


## Beschreibung der Module für die CTA-Ausbildung

### Inhaltsverzeichnis

Nr.	Modul	Abkürzung	Seiten
1	Organische Chemie – Theorie	OC-T	2-7
2	Organische Chemie – Praxis	OC-P	8-14
3	Analytische Chemie – Theorie	AN-T	15-19
4	Analytische Chemie - Praxis	AN-P	20-30
5	Physikalische Chemie – Theorie	PC-T	31-38
6	Physikalische Chemie – Praxis	PC-P	39-45
7	Allgemeine und Anorganische Chemie	AAC	46-54

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

	Organische Chemie - Theorie	CTA	Stand: 3-2019	
<p>Allgemeine Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergeordnete Kompetenzen</li> </ul> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beobachten und protokollieren Demoexperimente, ziehen fachinhaltliche Schlüsse und bewerten den Ausgang des Experiments auch fachübergreifend.</li> <li>- bearbeiten ein- und weiterführende Sachtexte in unterschiedlichen Sozialformen.</li> <li>- bearbeiten Problemstellungen und präsentieren die Arbeitsergebnisse mit verschiedenen Medien.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachspezifische Kompetenzen</li> </ul> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erstellen Summenformeln aus Strukturformeln, zeichnen Strukturformeln aus Summenformeln als LEWIS-Formeln / Valenzstrichformel, Keilstrichformel und Skelettformel.</li> <li>- benennen organische Moleküle, Ionen und Radikale nach der IUPAC-Nomenklatur, darunter R/S (CIP-Nomenklatur), D/L, E/Z, cis/trans.</li> <li>- verwenden verschiedene Modelle, wie das Kalottenmodell, das Kugel-Stab-Modell oder andere Modellbaukästen zur Veranschaulichung der räumlichen Geometrie von Molekülen.</li> </ul>				
1. Thema: Einführung in die Organische Chemie				Stunden: 5h
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erkennen und benennen verschiedene Stoffklassen aufgrund der Konstitution der funktionellen Gruppen.</li> <li>- zeichnen aus dem Namen der Stoffklassen die Lewis-Formeln der chemischen Verbindungen.</li> <li>- leiten unterschiedliche Isomere einer Verbindung ab und bauen die zugehörigen Modelle.</li> <li>- schätzen Partialladungen aufgrund der unterschiedlichen Elektronegativitäten der beteiligten Atome ab und nutzen dies um das chemische Reaktionsverhalten von Teilchen vorherzusagen.</li> <li>- klassifizieren reaktive Teilchen nach ihrem chemischen Reaktionsverhalten in Nucleophile, Elektrophile und Radikale.</li> </ul> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoffklassen (Alkane, Alkene, Alkine, Halogenalkane, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ether, Ester, Nitrile, Amine)</li> <li>- Isomerie (Konstitution, Konfiguration, Konformation)</li> <li>- Reaktive Teilchen (Nucleophile OH<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O, R-OH, R-NH<sub>2</sub>; Elektrophile H<sup>+</sup>, Carbokation; Radikale)</li> </ul>				Fach: OC
2. Thema: Alkane				Stunden: 7h
Kompetenzen:				

<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben das Vorkommen fossiler Materialien als Quelle von Kohlenwasserstoffverbindungen.</li> <li>- bestimmen die Kettenlänge von linearen gesättigten Kohlenwasserstoffen und leiten verschiedene physikalische Eigenschaften mit einhergehendem Kettenwachstum und vorherrschenden intermolekularen Kräften ab.</li> <li>- übertragen strukturelle Veränderungen im Molekül auf die sich verändernden physikalischen Eigenschaften der verzweigten Isomere.</li> <li>- begründen die geometrische Struktur von Alkanen mit dem Hybridisierungsmodell.</li> <li>- erstellen auf Teilchenebene den Mechanismus der radikalischen Substitution und wenden diesen an um Halogenalkane herzustellen.</li> <li>- formulieren Strukturen zur Hyperkonjugation von <i>prim./sek./tert.-C</i>-Radikalen zur Begründung der Stabilität.</li> </ul>	Fach: OC
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur (homologe Reihe, <i>prim./sek./tert./quart. C</i>-Atome, cyclische Alkane), IUPAC, physikalische Eigenschaften (Siedepunkte, Löslichkeit), <math>sp^3</math>-Hybridisierung, Darstellung aus fossilen Materialien</li> <li>- Reaktionen, radikalische Substitution <math>S_R</math></li> </ul>	
3. Halogenalkane	Stunden: 12h
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- leiten aus der polaren funktionellen Gruppe der Verbindung das Reaktionsverhalten ab.</li> <li>- untersuchen die Produktbildung auf Molekülebene und führen diese auf unterschiedliche Bildungsmechanismen zurück.</li> <li>- betrachten die Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution 1. und 2. Ordnung hinsichtlich ihrer Einflussfaktoren und wägen an konkreten Beispielen den zutreffenden Bildungsmechanismus ab.</li> <li>- zeichnen zugehörige Energiediagramme und benennen den geschwindigkeitsbestimmenden Schritt.</li> </ul>	Fach: OC
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur, IUPAC, physikalische Eigenschaften (Siedepunkte, Löslichkeit), Darstellung</li> <li>- Reaktionen, nucleophile Substitution 1. und 2. Ordnung (<math>S_N1/S_N2</math>), Mechanismus inkl. Einflussfaktoren (Substrat, Nucleophil, Nucleofug, Lösemittel), Energiediagramm, Kinetik</li> </ul>	
4. Thema: Alkene	Stunden: 12h
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- begründen die geometrische Struktur von Alkenen mit dem Hybridisierungsmodell und vergleichen diese mit der der Alkane.</li> <li>- stellen aus geeigneten Edukten mithilfe einer Eliminierung 1. oder 2. Ordnung gezielte Alkene her und schätzen die HOFMANN-/SAYTZEFF-Produktbildung ab.</li> <li>- erläutern mit der Elektronendichte der <math>\pi</math>-Orbitalen das Reaktionsverhalten der Alkene gegenüber elektrophilen Teilchen.</li> <li>- formulieren auf Molekülebene die unterschiedlichen Reaktionsmechanismen der elektrophilen Addition und wenden die MARKOVNIKOV-</li> </ul>	Fach: OC


<p>Regel an.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erarbeiten die Spaltung der Alkene in Carbonylverbindungen mittels Ozonolyse als 1,3-dipolaren Cycloaddition.</li> </ul>	
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur, IUPAC (inkl. E/Z), physikalische Eigenschaften, sp<sup>2</sup>-Hybridisierung</li> <li>- Darstellung, Eliminierung 1. und 2. Ordnung (E1/E2), Mechanismus, Energiediagramm</li> <li>- Reaktionen, elektrophile Addition (A<sub>E</sub>) mit HX, H<sub>2</sub>O, X<sub>2</sub>, HCN, Redoxreaktion mit KMnO<sub>4</sub>, Ozonolyse</li> </ul>	
<p>5. Thema: Alkine</p>	<p>Stunden: 3h</p>
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- begründen die geometrische Struktur von Alkinen mit dem Hybridisierungsmodell und vergleichen diese mit der der Alkane und Alkene.</li> <li>- erläutern die Acidität des terminalen Wasserstoffs mithilfe der Bindungsstruktur.</li> <li>- erstellen einen Überblick zur Reaktionsvielfalt von Acetylen und wählen Vinylierungen und Cyclisierungen aus und vergleichen diese hinsichtlich ihrer Bruttoreaktionen.</li> </ul>	<p>Fach: OC</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur, IUPAC, physikalische Eigenschaften, Acidität terminaler Alkine, sp-Hybridisierung</li> <li>- Reaktionen mit Acetylen (Repe-Synthesen)</li> </ul>	
<p>6. Thema: Alkohole und Ether</p>	<p>Stunden: 14h</p>
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beurteilen mithilfe der Struktur physikalische Eigenschaften wie Siedepunkte und Löslichkeiten in Relation zu anderen Stoffklassen.</li> <li>- stellen gezielte Alkohole über S<sub>N</sub>-Reaktionen her.</li> <li>- wägen Säure-Eigenschaften ab und den Einfluss des Alkylrestes der gebildeten Alkoholate.</li> <li>- bestimmen die Oxidationszahlen einzelner Atome in organischen Verbindungen und formulieren Redoxreaktionen inkl. der Teilgleichungen.</li> <li>- diskutieren an ausgewählten Beispielen Konkurrenzreaktionen zwischen Eliminierungen und Substitutionsreaktionen.</li> <li>- verestern Säuren säurekatalytisch in Einzelschritten schriftlich als ausführlichen Mechanismus und fachsprachlich im Dialog.</li> <li>- erfassen die Bedeutung von Ethern als wasserfreie Lösemittel in der organischen Synthese und zählen Möglichkeiten zur Trocknung auf.</li> <li>- stellen einfache Ether mithilfe der WILLIAMSONschen Ethersynthese her.</li> </ul>	<p>Fach: OC</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alkohole, Struktur, IUPAC, physikalische Eigenschaften mit Wasserstoffbrückenbindungen und VAN-DER-WAALS-Bindungen der homologen Reihe (Siedepunkte, Löslichkeit), mehrwertige Alkohole, Darstellung (Wiederholung S<sub>N</sub>)</li> <li>- Reaktionen, Säure-Base-Reaktionen Bildung von Alkoholaten, Redox-Reaktionen von prim., sek. und tert. Alkoholen inkl. OZ und Teilgleichungen, Wiederholung Eliminierung inkl. Konkurrenz zu S<sub>N</sub>, Veresterung saurer Mechanismus</li> </ul>	

