuelle Auflage, Springer-Spektrum Verlag
- Woermann, Montandon, Tobler: Hemosurf - Ein interaktiver Hämatologie-Atlas, Medizinische Fakultät der Universität Bern, AUM, Bern 2004, <http://hemosurf.ehb.be/deutsch.htm>
- Junqueira, Caneiro: Histologie, aktuelle Auflage, Springer-Verlag

	Zoologie		Zertifizierung(ZEvA)
	BTA	Modulkatalog	

Das Modul: „Zoologie“ umfasst Fachinhalte der Fächer Angewandte Physiologie (APh) und Praktikum Angewandte Physiologie (PAPh) sowie der Fächer Funktionelle Anatomie (FA) und Praktikum Funktionelle Anatomie (PFA), außerdem Anteile des Grundstufenfaches Biologie-Theorie des Bildungsgangs BTA. Die Inhalte des Moduls werden in zweistündigen Theorie- Veranstaltungen (ca. 24 SchülerInnen) und in vier- bis sechstündigen Praxisveranstaltungen (ca. 12 SchülerInnen) unterrichtet. 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.

Kompetenzbeschreibungen

Die Auszubildenden ...

- benutzen fachgerecht das Mikroskop und die Stereolupe.
- gehen sachgerecht mit Tieren um.
- halten Tiere artgerecht und unter Beachtung des Tierschutzgesetzes.
- führen vergleichend- morphologische Untersuchungen an Tieren durch.
- beschreiben Gewebe und Organe.
- führen histologische Arbeitstechniken durch.
- erläutern die Grundlagen der Systematik, Taxonomie, Nomenklatur und Bestimmung von Tieren.
- bereiten Proben für Untersuchungen auf.
- untersuchen physiologische Zusammenhänge von Atmung und Gärung.
- beschreiben physiologische Prozesse in Tieren.
- erklären die Entstehung und Verarbeitung von Nervensignalen.
- messen und registrieren neurobiologische Signale.
- beschreiben das Hormonsystem und die Hormonwirkungen.
- stellen biologische Regelkreise dar.
- beschreiben Atmungs-, Blutkreislauf-, Verdauungs- und Exkretionssysteme der Tiere.
- erklären die Stoff- und Energiebilanz der Zellatmung.
- erklären Metabolisierungswege und Wirkungen pharmakologischer Substanzen.
- beschreiben die Funktion des Blutes und den Ablauf von Immunreaktionen.

Übergeordnete Handlungskompetenzen

Die Auszubildenden ...

- gehen fachgerecht mit Chemikalien und Laborgeräten um.
- führen praktikumsbezogene Berechnungen durch.
- benutzen Fachliteratur und das Internet für Rechercheaufgaben.
- arbeiten selbständig nach Arbeitsanweisungen.
- organisieren die Arbeit im Team und helfen sich gegenseitig.
- dokumentieren ihre Arbeitsergebnisse in angemessener Weise.
- liefern Arbeitsergebnisse fristgerecht ab.
- werten Abbildungen, Tabellen und Grafiken aus.
- präsentieren Arbeitsergebnisse mediengestützt und adressatengerecht.

Theorie		Stunden: 150	
1. Thema: Stoffwechselphysiologie		Stunden: 20	
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Atmung - Respiratorischer Quotient - Gärung - dissimilatorische Prozesse: aerobe und anaerobe Atmung 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> - geben die Reaktionsgleichung der Atmung an - untersuchen physiologische Zusammenhänge anhand von Stoffwechselsubstanzen und Umsatzraten - messen und protokollieren Parameter der Atmung; können Versuche an veränderte Bedingungen anpassen - geben die Reaktionsgleichung der alkoholischen Gärung an - vergleichen alkoholische und Milchsäuregärung
2. Thema: Neurophysiologie		Stunden: 20	

Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Funktionen des Nervensystems - vegetatives Nervensystem - Nervensysteme im Vergleich - Bau des Neurons - Transportmechanismen an der Biomembran - Ruhe- und Aktionspotential - Erregungsleitung und Verarbeitung - Bau und Funktion der Synapse - Neurotransmitter - Vorgänge an der neuromuskulären Synapse - Elektrophysiologische Messmethoden - EKK - EMG - Reflex 	Kompetenzen	Die Auszubildenden... <ul style="list-style-type: none"> - geben die Gliederung und Funktionen des Nervensystems an - nennen die Aufgaben des vegetativen Nervensystems - vergleichen verschiedene Nervensysteme und ordnen sie den entsprechenden Tierstämmen zu. - beschreiben den Bau einer Nervenzelle und erklären die Funktion der Neuronmembran - erläutern die Entstehung vom Ruhe- und Aktionspotenzial - erklären die Fortleitung und Integration von Nervensignalen - beschreiben den Bau und die Vorgänge an einer Synapse - erklären die Funktionsweise des Hormonsystems im Vergleich mit dem Nervensystem - können notwendige Messgeräte in Betrieb nehmen und anwenden; bauen komplexe Versuchsaufbauten anhand von Anleitungen auf (EKG, EMG, Reflex) - registrieren neurobiologische und muskelphysiologische Signale und werten diese aus - beschreiben einen Reflexbogen
3. Thema: Anatomie und Physiologie der Tiere			Stunden: 50
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Atmungssysteme - Zellatmung - Energiehaushalt - Verdauungssystem - Enzyme - Transportprozesse - Blutkreislaufsystem - Wasserhaushalt - Exkretionssystem - Hormonsystem und Hormonwirkungen - Homöostase und Regelkreise 	Kompetenzen	Die Auszubildenden... <ul style="list-style-type: none"> - erläutern die Funktion der Organsysteme, Organe und Strukturen. - beschreiben den Bau wesentlicher Organsysteme von Mensch und Tier und vergleichen diese zwischen verschiedenen Tiergruppen. - analysieren deren Anpassung an unterschiedliche Lebensbedingungen. - begründen die Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion der Organe. - beschreiben die Baupläne ausgewählter Tierstämmen und erläutern deren Funktionalität. - unterscheiden Atmungssysteme vom landlebenden und wasserlebenden Tieren - definieren anabolen und katabolen Stoffwechsel - erklären die Stoff- und Energiebilanz der Zellatmung und die Rolle des ATP - geben einen Überblick über den Verdauungsverlauf und die beteiligten Enzyme

			<ul style="list-style-type: none"> - beschreiben den Transport von Atemgasen - erklären die Vorgänge bei der Osmoregulation in der Niere - unterscheiden die Stoffklassen der Steroidhormone und der Peptidhormone und nennen Beispiele - benennen wichtige endokrine Drüsen - beschreiben Regelkreise am Beispiel der Körpertemperatur und des Blutzuckers
4. Thema: Pharmakologie			Stunden: 40
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Verteilung, Zeitverlauf der Wirkstoffkonzentration - First pass Effekt, enterohepatischer Kreislauf - Biotransformation Phase I (Transformation, Oxidation, Cytochrom), Prodrugs - Biotransformation Phase II (Konjugationen) - Arzneimittelwechselwirkung - Membrantransport, Resorption, Blut-Hirn-Schranke - Elimination: Niere und Leber, Überblick 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> - erklären an einem Beispiel die Verteilung und Metabolisierungsrate eines applizierten Wirkstoffes - begründen, warum verschiedene Wirkstoffe unterschiedlich lange Wirkungszeiten haben - beschreiben durch welche Umwandlungen bestimmte Wirkstoffe ihre wirksame Form im Organismus erlangen - nennen Beispiele für Arzneimittel, welche durch Wechselwirkungen verstärkt oder abgeschwächt werden können - erklären, wie der Membrantransport für bestimmte Wirkstoffe gezielt gesteuert werden kann - geben einen Überblick über die Ausscheidungswege verschiedenen Wirkstoffe
5. Thema: Immunbiologie			Stunden: 20
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Allg. unspezifische Immunabwehr - Immunzellen - Spezifische Immunabwehr - MHC I, MHC II, (humorale Immunantwort, zelluläre Immunantwort) - Aktive und passive Immunisierung - Allergie - Immunsystem und HIV - Antikörper, Antikörperklassen 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - nennen Bestandteile der unspezifischen Immunabwehr - beschreiben die Vorgänge einer spezifischen Immunantwort - unterscheiden zwischen zellulärer und humoraler Immunantwort - erklären die Unterschiede zwischen MHC I und MHC II - erklären die Unterschiede zwischen aktiver und passiver Immunisierung - beschreiben die Entstehung einer allergischen Reaktion - erläutern das Krankheitsbild AIDS - beschreiben Eigenschaften und Funktion verschiedener

	- Komplementsystem		- Antikörperklassen - erklären die Wirkungsweise des Komplementsystems
--	--------------------	--	---


Praxis			Stunden: 210
1. Thema: Anatomie der Tiere			Stunden: 40
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Organsysteme und ihre Organe - Organe und ihre Gewebe - Bau und Funktion der Organe und Gewebe - Vergleich der Organe verschiedener Tiergruppen - Totalpräparationen - Handhabung der Stereolupe - Fachgerechter Einsatz von Präparierbestecken - Organentnahme für histologische Zwecke - Fixierung 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - führen Totalpräparationen ausgewählter tierischer Organismen durch. - analysieren Lage und Bau der verschiedenen Organe. - vergleichen Bau und Funktionalität unterschiedlicher Organismen. - fertigen Präparationsprotokolle an, in denen sie Bau und Funktion der freigelegten Organe darstellen. - setzen das Präparierbesteck fachgerecht ein. - benutzen die Stereolupe fachgerecht. - entnehmen Organe für histologische Zwecke und fixieren Sie je nach weiterem Verwendungszweck.
2. Thema: Histologische Arbeitstechniken (Zoologie)			Stunden: 80
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Gewebetypen und Organe - Einführung in die Histologie - Wirkmechanismen von Fixiergemischen, Einbettmedien und Farbstoffen - Histologische Arbeitstechniken und Geräte - Lichtmikroskopie - Mikroskopisches Messen - Dokumentation - Sicherheitsgerechte Handhabung von 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen grundlegende Arbeitsschritte der klassischen und modernen Histologie. - führen alle Arbeitsschritte der histologischen Präparation durch (Entnahme, Fixierung, Entwässern, Einbetten, Aufblocken, Trimmen, Schneiden, Strecken, Aufziehen, Entparaffinieren, Färben, Eindecken, Mikroskopieren). - erklären die Handhabung und Verwendung der histologischen Geräte. - stellen tierische histologische Präparate mit dem Schlitten-, Rotations- und

	Chemikalien und Gefahrstoffrecherche		<p>Gefriermikrotom her und optimieren die Schnittserien nach Bedarf.</p> <ul style="list-style-type: none"> - wählen angemessene Färbemethoden aus, führen sie durch und passen die Färbeprotokolle anhand der Färbeergebnisse an. - verwenden fachgerecht ein Lichtmikroskop. - begutachten die Mikropräparate und vermessen sie mikroskopisch. - vergleichen die selbst hergestellten Präparate mit Abbildungen aus der Fachliteratur und erläutern Bau und Funktion der Organe mit einer Präsentation. - dokumentieren die histologischen Präparate zeichnerisch oder fotografisch. - dokumentieren und archivieren die Herstellung der gefärbten Präparate. - planen die Arbeitsorganisation im Team. - stellen unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften die notwendigen Lösungen her und handhaben sie sachgerecht.
3. Thema: Tierhaltung und Tierversuchskunde			Stunden: 70
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Rechtliche Grundlagen - Hygiene - Tierhaltung - Gesundheitsüberwachung - Labortierzucht - Tierschutzgerechte Tötungsmethoden - Handling - Applikationstechniken - Narkosetechniken - Tierversuche und Ergänzungsmethoden (RRR) 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - erläutern die gesetzlichen Grundlagen für die Arbeit mit Tieren. - handeln unter Berücksichtigung des Tierschutzgesetzes. - kennen die Grundlagen der Haltungsbedingungen von Labortieren. - halten Tiere (insbesondere Mäuse) artgerecht. - halten die Hygienebestimmungen ein. - führen eine Gesundheitsüberwachung des Tierbestandes durch. - gehen fachgerecht mit den Tieren um. - greifen und fixieren eine Maus korrekt. - führen verschiedene Formen der tierschutzgerechten Tötung durch (Inhalation, Injektion, Genickbruch). - unterscheiden unterschiedliche Applikationsarten und applizieren NaCl-Lösungen (oral, intraperitoneal und subcutan). - führen eine retrobulbäre Blutentnahme am toten Tier durch (fakultativ). - unterscheiden verschiedene Arten von Ergänzungsmethoden.

4. Thema: Neurophysiologie		Stunden: 20	
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Vorgänge an der neuromuskulären Synapse - Elektrophysiologische Messmethoden - EKG - EMG - Reflex 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> - geben die Gliederung und Funktionen des Nervensystems an - vergleichen verschiedene Nervensysteme und ordnen sie den entsprechenden Tierstämmen zu. - erklären die Fortleitung und Integration von Nervensignalen - beschreiben den Bau und die Vorgänge an einer Synapse - können notwendige Messgeräte in Betrieb nehmen und anwenden; bauen komplexe Versuchsaufbauten anhand von Anleitungen auf (EKG, EMG, Reflex) - registrieren neurobiologische und muskelphysiologische Signale und werten diese aus - beschreiben einen Reflexbogen

Literaturempfehlungen:

- Campbell: Biologie, aktuelle Auflage, Pearson Studium
- Purves: Biologie, aktuelle Auflage, Springer-Verlag
- Müller, Frings: Tier- und Humanphysiologie, aktuelle Auflage, Springer-Verlag
- Kükenenthal: Zoologisches Praktikum, aktuelle Auflage, Springer-Verlag
- Junqueira, Carneiro: Histologie, aktuelle Auflage, Springer-Verlag
- Lüllmann-Rauch, Paulsen: Taschenlehrbuch Histologie, aktuelle Auflage, Thieme
- Gesellschaft für Versuchstierkunde (GV-SOLAS)(Hrsg.): Blätter zur Versuchstierkunde, aktuelle Veröffentlichungen
- Tierschutzgesetz (aktuelle Fassung)
- L.F.M. van Zutphen, V Baumans, A.C Beynen: Grundlagen der Versuchstierkunde, 1996, Gustav Fischer Verlag (vergriffen)

		Mikrobiologie		Zertifizierung(ZEvA)	
		BTA	Modulkatalog		
Kompetenzbeschreibungen (Fachpraxis)					
Übergeordnete Handlungskompetenzen 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					
1. Thema: Sicherheit im Labor und gute Laborpraxis					10 Stunden
Inhalte	Einweisung: - Mikrobiologisches Labor - Sicherheitseinweisung - Grundlagen von GLP und GMP - Erstellung von Protokollen - Sterilisation, Desinfektion - Kultivierungsmedien (Überblick) - Fachrechnen - Herstellen von Medien und Gebrauchslösungen	Kompetenzen	Die Auszubildenden beachten die Sicherheitsbestimmungen, arbeiten steril und entsorgen fachgerecht. Sie führen ein Laborbuch und erstellen Protokolle. - beschreiben die Besonderheiten eines mikrobiologischen Labors - ergreifen Arbeitssicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit biologischem Material (Biostoff-VO, Hygieneplan, Erste Hilfe bei Laborunfällen, Fluchtwege, Verhalten bei Gefahren/Unfällen, Sicherheitsdatenblätter) - wenden Methoden der Desinfektion und Sterilisation an - entsorgen kontaminiertes Material fachgerecht - berechnen Einwaagen für Versuchsmedien - stellen (Nähr-)Medien (flüssig, fest) her - führen ein Laborbuch - dokumentieren Arbeitsschritte, -methoden und Ergebnisse fachgerecht		

2. Thema: Anlegen von Anreicherungs- und Reinkulturen			10 Stunden
Inhalte	- Herstellen von Anreicherungs- und Reinkulturen	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden stellen Anreicherungs- und Reinkulturen her.</p> <ul style="list-style-type: none"> - setzen eine Anreicherungskultur an - führen fraktionierte Ausstriche durch nach verschiedenen Ausstrichvarianten - beurteilen die Qualität der Ausstriche
3. Thema: Morphologische Charakterisierung			50 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Vollmedien, Selektiv- und Differentialmedien - Bakterienmorphologie (Form, Aggregation, Geißeltypen und Beweglichkeit) - Koloniemerkmale - Wachstum in Flüssigmedium - Wachstum in Stichkultur - Sauerstoffbedarf von Mikroorganismen - Grameigenschaften, Zellwandaufbau von Bakterien 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden 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"> - erstellen Nativpräparate - stellen Mikroskope nach KÖHLER ein - wenden verschiedene Mikroskopiertechniken (Hellfeld, Dunkelfeld, Phasenkontrast, Fluoreszenz) an - beschreiben das Wachstum von Mikroorganismen in Flüssigmedium - stellen Stichkulturen her - werten Stichkulturen aus - erstellen Ausstrichpräparate mit Lufttrocknung und Hitzefixierung - führen Gramfärbungen durch - interpretieren Grampräparate - führen den Gramschnelltest durch

4. Thema: Keimzahlbestimmung		60 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - direkte Zellzahlbestimmung - Lebendzellzahlbestimmung (KBE, MPN) - Ausplattierverfahren - Gesamtzellzahlbestimmung, Kalibriergerade - Auswertungsverfahren (gewichteter Mittelwert) - Untersuchung von Mikroorganismen- und Lebensmittelproben - Einsatz von Differential- und Selektivmedien (u.a. Endo-Agar, MacConkey-Agar, Chinablau-Lactose-Agar) - Phagentiterbestimmung 	<p>Kompetenzen</p> <p>Die Auszubildenden wenden selbstständig unterschiedliche Verfahren zur Zellzahlbestimmung situationsangemessen an, identifizieren die Dimensionen von Zellzahlen in verschiedenen Kultur-ansätzen und beurteilen Stoffwechseleigenschaften vom Mikroorganismen anhand gezielten Einsatzes von Selektiv- und Differentialmedien.</p> <ul style="list-style-type: none"> - erstellen Verdünnungsreihen (dezimal und geometrisch) - plattieren Mikroorganismen nach verschiedenen Verfahren aus: Kochsches Plattengussverfahren/Agarschichtverfahren, Tropfverfahren, Spatelplattenverfahren - bestimmen die Lebendzellzahl durch Zählung der KBE - berechnen den Zelltiter nach dem Verfahren des gewichteten Mittelwertes - bestimmen die Gesamtkeimzahl durch Zählung in der HELBER-Zählkammer und durch Photometrie - erstellen Kalibriergeraden computergestützt mit Excel - verwenden zweckorientiert verschiedene Selektiv- und Differentialmedien - bestimmen den Keimgehalt in Lebensmittel- und Bodenproben und - bewerten die Qualität der Lebensmittelprobe - bestimmen die Plaque Forming Unit (PFU) in einem Lysat

5. Thema: Wachstum von Mikroorganismen			40 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Wachstum in statischer Kultur - indirekte Zellzahlbestimmung (OD) - Bestimmung der Generationszeit - Quantitative Keimzahlbestimmung anhand der OD und Kalibrierkurve - Lysiskurve - Stufenwachstum von Bakteriophagen - Bestimmung der Wurfgröße (burst size) 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden wenden verschiedene Verfahren zur Kultivierung von Bakterien und Phagen an und beurteilen den Zustand von Kulturen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - bewerkstelligen die Anzucht einer statischen Kultur und erheben begleitend photometrische Daten - erstellen Wachstumskurven - berechnen die Generationszeit und die Wachstumsrate - führen eine kontrollierte Infektion einer statischen Kultur durch - führen eine Statusbeurteilung der Kulturen durch anhand relevanter Keimzahlbestimmungsverfahren (z.B. Spatelplatten- und Agarschichtverfahren) - erstellen eine Lysiskurve und eine Stufenwachstumskurve - bestimmen Latenzzeit und Wurfgröße
6. Thema: Ausgewählte Bakteriengenetik			20 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Nachweis von Mangelmutanten - Nachweis der Konjugation - Sexualtypen von Bakterien 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden 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"> - züchten Mikroorganismen auf ausgewählten Selektivnährböden (z. B. Minimalagar, MacConkey-Agar) - bestimmen die Keimzahlen - differenzieren die Stoffwechseleigenschaften der Rekombinanten - interpretieren die Ergebnisse im Hinblick auf die genetischen Ursachen
7. Thema: Nachweis antibiotischer Aktivität			35 Stunden

Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Isolierung von Streptomycceten aus Bodenproben (fakultativ) - Nachweis der Antibiotikaproduktion durch Mikroorganismen - Wirkspektren von Antibiotika - Resistenzbeurteilung von MO - Agardiffusionstest/Hemmhoftest - MHK - Bestimmung der Antibiotika-konzentration einer Probe 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <p>isolieren Antibiotikabildner, führen selbstständig Agar-diffusionstests durch zur Bestimmung der Sensitivität bzw. Resistenz. Sie bestimmen die MHK verschiedener Bakterien-stämme.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Selektieren Streptomycceten aus Bodenproben auf Glycerin-Arginin-Agar (fakultativ) - bestimmen Keimzahlen quantitativ - überschichten mit ausgewählten Indikatorstämmen (Gussplattenverfahren) - ermitteln den Anteil der Antibiotikabildner an der Gesamtprobe - ermitteln das Wirkspektrum von Antibiotika (Strichtest) - erstellen eine geometrische Antibiotikaverdünnung - bestimmen die Streptomycinsensitivität ausgewählter Bakterienstämmen durch Hemmhoftests - berechnen die Hemmzonenradien und/oder Hemmzonendurchmesser - bestimmen die Konzentration einer Antibiotikalösung anhand der Hemmhofdurchmesser im Plattendiffusionstest - bestimmen die MHK
8. Thema: Zellkulturtechnik			60 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Sicherheitsvorschriften nach GenTSV und UVV - Ansprüche eukaryotischer Zellkulturen - Inhaltsstoffe und Wirkweise von Zellkulturmedien - Optimale Kulturbedingungen von Zellkulturen - Pflege von Zellkulturen - Cytotoxizität 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <p>kultivieren selbstständig eukaryotische Zellen, führen eine Vitalfärbung durch und beurteilen den Zustand von Zellkulturen. Sie beurteilen die Cytotoxizität ausgewählter Reagenzien.</p> <ul style="list-style-type: none"> - stellen Zellkulturmedien her (Sterilfiltration, Einstellen von Osmolalität, pH-Wert-Einstellung) - beachten die Sicherheitsvorschriften - führen einen Sterilitätstest durch - arbeiten an der Sterilbank (S I) - beurteilen den Zustand einer Zellkultur makroskopisch und mikroskopisch (Umkehrmikroskopie)

			<ul style="list-style-type: none"> - passagieren Zellen u.a. mit Einstellen definierter Zellzahlen - recherchieren und präsentieren Merkmale der verwendeten Zelllinie - führen eine Vitalfärbung durch (DYE EXCLUSION TEST) - ermitteln Zellzahlen über Neubauer-Zählkammer - führen einen Cytotoxizitätstest durch und werten ihn aus (Vitalfärbung und/oder ELISA)
9. Thema: ELISA-Technik			15 Stunden
Inhalte	- ELISA-Techniken (direkt, indirekt)	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ermitteln den Tetanus-Impfstatus mittels ELISA.</p> <ul style="list-style-type: none"> - recherchieren und präsentieren den Unterschied zwischen direkten und indirektem ELISA - entnehmen Eigenblut unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften und bereiten es zur Probe auf - übertragen die Proben auf Mikrowellplatten - führen die notwendigen Inkubations-, Wasch- und Stoppschritte durch - messen mittels ELISA-Reader - interpretieren die Ergebnisse - beurteilen die Validität der Ergebnisse
Fachpraxis			Summe Stunden: 300

Kompetenzbeschreibungen (Theorie)

Übergeordnete Handlungskompetenzen

Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit; Qualitätssichernde Maßnahmen; steriles Arbeiten und fachgerechte Entsorgung; Arbeiten im Team; Informationsbeschaffung, Messdatenverarbeitung, Dokumentation und Präsentation; Urteilskompetenz;

1. Thema: Systematischer Überblick

10 Stunden

Inhalte	- Hauptgruppen - Überblick über die systematische Einteilung von Prokaryoten und Eukaryoten - Einordnung der Viren	Kompetenzen	Die Auszubildenden definieren den Begriff Mikroorganismus und ordnen verschiedene Gruppen von Mikroorganismen systematisch korrekt zu. <ul style="list-style-type: none">- beschreiben den Begriff „Mikroorganismus“ als nicht systematischen Begriff- differenzieren die Domänen der Bacteria und Archaea als Prokaryoten und die Domäne der Eukarya im phylogenetischen Stammbaum- präsentieren relevante Großgruppen der Domäne Bacteria- definieren Viren als potenziell infektiöse Wirkstoffe, die zu ihrer Vermehrung Zellen benötigen
----------------	--	--------------------	---

2. Thema: Zellanatomie von Bakterien			30 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich Zellanatomie Pro- und Eukaryot - Zellformen - Zellwandaufbau und GRAM-Verhalten - Begeißelungstypen - Mikrobielle Bewegung - Taxien - Endo- und Exotoxine, LAL-Test - Endosporenbildung - Entkeimungsmethoden 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden beschreiben charakteristische Eigenschaften von Prokaryoten und das sich daraus ergebende Gefährdungspotenzial.</p> <ul style="list-style-type: none"> - skizzieren eine prokaryotische Zelle und erläutern relevante Zellbestandteile - vergleichen pro- und eukaryotische Zellen tabellarisch - benennen unterschiedliche Zellformen von Bakterien - erklären die Bedeutung der Färbeschritte einer GRAM-Färbearbeitung - erläutern die GRAM-Eigenschaften von Bakterien aufgrund des unterschiedlichen Zellwandaufbaus - differenzieren verschiedene Begeißelungstypen und unterscheiden Geißelbewegung und Gleitbewegung - beschreiben unterschiedliche Taxien (Magneto-, Chemo- und Phototaxis) - differenzieren Endo- und Exotoxine und beschreiben diverse Wirkmechanismen - beschreiben den LAL-Test zum Nachweis von Endotoxinen - erstellen bzw. erläutern ein Schema zum Ablauf der Endosporenbildung - bewerten die Wirksamkeit unterschiedlicher Entkeimungsverfahren bei Kontamination durch einen ausgewählten Endosporenbildner (z.B. Milzbranderreger)

3. Thema: Wachstumsphysiologie und Kulturtechniken			45 Stunden
---	--	--	-------------------


<p>Inhalte</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nährstoffbedarf und Nährmedienarten - Wachstumsbedingungen - Wachstum in statischer und kontinuierlicher Kultur: batch-, fed batch-Kultur, Chemostat-Bioreaktor - Keimzahlbestimmung - Kontrolle/Hemmung von mikrobiellem Wachstum durch Antibiotika - Wirkmechanismen von Antibiotika - Entkeimungsmethoden (Vertiefung) - Risikogruppen und Biologische Schutzstufen (GenTSV, BioStoffV) 	<p>Kompetenzen</p>	<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"> - beschreiben die bakterielle Zweiteilung - differenzieren Wachstumsparameter (Sauerstoffbedarf, Temperatur, pH-Wert, Osmolarität u. a.) - leiten aus Wachstumsparametern Bedingungen zur Konservierung von Lebensmitteln ab - erläutern die Messung mikrobiellen Wachstums - bestimmen die Keimzahl - unterscheiden Nährbödenarten und erläutern den Verwendungszweck (Komplex, Voll-, Selektiv- und Differenzierungsmedien) - beschreiben und erläutern ein Diagramm zum Wachstum in statischer Kultur (batch-Kultur) - beschreiben die Möglichkeiten der Regulation in einem Fed-Batch-Prozess und einem Chemostat-Bioreaktor - erstellen ein Diagramm zum Wachstum in kontinuierlicher Kultur - erläutern die Wirkungsweise ausgewählter Antibiotika (z.B. Penicillin, Mitomycin, Streptomycin) - differenzieren MHK und MBK - erklären Maßnahmen zur Sterilisation und Desinfektion - beschreiben Risikogruppen und Schutzstufen - recherchieren und präsentieren arbeitsschutzrelevante Vorschriften nach GenTSV und BioStoffV
<p>4. Thema: Stoffwechselleistungen ausgewählter Mikroorganismen</p>			<p>40 Stunden</p>

Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Ernährungstypen - assimilatorische Prozesse: oxygene und anoxygene Fotosynthese, Chemosynthese. - Dissimilatorische Prozesse: aerobe und anaerobe Atmung, Gärungen 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden</p> <p>beschreiben und differenzieren die wichtigsten dissimilatorischen und assimilatorischen Stoffwechsellleistungen von Mikroorganismen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - unterscheiden verschiedene Ernährungstypen (chemo-, foto-, lito- und organotroph) und ordnen diesen prokaryotische Vertreter zu - beschreiben die Grundprinzipien des Zellstoffwechsels bei Fotosynthese und Zellatmung - vergleichen unterschiedliche assimilatorische Prozesse: oxygene und anoxygene Fotosynthese, Chemosynthese - erläutern verschiedene dissimilatorische Prozesse (aerobe Atmung, anaerobe Atmung, Nitratatmung, Gärung) - analysieren einen experimentellen Befund und ordnen unterschiedliche dissimilatorische Prozesse einer Versuchsgrafik zu
5. Thema: Grundlagen der Virologie			40 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Morphologie von Viren an ausgewählten Beispielen - Pro- und Eukaryoten-Viren - Aufbau und Vermehrung von Bakteriophagen - lytische und lysogene Vermehrung - Strategien der Vermehrung von Eukaryoten-Viren und Beispiele - Virusanzucht, Plaquetest - Henle-Koch-Postulate - persistierende Vermehrung - Reassortment und onkogene Viren - subvirale Partikel 	Kompetenzen	<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. Sie analysieren das Gefährdungspotenzial von Viren.</p> <ul style="list-style-type: none"> - definieren Virion als infektiöse Form eines Virus - beschreiben die Morphologie ausgewählter Pro- und Eukaryoten-Viren (Strukturelemente, Form, Größe) - klassifizieren Viren nach Replikationstrategie (z.B. nach Baltimore)(auch Retroviren) - beschreiben die Phasen der Virusreplikation (Adsorption, Penetration, Uncoating, Replikation, Reifung und Assembly, Freisetzung) - differenzieren lytische und lysogene Vermehrung - beschreiben Mechanismen der Latenzentwicklung (z.B. am Beispiel von Herpes-simplex-Virus)