- Ether; Struktur, IUPAC, physikalische Eigenschaften, Darstellung (WILLIAMSONsche Ethersynthese)	
7. Thema: Carbonylverbindungen, Aldehyde und Ketone	Stunden: 16 h
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen die Carbonylgruppe als flexiblen Baustein in der organischen Synthese kennen.</li> <li>- vergleichen die funktionellen Gruppen der Aldehyde und Ketone hinsichtlich der Konstitution und Reaktivität gegenüber nucleophilen sowie elektrophilen Teilchen.</li> <li>- stellen die Vielfalt der Reaktionen zur Bildung von Acetalen, Ketalen, Vollacetalen, Vollketalen, Cyanhydrinen übersichtlich dar.</li> <li>- zeichnen der Mechanismus der Acetalbildung ausführlich und übertragen diesen auf die Bildung von Ketalen, Vollacetalen und Vollketalen.</li> <li>- erfassen die Stabilität von geminalen Diolen mithilfe der Erlenmeyer-Regel.</li> <li>- formulieren gezielte Synthesen der Aldolreaktion, -kondensation, KNOEVENAGEL-Reaktion.</li> <li>- wenden Kenntnisse zur Disproportionierung auf geeignete Aldehyde an und stellen die CANNIZZARO-Reaktion auf.</li> <li>- diskutieren die Reaktivität von Kohlenstoffatomen gebunden an verschiedene funktionelle Gruppen und lernen die GRIGNARD-Reagenzbildung zur Umpolung der Polarität von Kohlenstoffatomen kennen.</li> <li>- verwenden die hergestellten Magnesiumorganyle in Reaktionen mit CO<sub>2</sub>, Formaldehyd, Aldehyden, Ketonen und Carbonsäurederivaten</li> <li>- wiederholen in diesem Zusammenhang die Bedeutung von wasserfreien Lösemitteln und dem Verständnis vom Aufarbeiten einer Reaktion.</li> </ul>	Fach: OC
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aldehyde, Ketone; Struktur, IUPAC, physikalische Eigenschaften</li> <li>- Einführung Reaktionsverhalten von Carbonylverbindungen</li> <li>- Reaktionen, Acetale, Ketale, Vollacetale, Vollketale, Cyanhydrine, geminale Diolen, Aldolreaktion, -kondensation, KNOEVENAGEL-Reaktion, Redoxreaktion CANNIZZARO (Disproportionierung), GRIGNARD-Reaktion (Herstellung des Reagenz, IUPAC-Benennung, wasserfreie LM, CO<sub>2</sub>, Formaldehyd, Aldehyde, Ketone, Carbonsäurederivate)</li> </ul>	
8. Thema: Carbonsäuren	Stunden: 7h
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beurteilen die Acidität von Carbonsäuren aufgrund der verschiedenen Reste mithilfe der I- und M-Effekte gegenüber anderen Verbindungen.</li> <li>- führen nucleophile Additionen am Carbonylkohlenstoffatom durch und stellen damit Carbonsäurederivate wie Anhydride, Ester, Amide und Carbonsäurehalogenide her.</li> <li>- übertragen den Begriffe der Hydrolyse auf die hydrolytische Spaltung von Nitrilen zu Carbonsäuren und Ammoniak.</li> <li>- erörtern alternative Synthesemöglichkeiten zur Esterbildung.</li> <li>- verseifen Ester und Amide in ihre Spaltprodukte.</li> </ul>	Fach: OC

<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur (gesättigt, ungesättigt, mehrwertig), IUPAC, physikalische Eigenschaften mit Wasserstoffbrückenbindungen und VAN-DER-WAALS-Bindungen der homologen Reihe (Sdp, <math>pK_s</math>-Werte, Löslichkeit)</li> <li>- Carbonsäurederivate, -anhydride, -ester, -amide, -halogenide (Reaktivität des Carbonylkohlenstoffs gegenüber Nucleophilen)</li> <li>- Darstellung aus Nitrilen (Verseifung)</li> <li>- Reaktionen, Wiederholung Veresterung im Sauren, Veresterung im Basischen, Verseifung von Estern</li> </ul>	
<p>9. Thema: Aromaten</p>	<p>Stunden: 14h</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verwenden ein molekülorbitalbasiertes Modell, den FROSTschen Kreis, um die beispiellose Stabilität von Aromaten in der organischen Chemie zu untermauern.</li> <li>- lernen Kriterien zur Bestimmung der Aromatizität kennen, darunter die HÜCKEL-Regel.</li> <li>- formulieren die elektrophile Substitution am Aromaten an wesentlichen Beispielen wie der Halogenierung, Nitrierung, Sulfonierung, FRIEDEL-CRAFTS-Alkylierung und –Acylierung in Gruppenarbeit mit zugehöriger Bildung der beteiligten Elektrophile.</li> <li>- teilen monosubstituierte Aromaten aufgrund der wirkenden I- und M-Effekte in aktivierende und deaktivierende Substituenten ein und treffen Aussagen zur Regiochemie der Zweitsubstitution am Aromaten.</li> <li>- zeichnen mesomere Grenzstrukturen verschiedener Aromaten.</li> <li>- erläutern mehrstufige Synthesen von zweifach und mehrfach substituierten Aromaten hinsichtlich der Regioselektivität.</li> </ul>	<p>Fach: OC</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur, IUPAC (wichtige Vertreter, Trivialnamen)</li> <li>- Aromatizität, Hückel-Regel</li> <li>- Reaktionen, elektrophile aromatische Substitution <math>S_EAr</math> (Halogenierung, Nitrierung, Sulfonierung, FRIEDEL-CRAFTS-Alkylierung und –Acylierung) inkl. Herstellung der jeweiligen Elektrophile</li> <li>- Substituenten 1. und 2. Ordnung mit dirigierenden Effekten (M- und I-Effekte, mesomere Grenzstrukturen)</li> <li>- Zweitsubstitution (mehrstufige Synthesen, Regioselektivität)</li> </ul>	
<p>10. Thema: ausgewählte Synthesen, Syntheseplanung und Retrosynthese</p>	<p>Stunden: 10h</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- leiten aus Aminen N-alkylsubstituierte organische Verbindungen ab und stellen den Mechanismus zur Bildung von Diazoniumsalzen auf.</li> <li>- stellen Azofarbstoffe her.</li> <li>- nennen verschiedene Schmerzmittel, darunter Acetylsalicylsäure und formulieren den Mechanismus der KOLBE-SCHMIDT-Synthese.</li> <li>- benennen wichtige Lösemittel und den industriellen Herstellungsprozess von Aceton und Phenol aus Cumol im HOCK-Verfahren.</li> </ul>	<p>Fach: OC</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- recherchieren Herstellungsverfahren, darunter die BECKMANN-Umlagerung, zur Nylonherstellung und erstellen Präsentationen.</li> <li>- betrachten auf Ebene der Molekülorbitale die Cyclisierung von Dienen und Dienophilen zu Cyclohexenen in einer DIELS-ALDER-Reaktion.</li> <li>- wenden das Prinzip des <i>Rückwärtsgehens</i> auf die organische Synthese an und verwenden dabei neue Fachbegriffe wie Retrosynthese, Retrosynthesepfeil, Retron und Synthone.</li> </ul>	
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SANDMEYER-Reaktion (Diazoniumverbindungen)</li> <li>- Azokupplung</li> <li>- KOLBE-SCHMIDT-Synthese (Salicylsäure)</li> <li>- HOCK-Verfahren (Phenol/Aceton-Herstellung aus Cumol)</li> <li>- BECKMANN-Umlagerung (Nylonherstellung)</li> <li>- DIELS-ALDER-Reaktion (Dien, Dienophil, konzertierte Ringbildung)</li> <li>- Einführung Prinzip der Retrosynthese (Retron, Synthone)</li> </ul>	

	Semester	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Arbeitsbelastung			ECTS-Punkte
			Kontaktzeit	Selbststudium	Gesamtstunden	
Theorie	2.-7.	2 Klausuren pro Semester, Abschlussprüfung nach Festlegung	100	80	180	6
Notenschlüssel:	Die Modulnote setzt sich zu 100% aus den Semesternoten im Fach Organische Chemie zusammen.					
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- K., Peter, Neil E. Schore K. P. C. Vollhardt; Organische Chemie, 5. Auflage; Wiley-VCH; 2011; ISBN 978-3527327546</li> <li>- Paula Y. Bruice; Organische Chemie: Studieren kompakt, 5. aktualisierte Auflage; Pearson Studium; 2011; ISBN 978-3868941029</li> <li>- E. Breitmaier, G. Jung; Organische Chemie, 7. vollst. Überarb. u. erw. Auflage; Thieme; 2012; ISBN 978-3135415079</li> <li>- J. Clayden, N. Greeve, S. Warren; Organische Chemie; 2. korr. Auflage; 2013; Springer Spektrum; Nachdruck 2017, ISBN 978-3642347153</li> <li>- T. Schirmeister, C. Schmuck, P. R. Wich; Beyer/Walter Organische Chemie 25. Auflage; Hirzel S. Verlag; 2016; ISBN 978-3777616735</li> <li>- T. Laue, A. Plagens; Namen- und Schlagwort-Reaktionen der Organischen Chemie; 5. Auflage; Teubner Studienbücher Chemie; 2006; ISBN 978-3835100916</li> </ul>					

	Organische Chemie - Praxis	CTA	Stand: 3-2019	
<p>Allgemeine Kompetenzen</p> <p><b>Übergeordnete Kompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- planen und führen selbstständig und verantwortungsbewusst wissenschaftliche Experimente unter Einhaltung der Arbeitssicherheit sowie zeitlicher Vorgaben durch.</li> <li>- übernehmen und tragen die Verantwortung für die Aufrechterhaltung von Ordnung und Sauberkeit an allen von der Allgemeinheit genutzten Apparaturen und Geräten sowie dem eigenen Arbeitsplatz.</li> <li>- informieren sich eigenständig über die Regeln für die sachgerechte Entsorgung und Lagerung von Chemikalien und handeln entsprechend.</li> <li>- unterstützen und helfen sich im Bedarfsfall (Übergabe der Apparatur bei Verlassen des Labors,...).</li> <li>- unterstützen Lehrer und ggf. Mitschüler bei der Beschaffung von Chemikalien, Geräten und Verbrauchsmaterialien aus anderen Labor- und Sammlungsräumen.</li> <li>- lösen Probleme gemeinsam nach Diskussion in der Gruppe und übernehmen vorbereitende Arbeiten für die gesamte Gruppe.</li> </ul> <p><b>Fachspezifische Kompetenzen</b></p> <p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- informieren sich vor der Durchführung des Versuches über die Gefahrenquellen und Sicherheitsvorkehrungen (H- und P-Sätze) der verwendeten Chemikalien mit Hilfe von Chemikalienkatalogen und Sicherheitsdatenblättern und beachten sie während der Durchführung.</li> <li>- arbeiten nach Vorgabe der Laborordnung (Tragen geeigneter Schutzkleidung) und sind im Umgang mit Sicherheitseinrichtungen (Augen- und Notdusche, Feuerlöscheinrichtungen etc.) geschult.</li> <li>- bauen eigenständig und fachgerecht geeignete Apparaturen zur Durchführung des Experiments auf.</li> <li>- berechnen die Mengen der benötigten Chemikalien mit Hilfe geeigneter Fachliteratur (Küster-Thiel, Chemikalienkataloge...).</li> <li>- führen Experimente unter Einhaltung der gelieferten Arbeitsvorschrift durch.</li> <li>- führen Experimente unter Verwendung englischsprachiger Vorschriften durch.</li> <li>- dokumentieren den Arbeitsprozess unter Verwendung der korrekten Fachsprache.</li> <li>- analysieren und bewerten die Qualität der hergestellten Präparate/Produkte mit Hilfe geeigneter physikalisch chemischer Messmethoden und/oder durch Vergleich mit Referenzmaterialien.</li> <li>- entsorgen nicht mehr benötigte Chemikalien (Waschlösungen, Mutterlaugen, Feststoffe...) fach- und umweltgerecht.</li> <li>- reinigen die gebrauchten Labor- und Glasgeräte ordentlich und hinterlassen einen sauberen und aufgeräumten Arbeitsplatz.</li> </ul>				



1. Thema: Präparative Chemie, Synthese anorganischer Präparate	Stunden: 75 h
<p><b>Kompetenzen:</b> Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- berechnen die Menge der benötigten Chemikalien unter Verwendung geeigneter Fachliteratur auf Basis der Reaktionsgleichung oder den stöchiometrischen Vorgaben in der Arbeitsvorschrift.</li> <li>- formulieren Reaktionsgleichungen zu den durchgeführten Reaktionen.</li> <li>- verwenden gängige Volumenmessgeräte (Messzylinder, Pipetten, Maßkolben etc.).</li> <li>- arbeiten mit Labor- und Analysenwaage.</li> <li>- ermitteln die Dichte hergestellter Flüssigkeiten mit dem Aräometer und bestimmen den Gehalt mit Hilfe geeigneter Fachliteratur.</li> <li>- verdünnen und arbeiten mit konzentrierte Säuren und Lagen.</li> <li>- setzen benötigte Salzlösungen an.</li> <li>- bauen geeignete Apparaturen (Reaktions- und Umkristallisationsapparaturen) fachgerecht auf.</li> <li>- bauen gasdichte Apparaturen inklusive Sicherheits- und Gaswaschflaschen unter dem Abzug auf.</li> <li>- befüllen die Reaktionsapparatur fachgerecht mit Hilfe geeigneter Trichter (Flüssigkeits-, Feststoff- bzw. Tropftrichter).</li> <li>- arbeiten mit starken Oxidationsmitteln (Kaliumpermanganat, konzentrierter Salpeter- und Schwefelsäure).</li> <li>- erhitzen Reaktionsmischungen mit Hilfe geeigneter Wärmequellen.</li> <li>- verkochen nitrose Gase unter dem Abzug.</li> <li>- prüfen Reaktionsumsätze auf Vollständigkeit mit Hilfe von Farb- bzw. Nachweisreaktionen der qualitativen analytischen Chemie.</li> <li>- arbeiten unter pH-Wertkontrolle.</li> <li>- hydrolysieren Reaktionsmischungen durch Zugabe organischer Lösungsmittel.</li> <li>- führen Filtrationen heißer Reaktionsmischungen über Faltenfilter durch.</li> <li>- überschichten wässrige Lösungen vorsichtig mit organischen Lösungsmitteln.</li> <li>- engen wässrige Lösungen mit Hilfe des Bunsen- oder Teclubrenners ein.</li> <li>- fällen das Rohprodukt bzw. Produkt aus der Reaktionsmischung aus.</li> <li>- kristallisieren das Rohprodukt bzw. Produkt aus der Reaktionsmischung aus.</li> <li>- bilden das Produkt durch elektrochemische Reduktion.</li> <li>- isolieren das Produkt durch Vakuumfiltration.</li> <li>- reinigen das Rohprodukt/Produkt durch geeignete Waschschrte.</li> <li>- reinigen das Produkt durch Umkristallisation aus Wasser oder Ethanol.</li> <li>- trocknen das Produkt im Exsikkator über geeigneten Trockenmitteln oder im Trockenschrank bis zur Massenkonstanz.</li> <li>- bestimmen die Reinheit der hergestellten Produkte durch Titration (Säure-Base- oder Redox Titration).</li> <li>- bestimmen die Identität/Reinheit von hergestellten Produkten durch Messung des Schmelzpunkts.</li> </ul>	Fach: PPR