			<ul style="list-style-type: none"> - erläutern Persistenz, Latenz und Reaktivierung (z. B. im Kontext akuter und chronischer Infektionen) - beschreiben den tumorinduzierenden Mechanismus onkogener Viren (z. B. Humaner Papillomavirus) - problematisieren Antigen shift als Folge der Neuverteilung genetischer Information zwischen zwei ähnlichen Viren (Reassortment) (z. B. Grippevirus) - vergleichen die Eigenschaften von den kleinsten bekannten Pathogenen (Viroiden und Prionen) und Viren
6. Thema: Bakteriengenetik			20 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - bakterielle Replikation und Transkription - Mutationen und Mutanten - spontane und induzierte Mutagenese: Fluktuationstest, AMES-Test - Konjugation - Sexualtypen - Transformation - allgemeine und spezifische Transduktion - kompetente Zellen 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden beschreiben und charakterisieren die Möglichkeiten bakterieller Mutation und Rekombination.</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben den Aufbau des Bakterienchromosoms und der Plasmide - erläutern die bakterielle Replikation und Transkription im Vergleich zu eukaryotischen Zellen - beschreiben die Erzeugung und Isolierung von Mangelmutanten - erklären anhand selbst zu erstellender Skizzen von Genwirkketten den Zusammenhang zwischen genetischer Information und Stoffwechsellleistungen von Zellen - planen einen Versuchsansatz zur Selektion von Mangelmutanten - beschreiben die bakteriellen Sexualtypen (F⁻, F⁺, Hfr) - erläutern den Ablauf der Konjugation - erstellen Genkarten anhand von Versuchsergebnissen - differenzieren Transformation und Transduktion als weitere Möglichkeiten bakterieller Rekombination - unterscheiden Transformation bei Prokaryoten und Transfektion bei Eukaryoten - erläutern Kompetenz und nennen Methoden zur Herstellung kompetenter Zellen
7. Thema: Mikroorganismen im Dienst des Menschen: Biotechnologie			20 Stunden

Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Grundstoffwechsel und Bau z. B. der Hefezelle - mikrobielle Fermentationsverfahren in industriellem Maßstab (exemplarisch z.B. Bierbrauerei) - gentechnische Verfahren im Vergleich 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden beschreiben die Lebensweise ausgewählter MO in Bezug auf deren biotechnologische Nutzung.</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben den Bau der Hefezelle und ihre Stoffwechselprozesse (Zellatmung, alkoholische Gärung) - erläutern z. B. am Beispiel der Bierbrauerei die Regulation des Hefestoffwechsels im Fermentationsverfahren - vergleichen klassische und gentechnische Verfahren
8. Thema: Eukaryotische Zellkulturen			10 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - räumliche und apparative Voraussetzungen - Sicherheitsvorschriften - pflanzliche oder Säuger-Zellkulturen und ihre Medienansprüche - Zellkulturmedien und Zusätze - Kulturgefäße - Massenkultur 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden erläutern das sichere Arbeiten an der sterilen Werkbank sowie die Herstellung von eukaryotischen Zellkulturen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - nennen die Sicherheitsvorschriften zum Arbeiten mit eukaryotischen Zellkulturen - erklären die Funktionsweise einer Sicherheitswerkbank - beschreiben notwendige Apparaturen und Zellkulturmedien - erklären die Funktion der Medienzusätze - beurteilen den Zustand einer Zellkultur - differenzieren Monolayer- und Suspensionskulturen
9. Thema: Diagnostische Mikrobiologie und Immunologie			25 Stunden

Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Monoklonale Antikörper und Hybridomtechnik - immunologische Verfahren, - Impfstoffe und Impfstoffherstellung 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden beschreiben Ansprüche, Kulturtechniken eukaryotischer Zellen und erklären Anwendungsbeispiele biotechnologischer Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben und erläutern die Schritte der Hybridom-technik zur Herstellung monoklonaler Antikörper (z. B. für einen Schwangerschaftstest) - erläutern die medizinische Nutzung monoklonaler Antikörper in Diagnostik (ELISA, RIA) und Therapie (Rezeptorblocker, Immunsuppressivum) - erstellen eine Übersicht zu immunologischen Verfahren (z.B. ELISA, Western-Blot, RIA) und deren diagnostischen Nutzen - unterscheiden aktive und passive Immunisierung und - differenzieren die verabreichten Impfstoffe nach ihrer Wirkung im Organismus
Theorie		Summe Stunden: 240	
<p>Literaturangaben zum Modul Mikrobiologie: Madigan, M. T., Martinko, J. M.: Brock Mikrobiologie. 11., aktualisierte Auflage 2009, Pearson Studium Fuchs, G., (Schlegel, H. G.: Allgemeine Mikrobiologie. 8., vollständig überarbeitete u. erweiterte Auflage 2007, Thieme Stuttgart Süßmuth, R., Eberspächer, J., Haag, R., Springer, W.: Mikrobiologisch-Biochemisches Praktikum, 2. völlig überarbeitete Auflage 1999, Thieme Bast, E.: Mikrobiologische Methoden. 3. Auflage 2014, Springer Spektrum Bayrhuber, H. u.a.: Handbuch der praktischen Mikrobiologie und Biotechnik, Bände 1-4, Metzler Verlag (herausgegeben zw. 1992-2001) Steinbüchel, A. u.a.: Mikrobiologisches Praktikum - Versuche und Theorie. 2. Auflage 2003, Springer Spektrum Gstraunthaler, G., Lindl, T.: Zell- und Gewebekultur – allgemeine Grundlagen und spezielle Anwendungen. 7. Auflage 2013, Springer Spektrum.</p>			

		Physikalisch-chemische Grundlagen der Analytik-Praxis		Zertifizierung(ZEvA)	
BTA		Modulkatalog			
Kompetenzbeschreibungen				390 Stunden	
Übergeordnete Handlungskompetenzen 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 selbständig. Die Auszubildenden dokumentieren Arbeitsschritte, Arbeitsmethoden und Arbeitsergebnisse fachgerecht und beurteilen die Ergebnisse.					
1. Thema: Laborsicherheit				25 Stunden	
Inhalte		Kompetenzen		Die Auszubildenden... <ul style="list-style-type: none"> - kennen Gefahrenzeichen und Gefahrensätze des GHS-Systems. - informieren sich in Laborkatalogen und Sicherheitsdatenblättern über Gefahren, Hinweise und Sicherheitsrichtlinien von Chemikalien und beherrschen den sicheren Umgang mit gängigen Laborchemikalien. - informieren sich über Entsorgungsrichtlinien und entsorgen sicher, sach- und umweltgerecht in den zur Verfügung stehenden Entsorgungsbehältern. - arbeiten nach den Vorgaben der Laborordnung mit Laborkittel, Schutzbrille, Laborhandschuhen. - sind im Umgang mit Sicherheitseinrichtungen, wie z.B. Augendusche, Notdusche und Feuerlöscher geschult. 	
<ul style="list-style-type: none"> - Sicherheit im Labor - Richtlinien guter Laborpraxis - Gefahrenzeichen und Gefahrensätze des GHS-Systems - Laborkataloge und Sicherheitsdatenblätter - Entsorgungsrichtlinien - Laborordnung - Sicherheitseinrichtungen im Labor 					

2. Thema: Fachrechnen im chemischen Labor			30 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – chemischen Grundgesetze – stöchiometrische Berechnungen und Umsatzberechnungen – Konzentrationsgrößen Volumenanteil, Massenanteil, Massenkonzentration und Stoffmengenkonzentration – Verdünnungsformel und Verdünnungsfaktoren – Rechentafeln von Küster und Thiel 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> - formulieren die chemischen Grundgesetze, (Massenerhaltung, konstante und multiple Proportionen). - wenden die Gesetze an, um stöchiometrische Berechnungen und Umsatzberechnungen durchzuführen. - berechnen die Molare Masse aus Atommassen. - wenden die Zustandsgleichung für Idealgase an. - rechnen Volumina mit Hilfe der Dichte in Massen und eine Stoffportionen in die Stoffmenge um. - berechnen Konzentrationsgrößen Volumenanteil, Massenanteil, Massenkonzentration und Stoffmengenkonzentration. - wenden Verdünnungsformel und Verdünnungsfaktoren an. - sind im Umgang mit den Rechentafeln von Küster und Thiel geübt.
3. Thema: Arbeiten in einem chemisch-analytischen Labor			30 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Arbeit mit Volumenmessgeräten – Herstellung von Lösungen (Maßlösungen) – Protokollerstellung mit Fehleranalyse und statistischer Auswertung – Analysenwaage – MesskolbenAräometer – Pyknometer – Ultraschallbad 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> - berechnen Einwaagen für Lösungen. - stellen Maßlösungen aus der Ursubstanz her. - beherrschen den sachgemäßen Umgang mit der Analysenwaage. - überführen quantitativ und befüllen in Messkolben. - verdünnen Stammlösungen in Messkolben mit Pipettiersystemen, wie z.B. Vollpipette, Bürette und Mikropipette, unter Beachtung der Messgenauigkeit zu Kalibrierlösungen. - gehen mit Messzylindern, Messpipetten, und Dispensetten sachgemäß um. - überprüfen Verdünnungsstufen durch Aräometrie oder Pyknometrie - verwenden Geräte zur Homogenisierung, wie z.B. Ultraschallbäder.
4. Thema: Qualitative und quantitative Analytik			30 Stunden

<p>Inhalte</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kationen- und Anionen-Nachweise - Analyse von Einzelproben nasschemisch - Maßanalyse mit Titer- und Gehaltsbestimmung 	<p>Kompetenzen</p>	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> - führen qualitative und quantitative Untersuchungen durch und werten die Ergebnisse aus; bereiten Proben vor, - charakterisieren Stoffe aufgrund ermittelter Parameter (z.B. aus Titrationskurven, Spektren); planen zum Teil selbständig Versuche, leiten aus den Versuchsanforderungen die Arbeitsmethode ab; - analysieren Fehler und bewerten ihre Ergebnisse anhand statistischer Auswertungen; - wenden chemische Konzepte (Säure-Base, Redox...) auf verschiedene Beispiele an.
-----------------------	---	--------------------	---