<ul style="list-style-type: none"> <li>- arbeiten mit verschiedenen Schmelzpunktmessgeräten.</li> <li>- entsorgen Schwermetallabfälle durch Fällung und anschließende Filtration.</li> </ul>	
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Neutralisationsreaktion      Kaliumnitrat durch Neutralisation</li>   <li>- Komplexbildung                Eisen-(III)-acetylacetonat aus Eisen-(III)-chlorid Tetraamminkupfer-(II)-sulfat Monohydrat</li>   <li>- Komproportionierung        Kupfer-(I)-chlorid aus Kupfer und Kupfer-(II)-chlorid</li>   <li>- Oxidation                        Kaliumiodat aus Kaliumiodid Kaliumnitrosdisulfonat (<i>Fermys Salz</i>) aus Natriumnitrit Kupfersulfat-Pentahydrat aus elementarem Kupfer</li>   <li>- Hydrolyse                        Borsäure aus Borax</li>   <li>- Reduktion                        Elementares Silber aus Silberchlorid</li> </ul>	
<p>2. Thema:      Präparative Chemie, Synthese organischer Präparate</p>	<p>Stunden: 155 h</p>
<p>Kompetenzen:  <i>Die unter <b>Präparative Chemie, Synthese anorganischer Präparate</b> aufgeführten Kompetenzen werden hier wiederholend aufgegriffen. Sie werden dadurch vertieft und ausgebaut. An dieser Stelle werden nur noch die neu erworbenen Kompetenzen aufgeführt.</i>  Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen mehrstufige Synthesevorschriften mit ihren selbst hergestellten Startmaterialien durch.</li> <li>- passen, wenn nötig, die beschriebenen Eduktmengen den tatsächlich vorhandenen Mengen durch Umrechnung an.</li> <li>- bauen gängige und komplexe Apparaturen (diverse Reaktions-, und verschiedene Destillationsapparaturen) fachgerecht auf.</li> <li>- arbeiten mit starken Oxidationsmitteln (Kaliumpermanganat, Wasserstoffperoxid-Lösung).</li> <li>- arbeiten mit komplexen Hydriden (NaBH<sub>4</sub>) oder <i>in situ</i> generierten Wasserstoff (Zink oder Eisen, Essigsäure) als Reduktionsmitteln.</li> <li>- führen Arbeiten mit geruchsintensiven Chemikalien (Cyclohexen, Benzaldehyd-Derivate) fachgerecht durch.</li> <li>- führen Arbeiten mit toxischen Chemikalien (KCN, Anilin, Brom) fachgerecht durch.</li> <li>- führen Arbeiten mit leicht flüchtigen und gasförmigen Chemikalien (Brom, CO<sub>2</sub>, <i>tert</i>-Butylchlorid) durch.</li> <li>- führen Arbeiten mit aktivierten Carbonsäurederivaten (Anhydride) durch.</li> <li>- führen Übergangsmetallkatalysierte Reaktionen durch (SANDMEYER-Reaktion).</li> </ul>	<p>Fach: PPR</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- führen Arbeiten unter Umlagerung des Kohlenstoffgerüsts (WAGNER-MEERWEIN- und HOFMANN-Umlagerung) durch.</li> <li>- generieren sehr reaktive Zwischenstufen (Diazoniumsalze).</li> <li>- führen Reaktionen mit metallorganischen Reagenzien unter Verwendung von getrocknetem Diethylether durch (GRIGNARD-Reaktion).</li> <li>- überprüfen den Ether für die GRIGNARD-Reaktion auf Peroxid-Freiheit mit Teststäbchen.</li> <li>- führen Arbeiten unter Verwendung hochviskoser Chemikalien durch.</li> <li>- führen Arbeiten unter Feuchtigkeitsausschluss durch.</li> <li>- führen Arbeiten unter wasserentziehenden Bedingungen mit dem Wasserabscheider durch.</li> <li>- führen Arbeiten in engen Temperaturbereichen durch.</li> <li>- arbeiten unter strenger Kontrolle des pH-Werts.</li> <li>- verwenden selbst angesetzte Kältemischungen bis <math>-10^{\circ}\text{C}</math>.</li> <li>- prüfen Reaktionsumsätze mittels Dünnschichtchromatographie (DC) .</li> <li>- entscheiden auf Basis ihrer DC-Ergebnisse, wann die Umsetzung vollständig ist.</li> <li>- identifizieren ihre Produkte durch Dünnschichtchromatographie mit Hilfe bereitgestellter Referenzmaterialien.</li> <li>- wenden vorhandenes Wissen über die elutrope Reihe der Lösungsmittel an, um eigenständig geeignete Elutonsmittel (-gemische) für eine chromatographische Reinigung des Produkts zu finden.</li> <li>- hydrolysieren organische Reaktionsmischungen durch vorsichtige Zugabe wässriger Lösungen.</li> <li>- wenden das Prinzip der Flüssig-Flüssig-Extraktion zur Abtrennung und Isolierung organische Wertfraktionen im Scheidetrichter an.</li> <li>- wenden das Prinzip der Säure-Base-Extraktion gekoppelt mit einer Flüssig-Flüssig-Extraktion zur Isolierung zweier Produkte an.</li> <li>- trocknen organische Wertfraktionen unter Verwendung verschiedener anorganischer Trockenmittel (<math>\text{Na}_2\text{SO}_4</math>, <math>\text{MgSO}_4</math>, <math>\text{CaCl}_2</math>).</li> <li>- führen die Entfernung leicht flüchtiger Lösungsmittel (DCM, <math>\text{CHCl}_3</math>, <math>\text{Et}_2\text{O}</math>, MTBE, Ethylacetat) mit dem Rotationsverdampfer durch.</li> <li>- reinigen flüssige Produkte durch fraktionierte Destillation oder Vakuumdestillation unter Verwendung regelbaren Membranpumpen.</li> <li>- generieren Feststoffe aus flüssigen Mischungen durch Reibung mit einem Glasstab oder durch Verwendung eines Impfkristalls.</li> <li>- wenden das Prinzip der Löseprobe zur eigenständigen Auffindung geeigneter Lösungsmittel (-gemische) und deren Menge zur Umkristallisation an.</li> <li>- wenden das Prinzip der Adsorption an Aktivkohle zur Entfernung farbiger Verunreinigungen an.</li> <li>- reinigen feste Produkte durch Umkristallisation oder Umfällung.</li> <li>- bestimmen die Identität und Reinheit der hergestellten Produkte auf Basis physikalisch-chemischer Messungen (Brechungsindex, Schmelzpunkt, Dünnschichtchromatographie oder Infrarotspektroskopie).</li> <li>- bestimmen die Reinheit der hergestellten Produkte durch Säure-Base-Titration.</li> <li>- entsorgen Schwermetall- und Lösungsmittelabfälle fachgerecht in dafür vorgesehene Behälter.</li> </ul>	
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nucleophile Substitution (<math>\text{S}_{\text{N}}1</math>): 2-Chlor-2-methylpropan aus 2-Methyl-2-propanol</li> </ul>	

- Eliminierung (E1):	Cyclohexen aus Cyclohexanol	
- Elektrophile Addition:	1,2-Dibromcyclohexan aus Cyclohexen	
- Oxidation:	Adipinsäure aus Cyclohexen Adipinsäure aus Cyclohexanon (alternativ) Benzoessäure aus Toluol Benzoessäure aus Benzylalkohol (alternativ) Benzoessäure aus Benzaldehyd (alternativ) 1,3-Diphenyl-2,3-epoxypropan-1-on aus 1,3-Diphenylprop-2-en-1-on (Epoxidierung) 4-Acetamidobenzoessäure aus 4-Methylacetanilid	
- Reduktion:	Cyclohexanol aus Cyclohexanon 1-(4-Methoxyphenyl)-ethanol aus 4-Methoxyacetophenon 4-Aminoacetanilid aus 4-Nitroacetanilid	
- Disproportionierung:	Benzoessäure und Benzylalkohol aus Benzaldehyd (CANNIZZARO-Reaktion) 4-Chlorbenzylalkohol aus 4-Chlorbenzaldehyd (gekreuzte CANNIZZARO-Reaktion) 4-Methoxybenzylalkohol aus 4-Methoxybenzaldehyd (gekreuzte CANNIZZARO-Reaktion; alternativ)	
- Acylierungen:	Acetylsalicylsäure aus Salicylsäure Acetanilid aus Anilin Essigsäurebenzylester aus Benzylalkohol Benzylharnstoff aus Benzylamin 4-Acetamidophenol aus Aminophenol 4-Methylacetanilid aus 4-Methylanilin	
- Kondensationen:	Benzoessäureethylester aus Benzoessäure 1,3-Diphenylprop-2-en-1-on aus Acetophenon und Benzaldehyd (Aldolkondensation) Dibenzalacetone aus Aceton und Benzaldehyd (doppelte Aldolkondensation) 3-(X-Chlorphenyl)-1-phenylprop-2-enon aus Acetophenon und X-Chlorbenzaldehyd; (X = 2,3, oder 4)	

	<p>3-(X-Methylphenyl)-1-phenylprop-2-enon aus Acetophenon und X-Methylbenzaldehyd; (X = 2,3,oder 4)  3-(X-Methoxyphenyl)-1-phenylprop-2-enon aus Acetophenon und X-Methoxybenzaldehyd; (X = 2,3,oder 4)  2-Hydroximino-N-p-tolylacetamid (Amidierung und Oximbildung)  2-Hydroximino-N-phenylacetamid (Amidierung und Oximbildung)(alternativ)  3-Carboethoxycumarin aus Salicylaldehyd (KOEVENAGEL-Kondensation)  Benzoin aus Benzaldehyd (Benzoinkondensation)</p>	
- Umlagerungen:	<p>Benzilsäure aus Benzil  2-Aminobenzoessäure aus Phthalimid (HOFMANN-Umlagerung)  Isoborneol aus Camphen (WAGNER-MEERWEIN-Umlagerung)</p>	
- Elektrophile aromatische Substitutionen:	<p>4-Nitroacetanilid aus Acetanilid  4-Methyl-2-nitroacetanilid aus 4-Methylacetanilid (alternativ)  4-Aminobenzolsulfonsäure aus Acetanilid  4-Methoxyacetophenon aus 4-Methoxybenzen  3,4-Dimethoxyacetophenon aus 3,4-Dimethoxybenzen (alternativ)  2,4-Dihydroxybenzoessäure aus Resorcin (KOLBE-Synthese)</p>	
- Nucleophile aromatische Substitution:	<p>2-Iodbenzoessäure aus 2-Aminobenzoessäure</p>	
- Metallkatalysierte Reaktion:	<p>2-Chlorbenzoessäure aus 2-Aminobenzoessäure (SANDMEYER-Reaktion)</p>	
- Metallorganische Reaktionen:	<p>1,1-Diphenylethanol aus Acetophenon (GRIGNARD-Reaktion)  Triphenylmethanol aus Benzoessäureethylester (GRIGNARD-Reaktion; alternativ)</p>	

	Semester	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Arbeitsbelastung			ECTS-Punkte
			Kontaktzeit	Selbststudium	Gesamtstunden	
	3-5	Eine Abschlussprüfung und pro Semester eine fachpraktische Klausur.				
			230 Stunden	130 Stunden	360 Stunden	12
Notenschlüssel:	33% Fachpraktische Fähigkeiten, 33% Protokolle und Ergebnisse, 33% Halbjahresklausur Modulnote für die OC Praxis ergibt sich zu 100% aus der Note für das Fach PPR					
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jander, Blasius; Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie; 16. Auflage; Hirzel-Verlag; 2006; ISBN 978-3777613888</li> <li>- Jander, Jahr; Maßanalyse; 19. Auflage; De Gruyter; 2017; ISBN 978-3110415780</li> <li>- Tietze, Eicher; Reaktionen und Synthesen; Wiley-VCH; 1991; ISBN 978-3527308743</li> <li>- Schwetlick; Organikum; 24. vollst. überarb. u. aktualis. Auflage; Wiley VCH; ISBN 978-3527339686</li> </ul>					