<p>5. Thema: Potenziometrie und Konduktometrie</p>		<p>30 Stunden</p>	
<p>Inhalte</p>	<ul style="list-style-type: none"> - konduktometrische und potenziometrische Titrations - Aufbau, Funktion und Handhabung von pH-Messkette und Leitfähigkeitsmesszelle - Titrationskurve und Äquivalenzpunkt - elektrischen Widerstand, Leitwert und spezifische Leitfähigkeit und Zellkonstante - Tabellenkalkulation Microsoft Excel 	<p>Kompetenzen</p>	<p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> - bauen einen Messstand mit Einstabmesskette auf und kalibrieren die Glasmembranelektrode mit zwei Pufferlösungen. - führen potenziometrische Titrations durch, protokollieren Messdaten und werten diese mit der Tabellenkalkulation Microsoft Excel aus. - identifizieren Äquivalenzpunkte mit der Wendepunktmethode oder durch Auftragung der Differenzenquotienten. - beschreiben den Aufbau von pH-Messketten und Leitfähigkeitsmesszellen. - definieren elektrischen Widerstand, Leitwert und spezifische Leitfähigkeit und Zellkonstante. - bestimmen Widerstände mit Hilfe einer Wheatstonschen Brückenschaltung - führen konduktometrische Titrations durch. Kurvenverläufe werden graphisch dargestellt und interpretiert. Äquivalenzpunkt wird mit hoher Präzision aus dem Schnittpunkt von Trendgeraden ermittelt. - führen Volumetrische Berechnungen selbstständig durch.

6. Thema: Redox titration, Fällungstitration und Komplexometrie		35 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Redox titrationen, - Permanganometrie - Fällungstitration - und Komplexometrie - Wasserhärte 	Kompetenzen Die Auszubildenden.... <ul style="list-style-type: none"> - führen Redox titrationen durch. - bestimmen den Gehalt von Oxalsäure oder Fe^{2+}-Ionen durch permanganometrische Titration. - stellen den Titer der KMnO_4-Maßlösung mit Natriumoxalat ein. - setzen Maßlösungen aus der Ursubstanz an, für die Iodometrie wird eine Natriumthiosulfatlösung angesetzt und mit Kaliumiodat eingestellt. - bestimmen Cu^{2+}-Ionen-haltige Proben iodometrisch. - führen die Analyse von Chlorid als Fällungstitration nach Mohr und als konduktometrische Fällungstitration durch. - führen eine komplexometrische Titrationen zur Bestimmung von Ca^{2+} und Mg^{2+} durch. Die Bedeutung der Komplexbildungskonstante für eine Konkurrenzreaktion zwischen Indikator- und Titratorligand wird ausführlich diskutiert. - begründen, warum solche Titrationen in gepufferter Lösung durchgeführt werden müssen. Die Begriffe Gesamthärte, Ca^{2+}-Härte und temporäre Härte sind geläufig. - diskutieren Alltagsbezüge und wirtschaftliche Bedeutung

7. Thema: Thermodynamik			20 Stunden
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> – Arbeit und Energie – einfache Definitionen der thermodynamischen Hauptsätze – Phasenumwandlungsprozesse – Kalorimetrische Messung 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> - sind sich der Bedeutung von Energie für den Erhalt und die Entwicklung der Zivilisation bekannt. - können zwischen Arbeit und Energie unterscheiden. - wissen, dass die Umwandlung von Energieformen bestimmten Gesetzmäßigkeiten unterliegt. - geben einfache Definitionen der thermodynamischen Hauptsätze an. - nennen Beispiele für Phasenumwandlungsprozesse, sie geben an, dass Temperaturdifferenz eine Voraussetzung für den Wärmeübergang zwischen Körpern ist.
8. Thema: Biomoleküle, u.a. Kohlenhydrate und Fette			52 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Monosaccharide, Disaccharide, und Polysaccharide – Aldosen und Ketosen. – Enantiomere, Diastereomere, Anomere – Fischerprojektion – Haworth-Formel – Fehling-Probe – Tollens-Probe – Keto-Enol-Gleichgewicht – Halbacetal, Vollacetal, glycosidische Bindung – optische Aktivität – polarimetrische Verfahren – Kinetik der Rohrzuckerinversion, Mutarotation 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> - unterscheiden zwischen Monosacchariden, Disacchariden, und Polysacchariden, sowie zwischen Aldosen und Ketosen. - unterscheiden Enantiomere und Diastereomere. - stellen zur Bestimmung der relativen Konfiguration nach Fischer die offenkettigen Formen in Fischerprojektion dar. - stellen D-Glucose, D-Fructose, D-Maltose und D-Saccharose in der Haworth-Formel dar. - zeichnen Haworth-Formeln der Glucoseanomere. - 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 Cu_2O gebildet wird. - 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. - leiten ab, dass bei Saccharose der Nachweis negativ ist, weil die Aldehydgruppe als Vollacetal vorliegt.

	<ul style="list-style-type: none"> - Aufbau von Fetten - gesättigte und ungesättigte Fettsäuren - Fettkennzahlen, Säurezahl, Verseifungszahl und Jodzahl 		<ul style="list-style-type: none"> - stellen Zuckerlösungen her und messen die optische Aktivität der Lösungen, erklären die Mutarotation. - beherrschen das polarimetrische Verfahren der Saccharimetrie und identifizieren Kohlenhydrate anhand des optischen Drehwinkels. - untersuchen die Kinetik der Rohrzuckerinversion. - beschreiben den allgemeinen Aufbau von Fetten. - unterscheiden zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren, kennen die Omega-Zählweise für ungesättigte Fettsäuren. - 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.
--	---	--	---


9. Thema: Instrumentelle Analytik und Grundlagen der Statistik		138 Stunden
<ul style="list-style-type: none"> - UV/VIS-Photometer - Lambert-Beer-Gesetz, Extinktion und Transmission, - Absorptionsspektren - Verdünnungsreihe, Verdünnungsfaktor und Aliquotierfaktor - Linearität der Kalibrierfunktion - Tabellenkalkulation Excel - Korrelationskoeffizienten R^2 - Wiederfindungsrate - Descriptive Statistik 		<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> - skizzieren den Strahlengang des UV/VIS-Photometers und benennen die Bauteile und geben Definitionen der Größen Extinktion, Transmission an. - erläutern die Abhängigkeit zwischen Extinktion, Konzentration und Schichtdicke (Lambert-Beer-Gesetz). - berechnen den molaren Extinktionskoeffizienten. - bestimmen Cu^{2+}- und Ni^{2+}-haltige Proben VIS-photometrisch. Dazu werden die Lösungen mit Ammoniak bzw. Bromwasser, Citratpuffer und Dimethylglyoxim konditioniert. - nehmen das Absorptionsspektrum zur Bestimmung des Extinktionsmaximums auf. - setzen die Stammlösung an und stellen eine Verdünnungsreihe her, die aus fünf äquidistanten Standards in einer Konzentrationsdekade bestehen. Konzentrationen werden aus der Einwaage zurückgerechnet. - kalibrieren Messgeräte nach Vorschrift. - bedienen selbsttätig Klein- und Großgeräte der instrumentellen Analytik unter Zuhilfenahme von Bedienungsanweisungen. - werten Messdaten der VIS-Photometrie mit der Tabellenkalkulation Excel aus. - überprüfen die Linearität der Kalibrierfunktion. - Bewerten die Präzision der Kalibriergeraden anhand des Korrelationskoeffizienten R^2. - prüfen die Richtigkeit der Methode mit der Wiederfindungsrate eines externen Standards. - verdünnen konzentrierte Proben gezielt, bis die Analysenlösung im Zentrum des Kalibrierbereichs liegt. - berechnen den Gehalt der Proben aus der Kalibrierfunktion unter Berücksichtigung des Verdünnungsfaktors. - runden das Probenergebnis unter Beachtung der Signifikanzen.

	<ul style="list-style-type: none"> - Flammenatomabsorptionsspektroskopie - HPLC mit RP-18-Säule - Zusammensetzung der Eluentenmischung, Volumenstromanpassung - Totzeit, Bruttoretentionszeit, Nettoretentionszeit, Halbwertsbreiten der Peaks, Kapazitätsfaktoren und Peakauflösung, Trennstufenzahl und Trennstufenhöhe - Gaschromatographen - FTIR-Spektroskopie - Sandwich-Technik, ATR-Technik - charakteristischem Bereich und Fingerprintbereich 		<ul style="list-style-type: none"> - können mit statistischen Größen, wie Systematische Fehler, grobe Fehler, statistische Fehler, Mittelwert und Standardabweichung, Variationskoeffizient, Vertrauensbereich, Präzision und Richtigkeit umgehen. - 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 Analysengehalt wird unter Berücksichtigung des Aliquotierfaktors auf die durchschnittliche Tablettenmasse umgerechnet. - bestimmen den Gehalt von gegebenen Proben (z.B. Fe^{3+}, Pb^{2+}, Zn^{2+} oder Ni^{2+}) mit der Flammenatomabsorptionsspektroskopie. Sie wählen die Hohlkathodenlampe aus, justieren die Lampen, stellen Brenngas- und Luftzufuhr ein und zünden die Flamme. - stellen die Kalibrierreihe aus der Ursubstanz her. Kalibrierreihe und Analysenlösung werden mit einem Mikropipettiersystem hergestellt und mit Salpetersäure konditioniert. - führen die Vorbereitungen und Messungen unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften selbstständig durch. - trennen ein Aromatengemisch bestehend aus Benzoessäuremethylester, Toluol und Naphtalin am HPLC mit RP-18-Säule. - stellen Parameter ein, injizieren die Probe in die Probenschleife und führen die Messung durch. - optimieren die Zusammensetzung der Eluentenmischung, die aus Methanol und Wasser besteht, und passen den Volumenstrom an, bis die Fraktionen vollständig getrennt sind. - bestimmen die Totzeit mit Thioharnstofflösung. Außerdem werden die Peaks zugeordnet. Dazu werden Standards mit dem eingestellten Eluentenprogramm chromatographiert. - 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.
--	---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - charakteristische Banden, Korrelationstabellen 		<ul style="list-style-type: none"> - nennen die Bauteile eines Gaschromatographen und erklären die Funktion. - wenden die FTIR-Spektroskopie an. - präparieren Flüssigkeiten zwischen NaCl-Fenstern mit der Sandwich-Technik und vermessen Feststoffe mit der ATR-Technik. NaCl-Fenster und ATR-Diamant werden vorschriftsmäßig gereinigt. - interpretieren die gemessenen Größen und Schwingungsarten, unterscheiden zwischen charakteristischem Bereich und Fingerprintbereich. - untersuchen bekannte und unbekannte Proben, u.a. Alkane, Alkene und Aromaten mit verschiedenen funktionellen Gruppen. - finden die Identität von gegebenen Verbindungen durch Vergleich des Fingerprintmusters mit ihrer selbsterstellten Datenbank heraus. - ordnen charakteristische Banden mit Hilfe von Korrelationstabellen zu.
--	--	--	---

Literaturangaben zum Modul Physikalisch-chemische Grundlagen der Analytik- Praxis:

- Jander, Jahr: Maßanalyse, de Gruyter, 17. Auflage, 2009
- Jander, Blasius: Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum, Hirzel, S., Verlag GmbH & Co.; Auflage: 14., neu bearb. Aufl. (1995)
- Georg Schwedt: Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Auflage: 3. überarb. u. erw. Auflage (23. Februar 2007)
- R. Niessner: Instrumentelle Analytik, Grundlagen - Geräte – Anwendungen, Springer Spektrum; Auflage: 6, 6. Dezember 2013
- Friedrich W. Küster: Rechentafeln für die Chemische Analytik, De Gruyter; Auflage: 107 (27. Mai 2011)
- Reinhard Matissek: Lebensmittelanalytik, Springer; Auflage: 4 (7. Dezember 2009)
- Karlson, Doenecke, Koolman: Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler, Thieme, Stuttgart (Januar 1994)
- Bundesverband der Unfallkassen, GDCh, BG Chemie: Sicheres Arbeiten in chemischen Laboratorien, © Januar 2000, 6. überarbeitete Auflage

		Physikalisch-chemische Grundlagen der Analytik-Theorie	Zertifizierung(ZEvA)
BTA		Modulkatalog	
Kompetenzbeschreibungen		300 Stunden	
Übergeordnete Handlungskompetenzen <p>Die Auszubildenden lösen selbstständig theoretische Fragestellungen zu den Grundlagen der allgemeinen und analytischen Chemie. Durch einen ausgewogenen Wechsel von Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit erwerben sie die sozialen Kompetenzen, um Ziele gemeinsam zu erreichen, zu reflektieren und selbstgesteuert die Arbeitsprozesse zu beurteilen. Sie halten Absprachen ein und lösen Konflikte innerhalb einer Gruppe weitgehend eigenverantwortlich. Sie erschließen, beurteilen und nutzen unterschiedliche Informationsquellen selbständig. Die Auszubildenden dokumentieren auf der Grundlage fachlichen Wissens Arbeitsschritte sowie Arbeitsmethoden und Arbeitsergebnisse fachgerecht und nachvollziehbar.</p>			
1. Thema: Atombau und chemische Bindung			35 Stunden
Inhalte <ul style="list-style-type: none"> – Atombau anhand von Atommodellen – Molekülgeometrie – Bindungslehre – Lewisformeln – Zwischenmolekulare Kräfte – Elektronegativität nach Pauling – Polarität und Dipolmoment – Van-der-Waals-Kräfte und Wasserstoffbrückenbindungen – Löslichkeit – Stoffkonstante 	Kompetenzen	Die Auszubildenden... <ul style="list-style-type: none"> – erläutern den Bau des Atomkerns, Kernteilchen, Isotope und Radioaktiven Zerfall, Kern-Hülle-Modell, das Bohr'sche Atommodell, die Quantenzahlen und Pauliprinzip des Wellenmechanischen Atommodells. – stellen die Elektronenkonfiguration von Atomen in Paulings Kästchenschreibweise dar. – beschreiben Molekülgeometrien mit dem EPA-Modell bzw. durch Hybridisierung. – gehen sicher mit Summenformeln, Lewisformeln und Reaktionsgleichungen um. – unterscheiden zwischen Ionenbindung, Metallbindung und Valenzbindung. – stellen anhand der Elektronegativitätsdifferenz begründete Vermutungen über Bindungsart und Polarität an. – ist bekannt, dass die Löslichkeit in unterschiedlichen Lösungsmitteln vom Dipolmoment und von aliphatischen Resten, sowie von der Fähigkeit Wasserstoffbrückenbindungen zu bilden, abhängig ist. – stellen Stoffkonstante, wie z.B. Schmelzpunkt und Siedepunkt, in Zusammenhang mit Polarität und Molekulargewicht der Stoffe. 	

			<ul style="list-style-type: none"> – erklären Van-der-Waals-Kräfte und Wasserstoffbrückenbindungen. – beschreiben die Löslichkeitseigenschaften von Stoffen mit den Begriffen polar, unpolar, hydrophil, hydrophob, lipophil und lipophob. – schlagen auf der Grundlage von Molekülstruktur und funktionellen Gruppen Verbindungen vor, die als Solvenz in Frage kommen.
2. Thema: Chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz und Säure-Base-Gleichgewicht			45 Stunden
Inhalte <ul style="list-style-type: none"> – Massenwirkungsgesetz – Gleichgewichtsreaktionen – Prinzip von Le Chatelier – Säure-Base-Theorie von Brönsted – Protolyse, Ampholyse und korrespondierende Säure-Base-Paare – Dissoziationskonstante K und Dissoziationsexponent pK – pH-Wert – starke und schwache Säuren – Titrationskurven – pH-Indikatoren – Salzbildungsarten u. – Nomenklaturregel – Puffersysteme u. berechnen von Pufferlösungen 	Kompetenzen	Die Auszubildenden... <ul style="list-style-type: none"> – wenden das Massenwirkungsgesetz auf Gleichgewichtsreaktionen an. – berechnen Gleichgewichtskonstante und Ausbeute aus experimentell bestimmten Konzentrationen. – diskutieren verschieden Möglichkeiten zur Verschiebung der Gleichgewichtslage. – wenden das Prinzip von Le Chatelier an und begründen, wie die Ausbeute von Druck und Temperatur abhängt. – erklären Säure-Base-Theorie von Brönsted und die Definitionen von Arrhenius. – erläutern Begriffe wie Protolyse, Ampholyse und korrespondierende Säure-Base-Paare anhand von Beispielen. – teilen Säuren und Basen anhand von Dissoziationskonstante K und Dissoziationsexponent pK in starke, schwache und sehr schwache Elektrolyte ein. – berechnen pH-Werte für starke und schwache Säuren mit Näherungsformeln. – skizzieren potenziometrische Titrationskurven von Säuren und Basen, sie ordnen Halbäquivalenzpunkt, Pufferzone und Äquivalenzpunkt zu. – wählen geeignete pH-Indikatoren mit Hilfe des Tafelwerks von Küster und Thiel aus. – formulieren Reaktionsgleichungen für verschiedene Salzbildungsarten. – Benennen Salze von Säuren mit mehreren Dissoziationsstufen nach Nomenklaturregel. – beschreiben die Funktionsweise eines Puffersystems an biologischen Beispielen. 	

3. Thema: Redoxreaktionen			18 Stunden
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> – Oxidation und Reduktion – Oxidationszahlen – Oxidationsmittel und Reduktionsmittel – Gesamtgleichung zur Redoxreaktion 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> – definieren die Oxidation als Elektronenabgabe und die Reduktion als Elektronenaufnahme. – bestimmen die Oxidationszahlen von organischen und anorganischen Verbindungen. – identifizieren Oxidationsmittel und Reduktionsmittel anhand der Änderung der Oxidationszahl. – nennen typische Oxidationsmittel wie KMnO_4 und $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. – erstellen Reaktionsgleichungen für die Teilreaktionen „Oxidation“ und „Reduktion“. – formulieren die Gesamtgleichung zur Redoxreaktion, mit Elektronen-, Ladungs- und Stoffbilanz.
4. Thema: Atomphysik			34 Stunden
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> – Strahlungsarten der Radioaktivität – Radioaktiver Zerfall – Nuklidkarte – Halbwertszeit und Zerfallskonstante – Geiger-Müller-Zählrohrs. – Wechselwirkung von Radioaktivität mit Materie oder biologischen Zellen – Gefahrenpotenzial unterschiedlicher Strahlen und Strahlenschutz – Statistische Streuung – Energie und Absorption radioaktiver Strahlung 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die Strahlungsarten der Radioaktivität und ihre Entstehung. - können erklären, warum sich Ordnungszahl und Massenzahl eines Nuklids beim Zerfall verändert. Radioaktive Zerfallsreihen sind bekannt. - gehen mit einer Nuklidkarte um, können mit dem Zerfallsgesetz Berechnungen anstellen. - ermitteln Halbwertszeit und Zerfallskonstante aus experimentellen Daten. - beschreiben Aufbau und Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs. - erklären, welche Schäden bei der Wechselwirkung von Radioaktivität mit Materie oder biologischen Zellen entstehen können. - wurden über Strahlenschutz belehrt. Gefahrenpotenziale, die von unterschiedlichen Strahlern ausgehen sind ihnen geläufig. Schutzmaßnahmen sind in groben Zügen bekannt. - bewerten die Genauigkeit statistischer Messverfahren - bestimmen experimentell die Maximalenergie von Beta-Strahlung - untersuchen die Absorption von α-Strahlung und bestimmen Absorptionskoeffizienten für verschiedene Materialien