	Analytische Chemie – Theorie	CTA	Stand: 3-2019	
<p>Allgemeine Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergeordnete Kompetenzen</li> </ul> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stellen Zusammenhänge in geeigneten Diagrammen dar und werten diese aus.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachspezifische Kompetenzen</li> </ul> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben analytische Sachverhalte, interpretieren Zusammenhänge und führen zugehörige Berechnungen aus.</li> </ul>				
1. Thema: Qualitative Analytik				Stunden: 30 h
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unterscheiden zwischen der qualitativen und quantitativen Analytik, sowie den Möglichkeiten der Strukturaufklärung.</li> <li>- beschreiben selektive und spezifische Nachweise von Ionen.</li> <li>- beschreiben verschiedene Aufschlussmöglichkeiten.</li> <li>- identifizieren unterschiedlicher Reaktionsarten (Säure-Base-, Redox-, Komplex-, Fällungsreaktionen).</li> <li>- berechnen Löslichkeiten von einfachen und komplexen Salzen.</li> <li>- wenden das Löslichkeitsprodukt im Trennungsgang an.</li> <li>- berechnen mithilfe von <math>pK_S</math> / <math>pK_B</math>-Werten den pH-Wert von Lösungen.</li> </ul>				<p>Fach: AN, TM</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgaben und Methoden der Analytik</li> <li>- Analytischer nasschemischer Trennungsgang</li> <li>- Anwendungen des chemisches Gleichgewichts (Löslichkeit und Löslichkeitsprodukt, Protolysegleichgewicht)</li> <li>- pH-Wert-Berechnung</li> </ul>				
2. Thema: Quantitative Analytik				Stunden:40 h
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unterscheiden verschiedene Möglichkeiten der qualitativen Analytik.</li> <li>- beschreiben den Vorgang der gravimetrischen Analyse.</li> <li>- berechnen Gehalte aus den gravimetrischen Analysen.</li> </ul>				<p>Fach: AN, TM</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben den Vorgang einer volumetrischen Analyse.</li> <li>- erläutern die verschiedenen volumetrischen Varianten.</li> <li>- identifizieren den entsprechenden Indikator für die Analyse und beschreiben dessen Wirkungsweise.</li> <li>- identifizieren Maßlösungen und Ursubstanz zur sinnvollen Verwendung der Titrationsvariante.</li> <li>- berechnen Titer, Aliquoten und Konzentrationen zur Volumetrie.</li> <li>- zeichnen potentiometrische und konduktometrische Titrationskurven bzw. interpretieren diese.</li> <li>- formulieren die chemischen Grundgesetze (Massenerhaltung, konstante und multiple Proportionen).</li> <li>- wenden die Gesetze an, um stöchiometrische Berechnungen und Umsatzberechnungen durchzuführen.</li> <li>- berechnen die Molare Masse aus Atommassen.</li> <li>- wenden die Zustandsgleichung für Idealgase an.</li> <li>- rechnen Volumina mithilfe der Dichte in Massen und eine Stoffportionen in die Stoffmenge um.</li> <li>- berechnen Konzentrationsgrößen Volumenanteil, Massenanteil, Massenkonzentration und Stoffmengenkonzentration und wenden die zugehörigen Einheiten an.</li> <li>- wenden Verdünnungsformel und Verdünnungsfaktoren an.</li> <li>- üben den Umgang mit Rechentafeln.</li> <li>- identifizieren den (Halb)-Äquivalenzpunkt grafisch und rechnerisch und erläutern deren Bedeutung.</li> <li>- unterscheiden zwischen einer direkten und indirekten Titration, sowie einer Rücktitration.</li> </ul>	
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Methodenüberblick der quantitativen Analytik</li> <li>- Gravimetrie</li> <li>- Volumetrie (Säure-Base-, Redox-, Fällungs- und Komplextitration)</li> <li>- Potentiometrie</li> <li>- Konduktometrie</li> <li>- Stöchiometrische Berechnungen und Umsatzberechnungen</li> <li>- Konzentrationsgrößen, Volumenanteil, Massenanteil, Massenkonzentration und Stoffmengenkonzentration</li> <li>- Verdünnungsformel und Verdünnungsfaktoren</li> <li>- Rechentafeln</li> </ul>	
<p>3. Thema: Spektroskopie</p>	<p>Stunden:40 h</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die Bedeutung des elektromagnetischen Spektrums</li> <li>- beschreiben das Resonanzphänomen und den Unterschied zwischen Energieabsorption und -emission.</li> </ul>	<p>Fach: AN, TM</p>




- beschreiben den Unterschied zwischen Spektroskopie und Spektrometrie.
- erläutern den Unterschied zwischen Atomspektroskopie und Molekülspektroskopie.
- erläutern die Bedeutung der Begriffe Transmission, Absorption und Extinktion.
- erläutern die Bedeutung des LAMBERT-BEERSchen Gesetzes.
- erläutern verschiedene Kalibrationsmessverfahren, diskutieren deren sinnvolle Verwendungsmöglichkeiten und berechnen Gehaltsgrößen.
- erläutern das Messprinzip der UV/vis-Spektroskopie.
- skizzieren und benennen den Aufbau eines UV/vis-Fotometers.
- bestimmen grafisch und rechnerisch den Extinktionskoeffizienten.
- erläutern das Messprinzip der IR-Spektroskopie.
- skizzieren und benennen den Aufbau eines IR-Spektrometers.
- beschreiben Varianten bei der IR-Probenaufnahme.
- interpretieren IR-Spektren.
- erläutern das Messprinzip der Massenspektrometrie
- skizzieren und beschreiben den Aufbau von MS-Spektrometern und deren Komponenten.
- interpretieren Massen-Spektren.
- erläutern das Messprinzip der Atomabsorptionsspektroskopie und der Atomemissionsspektrometrie.
- skizzieren und benennen den Aufbau eines AAS bzw. AES-Spektrometers.
- beschreiben Varianten im Geräteaufbau eines Atomspektrometers (F-, GF-, HG-, CV-AAS, F-AES, ICP-OES).
- erläutern das Messprinzip der NMR-Spektroskopie.
- skizzieren und benennen den Aufbau eines NMR-Spektrometers.
- interpretieren NMR-Spektren.
- interpretieren kombinierte Spektren.

Inhalte:

- Spektroskopische Grundlagen
- Kalibrationsmessverfahren (externe und interne Kalibrierung, Standardaddition, Einfach- und Mehrfachkalibrierung)
- UV/vis-Spektroskopie
- IR-Spektroskopie
- Massenspektrometrie (MS)
- Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) und Atomemissionsspektrometrie (AES)
- NMR-Spektroskopie

4. Thema: Chromatografie	Stunden: 40 h
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die chromatografischen Trennprinzipien Adsorption und Verteilung.</li> <li>- erläutern die Verwendung von Normalphasen- und Umkehrphasen-Chromatografie.</li> <li>- interpretieren Chromatogramme und betreiben Fehleranalysen.</li> <li>- bestimmen und berechnen chromatografische Kenngrößen.</li> <li>- beschreiben die Vorgehensweise einer DC/HPTLC-Messung.</li> <li>- benennen verschiedene Detektionsmöglichkeiten bei der DC.</li> <li>- erläutern das Messprinzip einer HPLC-Messung.</li> <li>- skizzieren und benennen den Aufbau eines HPLC-Gerätes.</li> <li>- erläutern verschiedene Aufbauvarianten der einzelnen Gerätekomponenten inkl. möglicher Laufmittel.</li> <li>- stellen verschiedene Einflussgrößen einer HPLC-Messung dar und vergleichen deren Auswirkungen.</li> <li>- beschreiben Möglichkeiten der Probenvorbereitung für die HPLC.</li> <li>- erläutern das Messprinzip einer GC-Messung.</li> <li>- skizzieren und benennen den Aufbau eines GC-Gerätes.</li> <li>- erläutern verschiedene Aufbauvarianten der einzelnen Gerätekomponenten inkl. möglicher Gase.</li> <li>- stellen verschiedene Einflussgrößen einer GC-Messung dar und vergleichen deren Auswirkungen.</li> <li>- beschreiben Möglichkeiten der Probenvorbereitung und Probeninjektion für die GC.</li> <li>- beschreiben weitere chromatografische Varianten (IC, GPC, Elektrophorese).</li> <li>- erläutern die Bedeutung der Kombination spektroskopischer Geräte zur Detektion chromatografischer Trennungen.</li> </ul>	<p>Fach: AN, TM</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DC</li> <li>- HPTLC</li> <li>- HPLC</li> <li>- GC</li> <li>- IC</li> <li>- Gelpermeation-Chromatografie</li> <li>- Elektrophorese</li> </ul>	

	Semester	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Arbeitsbelastung			ECTS-Punkte
			Kontaktzeit	Selbststudium	Gesamtstunden	
	3 - 6	2 Klausuren pro Halbjahr, Abschlussprüfung				
			150	60	210	7
Notenschlüssel:	67 % AN, 33 % TM					
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwedt, Schmidt, Schmitz; Analytische Chemie; Wiley-VCH; 2017; ISBN 978-3-527-34082-8</li> <li>- Jander, Jahr; Maßanalyse; De Gruyter; 2017; ISBN 978-3110415780</li> <li>- Jander, Blasius; Anorganische Chemie I; Hirzel; 2016; ISBN 978-3777623641</li> <li>- Jander, Blasius; Anorganische Chemie II; Hirzel; 2016; ISBN 978-3777624983</li> <li>- Hug; Instrumentelle Analytik; Europa-Lehrmittel; 2015; ISBN 978-3808572160</li> <li>- Brink, Fastert, Ignatowitz; Technische Mathematik und Datenauswertung für Laborberufe; Europa-Lehrmittel; 2012; ISBN 978-3808571255</li> <li>- Hesse, Meier, Zeeh; Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie; Thieme; 2016; ISBN 978-3135761091, 2016</li> </ul>					