5. Thema: Optik			43 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Grundlagen der Optik – Brechungsgesetz und Totalreflexion – Strahlengänge mit unterschiedlichen Linsen – Brennweitenbestimmung – Berechnungen mit der Linsengleichung – Strahlungsarten des elektromagnetischen Spektrums – Bildentstehung im Mikroskop – Beugung am Gitter – Gitterspektrometer – Prismenspektrometer 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die Grundlagen der Optik. - bauen auf der Grundlage von Brechungsgesetz und Totalreflexion Strahlengänge mit unterschiedlichen Linsen auf. - wenden die Hauptfälle der Sammellinse und Methoden zur Brennweitenbestimmung im Praxisunterricht an. - führen Berechnungen mit der Linsengleichung durch. - erklären die Bildentstehung im Mikroskop. - ordnen Strahlungsarten des elektromagnetischen Spektrums in energetischer Reihenfolge ein. - bauen ein Gitterspektrometer auf, justieren den Strahlengang und bestimmen experimentell Wellenlängen verschiedener Lichtquellen - berechnen Wellenlängen entsprechend der Gittergleichung - justieren ein Prismenspektrometer und bestimmen Linienspektren
6. Thema: ausgewählte Verfahren zur Stofftrennung			19 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Chromatographie – Destillation – Extraktion 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> – erläutern die grundlegende Funktionsweise chromatographischer Trennverfahren unter Anwendung der Fachsprache – unterscheiden verschiedene Anwendungsbeispiele (DC, HPLC, GC) und Trennmechanismen aufgrund der Molekülstrukturen und Matriceigenschaften – planen grundlegende Arbeitsschritte selbständig und werten Chromatogramme eigenständig aus
7. Thema Einführung in die Reaktionskinetik			30 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Reaktionsgeschwindigkeit – RGT-Regel – Boltzmann-Verteilung – Aktivierungsenergie – Einzelreaktionsordnungen und 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden.....</p> <ul style="list-style-type: none"> – definieren Reaktionsgeschwindigkeit und geben an, dass diese meistens von der Konzentration und den herrschenden Bedingungen abhängt. – Formulieren die RGT-Regel. Sie kennen ihre alltägliche Bedeutung


	<p>Gesamtordnung von Reaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Grafische Bestimmung der Reaktionsordnung – Wirkung eines Katalysators 		<p>und haben die Gültigkeit der Regel am Beispiel des Zerfalls von Thioschwefelsäure nachgewiesen.</p> <ul style="list-style-type: none"> – geben an, dass diese Beobachtung in erster Linie auf die Temperaturabhängigkeit der Boltzmann-Verteilung zurückzuführen ist. – erläutern, dass bei dieser Reaktion eine konzentrationsunabhängige Geschwindigkeitskonstante existiert, die nach Arrhenius von Aktivierungsenergie und Temperatur abhängig ist. – ermitteln am Beispiel der Oxidation von Kaliumiodid mit Wasserstoffperoxid in Gegenwart von Natriumthiosulfat und Stärke durch sinnvolle Anwendung der Überschussmethode Einzelreaktionsordnungen und Gesamtordnung des differentiellen Zeitgesetzes. – untersuchen die Entfärbung von Kristallviolett. Sie haben auf der Basis des integrierten Zeitgesetzes durch logarithmische Auftragung der Extinktion über die Zeit aus dem Anstieg die Geschwindigkeitskonstante bestimmt und die Reaktionsordnung von 1 bestätigt. – erläutern, dass die Molekularität einer Reaktion aus dem geschwindigkeitsbestimmenden Schritt resultiert. – erklären die reaktionsbeschleunigende Wirkung eines Katalysators.
8. Thema: Organische Chemie			76 Stunden
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Systematik organischer Verbindungen, – Stoffklassen, Funktionelle Gruppe, Eigenschaften, – Isomeren und Nomenklatur – Radikalische Substitution – Elektrophile Addition, Markownikow-Regel – Katalytische Hydrierung – Stoffklasse der Alkohole – Redoxgleichungen für die Oxidation 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> - begründen Vielfalt und Systematik organischer Verbindungen und nennen die wichtigsten Stoffklassen, sowie deren Funktionelle Gruppe. - 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. - leiten Bindungsverhältnisse und Bindungswinkel aus dem Orbitalmodell ab. Die Geometrien des Kohlenstoffatoms in unterschiedlichen Funktionellen Gruppen werden durch verschiedene Hybridisierungen erklärt (sp^3, sp^2, sp). - leiten Bindungswinkel aus dem EPA-Modell ab - diskutieren den Reaktionsmechanismus einer Kettenreaktion am

	<p>von Alkoholen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mechanismus für die säurekatalysierte Veresterung - Azidität von organischen Verbindungen - Induktiver und mesomerer Effekt - Aromatische Verbindungen, Hückelregel - Elektrophile Substitution 		<p>Beispiel der radikalischen Substitution von Brom und Heptan ausführlich. Die Schüler teilen den Reaktionsverlauf in Start-, Wachstum- und Abbruchreaktionen ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> - unterscheiden physikalische und chemische Eigenschaften der Halogenalkane und erkennen deren Umweltproblematik. - leiten die Eigenschaften von Alkenen, Alkinen und Aromaten aus deren Struktur ab. - erläutern den Reaktionsmechanismus für die Elektrophile Addition, die Markownikow-Regel der elektrophilen Addition von Halogenwasserstoffen an Alkenen mit endständiger Doppelbindung wird diskutiert. - erklären die Härtung von Pflanzenölen durch katalytische Hydrierung. - begründen, warum bei der unvollständigen Hydrierung eines mehrfach ungesättigten Fettes trans-Doppelbindung entstehen. Es ist bekannt, dass Transfette Auslöser für Herz-Kreislauf-Erkrankungen sein können. - 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. - vergleichen die Reaktion mit Alkalimetallen zu Alkoholaten mit der Reaktion des Wassers. - formulieren Redoxgleichungen für die Oxidation von Alkoholen mit Kupfer(I)-oxid zum Aldehyd, bzw. mit KMnO_4 oder CrO_3 zu Ketonen oder Carbonsäuren. - kennen die Dehydratisierung von Alkoholen und die Bildung von Ethern. - 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. - geben an, dass chemische Eigenschaften von Phenolen und Alkoholen vergleichbar sind, wobei die Azidität von Phenol stärker ist als von Methanol. - diskutieren den Einfluss von Substituenten mit Induktivem und Mesomerem Effekt auf die Säurestärke von Carbonsäuren. - zählen Eigenschaften und Besonderheiten von aromatischen
--	--	--	---

			Verbindungen auf. Aromatische Verbindungen werden mit der Hückelregel identifiziert. Der Reaktionsmechanismus für die Elektrophile Substitution am Aromaten ist den Schülern geläufig.
--	--	--	--

Literaturangaben zum Modul Physikalisch-chemische Grundlagen der Analytik- Theorie:

- Mortimer, Müller: Chemie -Das Basiswissen der Chemie, Thieme, Stuttgart (2003)
- Paula Y. Bruice, Theodore L. Brown: Chemie für die Gymnasiale Oberstufe: Allgemeine, Organische und Physikalische Chemie, Pearson Studium; Auflage: 1, 1. August 2013
- Erwin Riedel: Allgemeine und Anorganische Chemie, De Gruyter; Auflage: 11., 29. Mai 2013
- Joachim Buddrus, Bernd Schmidt: Grundlagen der Organischen Chemie, De Gruyter; Auflage: 5, 1. Januar 2015


	Betriebspraktikum		Zertifizierung(ZEvA)
	BTA	Modulkatalog	

Die Auszubildenden nehmen am Ende des vorletzten Ausbildungshalbjahrs obligatorisch an einem mindestens sechswöchigen betrieblichen Praktikum teil.

<p>Kompetenzbeschreibungen</p> <p>Die Auszubildenden organisieren den Praktikumsplatz, die Bewerbungen und die notwendigen Formalitäten selbstverantwortlich. Sie erproben, dokumentieren und reflektieren Arbeitstechniken.</p>
<p>Übergeordnete Handlungskompetenzen</p> <p>Die Auszubildenden lernen den betrieblichen Alltag in der Arbeitswelt kennen.</p>

1. Thema Betriebspraktikum	270 Stunden
-----------------------------------	--------------------

Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Bewerbung für einen Arbeitsplatz - Einblick in die vielseitigen Tätigkeiten einer / eines BTA - Einblick in die Realität des Arbeitslebens - Kommunikation und Kooperation im beruflichen Umfeld - Dokumentation von Tätigkeiten im Betrieb 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> - suchen sich selbstständig einen geeigneten Praktikumsplatz - bewerben sich mit notwendigen Bewerbungsunterlagen bei Betrieben - regeln die notwendigen Formalitäten mit der Schule und dem Betrieb - führen ein mindestens sechswöchiges Betriebspraktikum durch - lösen fach- und berufsbezogene Aufgaben - arbeiten an betrieblichen Projekten mit - arbeiten im Team - schreiben einen Bericht zur Dokumentation des Betriebspraktikums
----------------	--	--------------------	--

	Kommunikation und Präsentationstechniken		Zertifizierung(ZEvA)	Lehrer (Do/Ri)
	BTA	Modulkatalog		

Kompetenzbeschreibungen

Die Auszubildenden ...

- kommunizieren in arbeitsförderlicher Weise auf mündlichem und schriftlichem Weg.
- arbeiten im Team zusammen.
- präsentieren Arbeitsergebnisse mündlich und schriftlich und reflektieren dabei Durchführung und Ergebnisse von Arbeitsprozessen.
- dokumentieren Durchführung und Ergebnisse der Arbeitsprozesse nachvollziehbar und in angemessener Weise, auch unter Verwendung von unterschiedlicher Software.
- recherchieren unter Nutzung verschiedener Quellen.