	Analytische Chemie – Praxis	CTA	Stand: 3-2019	
<p>Allgemeine Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergeordnete Kompetenzen</li> </ul> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lösen selbstständig und verantwortungsbewusst technische und organisatorische Fragestellungen.</li> <li>- erwerben durch einen ausgewogenen Wechsel von Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit soziale Kompetenzen, um Ziele gemeinsam zu erreichen und zu reflektieren, selbstgesteuert die Arbeitsprozesse zu beurteilen und Konsequenzen hierfür zu ziehen.</li> <li>- halten Absprachen ein und lösen Konflikte innerhalb einer Gruppe weitgehend eigenverantwortlich.</li> <li>- erschließen, beurteilen und nutzen unterschiedliche Informationsquellen selbständig.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachspezifische Kompetenzen</li> </ul> <p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- dokumentieren Arbeitsschritte, Arbeitsmethoden und Arbeitsergebnisse fachgerecht und beurteilen die Ergebnisse.</li> </ul>				
1. Thema: Laborsicherheit, Arbeiten in einem chemischen Labor				Stunden: 20 h
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- arbeiten nach den Vorgaben der Laborordnung mit Laborkittel, Schutzbrille, Laborhandschuhen.</li> <li>- informieren sich in Laborkatalogen und Sicherheitsdatenblättern über Gefahren, Hinweise und Sicherheitsrichtlinien von Chemikalien und beherrschen den sicheren Umgang mit gängigen Laborchemikalien.</li> <li>- berücksichtigen die Gefahrenzeichen und Gefahrensätze des GHS-Systems und wenden sie für die eingesetzten Chemikalien an.</li> <li>- informieren sich über Entsorgungsrichtlinien und entsorgen sicher, sach- und umweltgerecht in den zur Verfügung stehenden Entsorgungsbehältern.</li> <li>- sind im Umgang mit Sicherheitseinrichtungen, wie z.B. Augendusche, Notdusche und Feuerlöscher geschult.</li> </ul>				Fach: PCH
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gefahrenzeichen und Gefahrensätze des GHS-Systems</li> <li>- Laborkataloge und Sicherheitsdatenblätter</li> <li>- Entsorgungsrichtlinien</li> </ul>				

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laborordnung</li> <li>- Sicherheitseinrichtungen im Labor</li> </ul>	
<p>2. Thema: Arbeiten in einem chemischen Labor, Fachrechnen</p>	<p>Stunden: 60 h</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- berechnen praktikumsrelevante Größen unter Berücksichtigung chemischer Grundgesetze (Stöchiometrie, Umsatzberechnungen, molare Masse, Volumina und Massen, Gasvolumina, Stoffmenge, Volumenanteil, Massenanteil, Massenkonzentration und Stoffmengenkonzentration) und wenden die zugehörigen Einheiten an.</li> <li>- wenden Verdünnungsformel und Verdünnungsfaktoren an.</li> <li>- berechnen Einwaagen für Lösungen.</li> <li>- stellen Maßlösungen aus der Ursubstanz her.</li> <li>- beherrschen den sachgemäßen Umgang mit der Analysenwaage.</li> <li>- überführen quantitativ und befüllen Substanzen in Messkolben</li> <li>- verdünnen unter Beachtung der Messgenauigkeit Stammlösungen in Messkolben mit Pipettiersystemen, wie z.B. Vollpipette, Bürette und Mikropipette zu Kalibrierlösungen.</li> <li>- gehen mit Messzylindern, Messpipetten, und Dispensetten sachgemäß um.</li> <li>- überprüfen Verdünnungsstufen durch geeignete Messgeräte.</li> <li>- verwenden Geräte zur Homogenisierung, wie z.B. Schüttler oder Ultraschallbäder.</li> <li>- Üben den Umgang mit Rechentafeln.</li> <li>- erstellen Diagramme mithilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms.</li> <li>- erstellen ein Protokoll mithilfe eines Textverarbeitungsprogramms.</li> </ul>	<p>Fach: PCH</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- chemische Grundgesetze</li> <li>- stöchiometrische Berechnungen und Umsatzberechnungen</li> <li>- Konzentrationsgrößen, Volumenanteil, Massenanteil</li> <li>- Verdünnungsformel und Verdünnungsfaktoren</li> <li>- Rechentafeln</li> <li>- Maßlösungen</li> <li>- Analysenwaage</li> <li>- Messkolben</li> <li>- Volumenmessgeräte</li> <li>- Pipettiersysteme</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messgeräte zur Bestimmung der Dichte und des Brechungsindex</li> <li>- Geräte zur Homogenisierung</li> <li>- Office-Programm</li> </ul>	
3. Thema: Qualitative Nassanalytik	Stunden: 70 h
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- skizzieren den chemischen Trennungsgang für ausgewählte Anionen und Kationen.</li> <li>- führen geeignete Voruntersuchungen zur Identifizierung durch.</li> <li>- stellen geeignete Aufschlüsse her.</li> <li>- prüfen die Anwesenheit ausgewählter Anionen (Carbonat, Acetat, Halogenide, Sulfat, Nitrat, Phosphat) und Kationen (Natrium, Kalium, Kupfer, Eisen, Aluminium, Mangan, Nickel, Zink, Cobalt, Calcium, Strontium, Barium, Ammonium) durch Verwendung spezifischer Nachweisreaktionen.</li> <li>- führen nach einer anionischen Identifikation einen Kationentrennungsgang eines unbekanntes Salzgemisches durch.</li> </ul>	Fach: PCH, PAN
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ausgewählte Teile des Trennungsgangs</li> <li>- Flammenfärbung</li> <li>- Linienspektrum</li> <li>- Phosphorperle</li> <li>- saurer Aufschluss, Sodauszug</li> <li>- Nachweisreaktionen</li> </ul>	
4. Thema: Gravimetrie	Stunden: 20 h
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen verschiedene gravimetrische Arbeitsweisen (Fällungs- und Filtrationstechniken, Nachbehandlung) aus.</li> <li>- skizzieren technische Anwendungsgebiete der Gravimetrie.</li> <li>- bestimmen Nickel gravimetrisch mit Dimethylglyoxim.</li> </ul>	Fach: PCH, PAN
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fällungsanalyse</li> <li>- Fällungsform</li> <li>- Wägeform</li> </ul>	
5. Thema: Volumetrie	Stunden: 80 h
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen Neutralisationstitrations von starken, schwachen und mehrwertigen Säuren bzw. Laugen durch.</li> <li>- bestimmen den Titer von Maßlösungen mithilfe von Soda, Kaliumhydrogenphthalat oder Oxalsäure.</li> </ul>	Fach: PCH, PAN, PIA

- begründen die geeignete Wahl eines Indikators.
- führen anwendungsbezogene Gehaltsbestimmungen von Lebensmitteln (z.B. Haushaltsessig, Cola, Backpulver) mittels Neutralisationstitrations durch.
- führen permanganometrische Titrations durch.
- bestimmen den Titer der  $\text{KMnO}_4$ -Maßlösung mit Natriumoxalat.
- bestimmen den Gehalt von Eisen(II)- und Eisen(III)-Ionen nach REINHARD-ZIMMERMANN.
- führen anwendungsbezogene Gehaltsbestimmungen von Lebensmitteln (z.B. Oxalatgehalt in Gemüsen (z.B. Spinat), Obst (z.B. Rhabarber) oder Tee (Pfefferminztee); Überprüfung des Eisengehaltes in Eisentabletten) mittels Permanganometrie durch.
- führen iodometrische Titrations durch.
- stellen eine Natriumthiosulfat-Maßlösung her.
- bestimmen mithilfe von Kaliumjodat und dem Indikator Stärke den Titer einer Natriumthiosulfat-Maßlösung.
- bestimmen Kupfer(II)-Ionen iodometrisch.
- führen anwendungsbezogene Gehaltsbestimmungen von Nahrungsergänzungsmitteln (z.B. Ascorbinsäure in Vitamin C-Tabletten) mittels Iodometrie durch.
- führen komplexometrische Titrations mit verschiedenen Indikatoren durch.
- bestimmen den Gehalt an Calcium- und Magnesium-Ionen (nebeneinander) komplexometrisch.
- bestimmen anwendungsbezogen die Wasserhärte (z.B. in Teich-, Mineral- oder Leitungswasser) mittels Komplexometrie durch.
- führen Fällungstitrations mithilfe einer Silbernitrat-Maßlösung durch.
- bestimmen den Titer der Silbernitrat-Maßlösung durch Natriumchlorid.
- bestimmen den Gehalt an Chlorid-Ionen nach den Methoden von MOHR, VOLHARD und FAJANS.
- führen anwendungsbezogene Gehaltsbestimmungen von Lebensmitteln (z.B. Chlorid in Mineralwasser) mittels Fällungstiteration durch.

Inhalte:

- Acidimetrie
- Alkalimetrie
- Maßlösungen
- Urtiter
- Titer
- Indikatoren
- Lebensmittelanalytik
- Permanganometrie
- Iodometrie

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Komplexometrie</li> <li>- Wasserhärte</li> <li>- Fällungstiteration</li> <li>- Argentometrie</li> </ul>	
<b>6. Thema: Potenziometrie und Konduktometrie</b>	<b>Stunden: 50 h</b>
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen potentiometrische Neutralisationstiterationen starker, schwacher sowie mehrprotoniger Säuren durch.</li> <li>- führen konduktometrische Titerationen starker und schwacher Säuren durch.</li> <li>- protokollieren die Messdaten und werten diese mit einem Tabellenkalkulationsprogramm aus.</li> <li>- identifizieren Äquivalenzpunkte mit der Wendepunktmethode oder durch Auftragung der Differenzenquotienten.</li> <li>- bauen Messstände mit pH-Messketten oder Leitfähigkeitsmesszellen auf.</li> <li>- definieren elektrischen Widerstand, Leitwert, spezifische Leitfähigkeit und Zellkonstante.</li> <li>- bestimmen konduktometrisch den Gehalt eines Säuregemisches aus Salzsäure und Essigsäure.</li> <li>- bestimmen den Gehalt einer Natronlauge durch einen automatisierten potentiometrischen Titrator.</li> <li>- führen anwendungsbezogene Gehaltsbestimmungen von Lebensmitteln (z.B. Phosphorsäure in Cola) mittels Potenziometrie durch.</li> <li>- führen anwendungsbezogene Gehaltsbestimmungen von Lebensmitteln (z.B. Chlorid in Mineralwasser oder Haushaltssessig) via Konduktometrie durch.</li> </ul>	<p>Fach: PAN, PIA</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- konduktometrische Titeration</li> <li>- potentiometrische Titeration</li> <li>- pH-Meter</li> <li>- Leitfähigkeitsmesszelle</li> <li>- Titerationskurve</li> <li>- Äquivalenzpunkt</li> <li>- Äquivalenzpunktsbestimmung</li> <li>- elektrischen Widerstand, Leitwert und spezifische Leitfähigkeit, Zellkonstante</li> <li>- Einführung in die automatisierte volumetrische Arbeitstechnik</li> <li>- Titerationsautomaten</li> </ul>	
<b>7. Thema: Grundlagen der instrumentellen Analytik, Kalibrierung und Statistik</b>	<b>Stunden:20 h</b>
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- setzen eine Stammlösung an und stellen daraus unter Berücksichtigung der Kalibriergrenzen eine Verdünnungsreihe her.</li> <li>- berechnen aus der exakten Einwaage die Kalibrierkonzentrationen.</li> </ul>	<p>Fach: PAN, PIA</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>- überprüfen die Linearität einer Kalibrierfunktion.</li> <li>- bewerten die Präzision der Kalibriergeraden anhand von Bestimmtheitsmaß und relativer Verfahrensstandardabweichung.</li> <li>- kalibrieren Messgeräte nach Vorschrift.</li> <li>- vergleichen die Kalibrierstrategien externer Standard, Standardaddition und interner Standard.</li> <li>- bedienen selbsttätig Klein- und Großgeräte der instrumentellen Analytik unter Zuhilfenahme von Bedienungsanweisungen.</li> <li>- werten Messdaten mit der Gerätesoftware oder einem Tabellenkalkulationsprogramm aus.</li> <li>- prüfen die Richtigkeit der Methode mithilfe der Wiederfindungsrate.</li> <li>- stellen einen für die Kalibrierung geeigneten Blindwert her.</li> <li>- bereiten Proben für die analytische Messung durch geeignete Maßnahmen (Ultraschall, Mikrowellen, Extraktion) vor.</li> <li>- verdünnen konzentrierte Proben gezielt, sodass die Analysenlösung im Kalibrierbereich liegt.</li> <li>- berechnen den Gehalt der Proben aus der Kalibrierfunktion unter Berücksichtigung des Verdünnungsfaktors.</li> <li>- runden das Probenergebnis unter Beachtung der Signifikanzen.</li> <li>- verwenden statistischen Größen (systematische Fehler, grobe Fehler, statistische Fehler, Mittelwert und Standardabweichung, Variationskoeffizient, Vertrauensbereich, Präzision und Richtigkeit) sachgemäß.</li> </ul>	
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kalibrierung</li> <li>- Kalibrierstrategien</li> <li>- Instrumentelle Analytik</li> <li>- EDV basierte Auswertung</li> <li>- Statistik</li> </ul>	
<p>8. Thema: UV/vis-Spektroskopie</p>	<p>Stunden: 35 h</p>
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- präparieren und messen Lösungen mithilfe der UV/vis-Fotometrie.</li> <li>- vergleichen Gemeinsamkeiten und Unterschiede für die UV- und vis-Fotometrie.</li> <li>- definieren die Größen Absorption, Transmission und Extinktion.</li> <li>- erläutern die Abhängigkeit zwischen Extinktion, Konzentration und Schichtdicke.</li> <li>- berechnen den molaren und den spezifischen Extinktionskoeffizienten.</li> <li>- nehmen das Absorptionsspektrum zur Bestimmung des Extinktionsmaximums auf.</li> <li>- bestimmen durch vis-Fotometrie Konzentrationen in Lösungen von Kupfer, Eisen, Ascorbinsäure, sowie einer Indikatorlösung bei zwei verschiedenen pH-Werten.</li> <li>- bestimmen durch UV-Fotometrie Konzentrationen in Lösungen von Salicylsäure und Benzoesäure.</li> <li>- führen anwendungsbezogene Gehaltsbestimmungen von Legierungen (Kupferbestimmung einer Messingmutter nach Aufschluss mit</li> </ul>	<p>Fach: PAN, PIA</p>


<p>Salpetersäure) mittels vis-Fotometrie durch.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen anwendungsbezogene Gehaltsbestimmungen von Medikamenten (Paracetamol-Tablette) mittels UV-Fotometrie durch.</li> </ul>	
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- UV/VIS-Fotometer</li> <li>- LAMBERT-BEERSche Gesetz</li> <li>- Extinktion, Absorption und Transmission</li> <li>- Extinktionskoeffizient</li> <li>- Extinktionsmaximum</li> </ul>	
<p>9. Thema: Atomabsorptionsspektroskopie (AAS)</p>	<p>Stunden: 20 h</p>
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- präparieren und messen Lösungen mithilfe der AAS.</li> <li>- bestimmen die Konzentration einer Blei-Lösung mittels AAS.</li> <li>- führen anwendungsbezogene Gehaltsbestimmungen von Legierungen (Kupferbestimmung einer Messingmutter nach Mikrowellenaufschluss) mittels AAS und Standardaddition durch.</li> </ul>	<p>Fach: PIA</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atomabsorptionsspektrometer</li> <li>- Mikrowellenaufschluss</li> </ul>	
<p>10. Thema: Infrarotspektroskopie (IR)</p>	<p>Stunden: 10 h</p>
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- präparieren und messen qualitativ organische Flüssigkeiten zwischen NaCl-Fenstern mit der Sandwich-Technik und vermessen organische Flüssigkeiten und Feststoffe mit der ATR-Technik.</li> <li>- nehmen IR-Spektren von bekannten und unbekanntem Substanzen auf.</li> <li>- ordnen charakteristische Banden mithilfe von Korrelationstabellen zu und interpretieren die gemessenen Spektren.</li> <li>- ermitteln die Identität von Verbindungen mithilfe von Korrelationstabellen und durch Vergleich über eine selbsterstellte Datenbank.</li> <li>- bestimmen durch quantitative IR Konzentrationen einer organischen Lösung.</li> <li>- führen anwendungsbezogene Materialbestimmungen, diverse Plastikproben, mittels IR-Spektroskopie durch.</li> </ul>	<p>Fach: PIA</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infrarotspektroskopie</li> <li>- Sandwich-Technik</li> <li>- ATR-Technik</li> <li>- IR-Spektrum</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- charakteristische Banden, Fingerprint, Korrelationstabellen</li> <li>- quantitative IR-Spektroskopie</li> </ul>	
<b>11. Thema: Flüssigkeitschromatografie</b>	<b>Stunden: 40 h</b>
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- präparieren und messen Lösungen mithilfe der Hochleistungsflüssigkeitschromatografie mit einer Umkehrsäule (RP-HPLC).</li> <li>- wenden verschiedene Injektionstechniken (manuell und Autosampler) an.</li> <li>- variieren Fließmittelgeschwindigkeit und Laufmittelzusammensetzungen (isokratisch/Gradienten), um Chromatogramme zu optimieren.</li> <li>- führen HPLC-Messungen unter Einsatz von UV- und Diodenarraydetektoren (DAD) durch.</li> <li>- werten die aufgenommen Chromatogramme aus.</li> <li>- trennen qualitativ ein Aromatengemisch mittels HPLC/UV.</li> <li>- führen anwendungsbezogene Gehaltsbestimmungen von Medikamenten und Lebensmitteln (Paracetamoltablette mittels HPLC/DAD, Vitamintablette mittels HPLC/DAD und Gradientenelution, Koffein in Kaffee mittels HPLC/UV und Festphasenextraktion) durch.</li> <li>- bestimmen mithilfe der Ionenchromatografie (IC) quantitativ die Konzentrationen der Anionen in verschiedenen Wasserproben.</li> </ul>	<b>Fach: PIA</b>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- HPLC</li> <li>- Probenvorbereitung</li> <li>- isokratische Elution und Gradientenelution</li> <li>- RHEODYNEventil und Autosampler</li> <li>- UV-Detektor und DAD</li> <li>- chromatografische Kenngrößen</li> <li>- IC</li> </ul>	
<b>12. Thema: Gaschromatografie</b>	<b>Stunden: 40 h</b>
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- präparieren und messen Lösungen mithilfe der Gaschromatografie (GC).</li> <li>- variieren die Säulentemperatur (isotherm/Gradienten), um Chromatogramme zu optimieren.</li> <li>- führen GC-Messungen unter Einsatz von Wärmeleitfähigkeits-, Flammenionisations- und Massenspektrometriedektoren (WLD, FID und MS) durch.</li> <li>- vergleichen GC-Messungen unter Einsatz von verschiedenen Säulen (gepackte und Kapillarsäule).</li> <li>- wenden verschiedene Injektionstechniken (Autosampler, Split, Headspace) an.</li> <li>- werten die aufgenommen Chromatogramme aus.</li> </ul>	<b>Fach: PIA</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- trennen qualitativ organische Gemische (Alkoholgemisch mittels GC/WLD, Benzingerisch mittels GC/MS).</li> <li>- bestimmen die Alkoholkonzentration eines Gemisches mittels externer und interner Kalibrierung.</li> <li>- führen anwendungsbezogen Gehaltsbestimmungen von Toluol in Benzin mittels GC/MS mittels Standardaddition und von Ethanol in Glühwein mittels GC/Headspace/FID durch.</li> </ul>	
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gaschromatografie</li> <li>- gepackte Säule, Kapillarsäule</li> <li>- temperaturabhängige Laufparameter</li> <li>- WLD, FID, MS</li> <li>- Headspace, Split, Autosampler</li> <li>- chromatografische Kenngrößen</li> </ul>	
<p>13. Thema: Bearbeitung einer komplexen Analysenaufgabe</p>	<p>Stunden: 15 h</p>
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- führen selbstständig eine komplexe Analysenaufgabe eines anorganischen Gemisches mittels AAS, vis-Spektroskopie und Titrator, sowie eines organischen Gemisches mittels HPLC, GC, IR- und UV-Spektroskopie durch.</li> </ul>	<p>Fach: PIA</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- komplexe Analysenaufgabe</li> <li>- AAS</li> <li>- VIS-Spektroskopie</li> <li>- Titrationsautomat</li> <li>- HPLC</li> <li>- GC</li> <li>- IR</li> <li>- UV-Spektroskopie</li> </ul>	