Übergeordnete Handlungskompetenzen

Anwendung von Regeln zum Datenschutz und zur Datensicherheit, Anwendung von Standardsoftware, Anwendung der Fremdsprache Englisch (mündlich und schriftlich)

1. Thema: Kommunikation

Stunden: 30

Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunikationsregeln - Partner- und Gruppenarbeit - Teamorganisation - Datenschutzrichtlinien - Word, Excel, PowerPoint - Introducing yourself, meeting and greeting, telephoning, presenting a product or data - Writing business letters 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - wenden Kommunikationsregeln an. - setzen Hilfsmittel zur Kommunikationsförderung ein. - setzen Kommunikationssysteme ein. - arbeiten mit Standard-Software und gerätespezifischer Software. - wenden Regeln zum Datenschutz und zur Datensicherheit an. - wenden Fachsprache an, auch in der Fremdsprache Englisch - berücksichtigen bei der Aufgabenerledigung Kundenorientierung. - drücken sich mündlich und schriftlich in Englisch angemessen aus. - führen Gespräche mit Kunden und Wartungspersonal in Übungssituationen.
----------------	--	--------------------	--

2. Thema: Teamarbeit


Stunden: 30

Inhalte	- Planung und Durchführung von Arbeiten im Team	Kompetenzen	Die Auszubildenden ... <ul style="list-style-type: none"> - bearbeiten Aufgaben im Team. - halten allgemeine und schulspezifische Regeln ein. - gehen adäquat mit Kritik um. - geben sachlich Feedback. - unterstützen Teammitglieder nach Bedarf. - halten sich an Absprachen. - gehen Kompromisse ein.
----------------	---	--------------------	---

Die Inhalte des Moduls werden in verschiedenen Fächern unterrichtet, einerseits in den allgemeinbildenden Fächern Englisch, Sozialkunde und Deutsch (nur dreijähriger Bildungsgang) sowie andererseits in den fachpraktischen Fächern (z.B. Teamarbeit, Organisation der Arbeitsschritte, Informationsbeschaffung, Verwendung von Software, Dokumentation, Präsentation von Arbeitsergebnissen) und fachtheoretischen Fächern (Dokumentation, Partner- und Gruppenarbeit, Präsentation von Arbeitsergebnissen, Praktikumsbericht, Ausarbeitungen).

3. Thema: Präsentation von Arbeitsergebnissen			Stunden: 30
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Vortragen, Argumentieren und Diskutieren - Präsentationstechniken - Einsatz von geeigneten Präsentationsmedien - Erstellung von Diagrammen 	Kompetenzen	Die Auszubildenden ... <ul style="list-style-type: none"> - präsentieren Arbeitsabläufe und –ergebnisse mediengestützt. - erstellen schriftliche Ausarbeitungen zu ausgewählten Fachthemen. - drücken sich mündlich und schriftlich in Englisch angemessen aus. - erläutern und verantworten die korrekte Darstellung von Datenreihen. - bewerten Daten und Informationsquellen. - erstellen Präsentationen (u.a. in Powerpoint) und Poster. - präsentieren komplexe Prozesse strukturiert für Gruppen. - stellen und beantworten Fragen zu Präsentationen. - nehmen an Vorträgen teil. - geben sachliches Feedback.
4. Thema: Dokumentation			Stunden: 30
Inhalte	- Dokumentationsarten (z. B. Protokoll, Laborbuch)	Kompetenzen	Die Auszubildenden ...

	<ul style="list-style-type: none"> - Hilfsmittel zur Dokumentation (Tabellenkalkulationsprogramme, Fotografie, Diagrammerstellung in Excel) - Regeln zum Datenschutz und zur Datensicherheit 		<ul style="list-style-type: none"> - beschreiben den Nutzen verschiedener Dokumentationsarten. - setzen Hilfsmittel zur Dokumentation ein. - dokumentieren Arbeitsabläufe und –ergebnisse. - führen ein Laborbuch. - verfassen sachgerechte Fachtexte. - arbeiten mit Standard- Software und gerätepezifischer Software. - wenden Regeln zum Datenschutz und zur Datensicherheit an. - erstellen Textdokumente, Tabellenkalkulationen, Diagramme und Grafiken (auch computergestützt). - drücken sich mündlich und schriftlich in Englisch angemessen aus.
5. Thema: Informationsbeschaffung			Stunden: 30
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Recherchetechniken - Rechercheaufgaben - Umgehen u.a. mit Protokollen, Handbüchern, Geräte- und Betriebsanweisungen, scientific texts - Urheberrechtsbestimmungen - Korrektes Zitieren von Datenquellen 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - wenden verschiedene Recherchetechniken an - nutzen kritisch verschiedene Informationsquellen. - setzen Informationssysteme ein. - arbeiten mit Standard-Software. - wenden Regeln zum Datenschutz und zur Datensicherheit an. - nutzen auch fremdsprachliche Informationsquellen, insbesondere englischsprachige Arbeitsvorschriften, technische Unterlagen, Dokumentationen, Handbücher, Betriebs- und Geräteanweisungen.

	Projekt		Zertifizierung(ZEvA)	Lehrer (Do)
	BTA	Modulkatalog		

Die Inhalte des Moduls Projekt werden im zweijährigen Bildungsgang in der Fachstufe 2 im Fach „Praktikum Projekt“ (PRO) unterrichtet. Dabei finden die Praktika in der Regel vierzehntägig und vierstündig statt. Die Auszubildenden wählen meist in kleinen Gruppen und in Absprache mit der Lehrkraft Fragestellung und Methoden aus, daher sind weiter unten fakultative Themen aufgeführt, von denen jeweils eins ausgewählt wird.

Kompetenzbeschreibungen

Die Auszubildenden...

- entwickeln eigene biologische Fragestellungen.
- planen Arbeitsschritte und Materialbedarf für ihre Versuche.
- präsentieren ihre Versuchsvorhaben und erwartete Ergebnisse für die gesamte Gruppe.
- führen eigenständig ihre Versuche durch und dokumentieren die Ergebnisse.
- erstellen eine Facharbeit über ihr Versuchsvorhaben.
-

Übergeordnete Handlungskompetenzen

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, ggf. steriles Arbeiten, fachgerechte Entsorgung), Arbeiten im Team, Informationsbeschaffung, Dokumentation und Präsentation, Messdatenerfassung und –verarbeitung; Auswertung von Versuchsergebnissen

1. Thema: Planung, Durchführung und Präsentation eines biologischen Projektes		Stunden: 80	
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeitsplanung - Recherche - eigenständiges Lösen praktischer und organisatorischer Aufgaben - Kooperation und Kommunikation - Dokumentation - Auswertung von Ergebnissen - Präsentation 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - entwickeln eine Fragestellung, die sich praktisch bearbeiten lässt. - recherchieren notwendige Informationen und Arbeitsanweisungen. - bereiten Proben vor. - stellen benötigte Materialien und Geräte bereit. - führen selbständig ihre Versuche durch. - dokumentieren ihre Versuchsergebnisse. - werten ihre Ergebnisse aus. - arbeiten im Team zusammen und sprechen sich ab. - organisieren die Benutzung bestimmter Geräte oder Materialien. - erstellen eine Präsentation, die sie vor der Gruppe halten. - erstellen eine Facharbeit.
2. Thema: Elektronenmikroskopie (fakultativ)		Stunden: 70	
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Fixieren von Proben - Einbetten / Flacheinbetten - Trimmen - Ultradünnschnitte / Mikrotom - Kontrastierung - Befilmen / Vorbereitung der Grids - Negative Staining - Transmissionselektronenmikroskopie 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - entwickeln eine Fragestellung, die sich mittels TEM bearbeiten lässt. - bereiten Proben vor und fixieren sie. - führen eine Einbettung ihrer Proben durch. - trimmen ihre Präparatekapseln. - stellen mit dem Ultramikrotom Schnitte her. - befilmen Grids und bereiten sie für das EM vor. - bereiten Proben mittels Negative Staining vor. - werten ihre Proben am TEM aus.
3. Thema: HPLC (fakultativ)		Stunden: 70	

Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Berechnungen - Herstellen von Lösungen - Bedienung HPLC 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - entwickeln eine Fragestellung, die sich mittels HPLC bearbeiten lässt. - bereiten Proben vor. - führen eine Untersuchung ihrer Proben durch. - bedienen die HPLC - Anlagen - werten ihre Ergebnisse aus.
4. Thema: Mikrobiologische Fragestellungen (fakultativ)			Stunden: 70
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Berechnungen - Nährmedien - steriles Arbeiten 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - entwickeln eine Fragestellung, die sich mikrobiologisch bearbeiten lässt. - bereiten Nährmedien und sterile Arbeitsmaterialien vor. - arbeiten ihre Proben auf. - wenden mikrobiologische Arbeitstechniken an. - werten ihre Proben aus.
5. Thema: Chemische Analytik (fakultativ)			Stunden: 70
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Berechnungen - Herstellen von Lösungen 	Kompetenzen	<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - entwickeln eine Fragestellung, die sich mit Hilfe chemisch-analytischer Methoden bearbeiten lässt. - bereiten Proben vor. - stellen benötigte Lösungen her. - führen ihre Versuche eigenständig durch. - werten ihre Ergebnisse aus.

	Englisch Fremdsprachenzertifikat		Zertifizierung(ZEvA)	
	BTA	Modulkatalog		

Die Auszubildenden können fakultativ an einem Zusatzkurs für den Erwerb des Fremdsprachenzertifikats Englisch teilnehmen.

Kompetenzbeschreibungen

Die Auszubildenden ...

- kommunizieren auf mündlichem und schriftlichem Weg in englischer Sprache.
- wenden englische Fachsprache im Kontext der Arbeit im Labor an.

Übergeordnete Handlungskompetenzen

Anwendung der Fremdsprache Englisch (mündlich und schriftlich), Nutzung englischer Texte und Unterlagen

1. Thema: Fremdsprachenzertifikat (fakultativ)		Stunden: 120
Inhalte	<p>Vorbereitung auf KMK – Fremdsprachenzertifikatsprüfung Chemisch- und biologisch-technische Berufe (vgl. dazu auch den Reader im Schulhandbuch) Technical English – topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> - chemical elements: properties and uses; chemical reactions - safety rules and symbols; how to avoid safety hazards - working in a lab/ using lab equipment: <ul style="list-style-type: none"> ➤ volumetric measurements: pipetting, titration ➤ microscoping ➤ instrumental analysis: spectroscopy, chromatography, PCR electrophoresis <p>Communication – skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> - introducing and welcoming visitors at work, describing a company - business correspondence: telephoning, letter and e-mail writing - reading and writing lab reports and instructions - mediation 	Kompetenzen
		<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - nennen englische Fachbegriffe aus dem Laborbereich. - lesen englische Fachtexte. - erläutern Methoden und Situationen aus dem Laborbereich in englischer Sprache. - betreuen Besucher in englischer Sprache. - stellen den Betrieb in englischer Sprache vor. - schreiben englischsprachige E-Mails und Geschäftsbriefe. - führen englischsprachige Geschäftstelefonate in Übungssituationen. - schreiben und lesen englischsprachige Handbücher, Arbeits- und Bedienungsanweisungen. - führen englischsprachige Konfliktgespräche.