14. Thema: Projektarbeit	Stunden: 50 h
<p>Die Auszubildenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suchen selbstständig ein Thema aus dem Bereich der analytischen Chemie als Projektarbeit aus.</li> <li>- erstellen eine Übersicht als Fahrplan für die praktische Durchführung ihrer Projektarbeit.</li> <li>- führen alle notwendigen Tätigkeiten eigenverantwortlich und selbstständig durch.</li> <li>- reagieren angemessen auf auftretende Schwierigkeiten im Prozessablauf.</li> <li>- fertigen eine umfassende Projektarbeitsausarbeitung an.</li> <li>- verteidigen ihre Projektarbeit vor anderen Auszubildenden mithilfe einer Präsentation.</li> <li>- fertigen ein Poster zu ihrer Projektarbeit an.</li> </ul>	Fach: PRO
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektarbeit</li> <li>- selbstständig und eigenverantwortliches Arbeiten</li> <li>- Projektarbeitsausarbeitung</li> <li>- Präsentation</li> <li>- Postererstellung</li> </ul>	

	Semester	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Arbeitsbelastung			ECTS-Punkte
			Kontaktzeit	Selbststudium	Gesamtstunden	
Praktikum	1 - 6	Protokolle, Arbeitsergebnisse, Eine fachpraktische Arbeit/Semester Projektarbeitsausarbeitung und -verteidigung Abschlussprüfung	530	220	750	25
Notenschlüssel:	PCH 12,5 %, PAN 75 %, PRO 12,5 %					
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jander, Jahr; Maßanalyse; De Gruyter; 2017; ISBN 978-3110415780</li> <li>- Jander, Blasius; Anorganische Chemie I; Hirzel; 2016; ISBN 978-3777623641</li> <li>- Jander, Blasius; Anorganische Chemie II; Hirzel; 2016; ISBN 978-3777624983</li> <li>- Hug; Instrumentelle Analytik; Europa-Lehrmittel; 2015; ISBN 978-3808572160</li> <li>- Brink, Fastert, Ignatowitz; Technische Mathematik und Datenauswertung für Laborberufe; Europa-Lehrmittel; 2012; ISBN 978-3808571255</li> <li>- Küster, Thiel; Rechentafeln für die Chemische Analytik; De Gruyter; 2011; ISBN 978-3110229622</li> <li>- Meyer; Praxis der Hochleistungs-Flüssigchromatographie; WILEY-VCH; 2009; ISBN 978-3527320462</li> </ul>					

	Physikalische Chemie - Theorie	CTA	Stand: 3-2019	
<p>Allgemeine Kompetenzen  Übergeordnete Kompetenzen  Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- berechnen Größen durch Umstellung inklusive Umkehrfunktionen von linearen, quadratischen, e-Funktionen unter Verwendung der korrekten Einheiten</li> <li>- stellen Zusammenhänge in geeigneten Diagrammen dar und werten diese aus.</li> </ul> <p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben physikalisch-chemische Sachverhalte, interpretieren Zusammenhänge und führen zugehörige Berechnungen aus.</li> </ul>				
1. Thema: Reaktionskinetik				Stunden: 15
<p>Kompetenzen:  Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formulieren das differentielle Geschwindigkeitsgesetz,</li> <li>- bestimmen die Reaktionsordnung aus Messdaten zum Reaktionsumsatz grafisch und rechnerisch (0. – 2. Ordnung).</li> <li>- ermitteln Geschwindigkeitskonstanten (RG) und Halbwertszeiten grafisch und rechnerisch (0. – 2. Ordnung).</li> <li>- benennen die Faktoren zur Beeinflussung der RG, und führen Berechnungen mittels ARRHENIUSgleichung durch.</li> <li>- beschreiben die Prinzipien der heterogenen und homogenen Katalyse an Beispielen.</li> </ul>				Fach: PC
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionsgeschwindigkeit (RG) und Reaktionsordnung</li> <li>- Geschwindigkeitskonstanten, Halbwertszeit und Geschwindigkeitsgleichungen</li> <li>- Temperaturabhängigkeit von RG</li> <li>- Katalysatoren</li> </ul>				
2. Thema: Chemische Gleichgewichte				Stunden: 15
<p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- leiten das MWG aus der Kinetik her</li> <li>- wenden das Massenwirkungsgesetz auf allgemeine Gleichgewichtsreaktionen an</li> <li>- führen zugehörige Konzentrationsberechnungen mittels Umsatzvariablen durch</li> <li>- nutzen das Prinzip von LECHATelier (p, T, c)</li> <li>- berechnen bekannte Beispielreaktionen (Protolyse, Löslichkeitsprodukt, Puffer, Estergleichgewicht, Ammoniaksynthese)</li> </ul>				Fach: PC

<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massenwirkungsgesetz</li> <li>- Prinzip von LECHATelier</li> <li>- Endotherme und exotherme Reaktionen</li> <li>- Säure-Base Gleichgewichte inklusive Puffer</li> <li>- Löslichkeitsprodukt</li> </ul>	
<p>3. Thema: Phasengleichgewichte von Reinstoffen</p>	<p>Stunden: 15</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben Aggregatzustände und interpretieren dazu die intermolekularen Wechselwirkungen (VAN DER WAALS, Dipol-Dipol, Wasserstoffbrückenbindung) unter Berücksichtigung der Molekülmasse</li> <li>- interpretieren Diagramme zum Phasengleichgewicht eines Reinstoffes und entnehmen daraus die enthaltenen Informationen: Tripelpunkt, Verhalten isobare/isotherme Zustandsänderung,</li> <li>- führen Berechnungen unter Anwendung der allgemeinen Gasgleichung für ideale Gase durch,</li> <li>- nutzen das molare Volumen unter Standardbedingungen.</li> </ul>	<p>Fach: PC</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aggregatzustände</li> <li>- Phasendiagramme von Wasser, Kohlenstoffdioxid und Kohlenstoff</li> <li>- Ideale Gasgleichung und Gaskonstante (R)</li> </ul>	
<p>4. Thema: Phasengleichgewichte von binären Systemen</p>	<p>Stunden: 15</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- klassifizieren binäre Systeme anhand der intermolekularen Wechselwirkungen</li> <li>- nutzen das DALTONSche Partialdruckgesetz und das RAOULTSche Gesetz zur Berechnung von idealen Systemen</li> <li>- konstruieren Dampfdruckdiagramme, beschreiben diese und ermitteln grafisch und rechnerisch Werte</li> <li>- konstruieren isotherme Gleichgewichtskurven und lesen daraus Werte ab</li> <li>- entnehmen dem Siedediagramm Werte</li> <li>- wenden den MCCABE-THIELE Stufenzug für Kolonnendestillationen mit unendlichem Rücklauf auf die unterschiedlichen Diagramme an</li> <li>- ordnen Azeotrope als reale Systeme ein und interpretieren die zugehörigen Diagramme einschließlich Kolonnendestillationen</li> <li>- beschreiben den Verlauf isobarer kontinuierlicher (isobarer) Destillationen im Siedediagramm</li> <li>- beschreiben Trägerdampfdestillationen und zeichnen das zugehörige Dampfdruckdiagramm</li> </ul>	<p>Fach: PC</p>



<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DALTONSches Partialdruckgesetz</li> <li>- RAOULTSches Gesetz</li> <li>- Dampfdruckdiagramm, isotherme Gleichgewichtskurve, Siedediagramm</li> <li>- Kolonnendestillation</li> <li>- Azeotrop</li> <li>- Destillationen</li> <li>Gefrierpunktserniedrigung und Siedepunkterhöhung</li> </ul>	
<p>5. Thema: Elektrochemie</p>	<p>Stunden: 15</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- klassifizieren unterschiedliche Leiterarten anhand des I(U)-Diagramms</li> <li>- beschreiben die Messanordnung zur Bestimmung von spezifischen und molaren Leitfähigkeiten und führen Berechnungen dazu durch</li> <li>- wenden die KOHLRAUSCH-Gesetze an</li> <li>- beschreiben das Vorgehen zur experimentellen Bestimmung molarer Grenzleitfähigkeiten</li> <li>- beschreiben und zeichnen den Aufbau galvanischer Halbzellen (Normalwasserstoff, Metall/Metallion, Gas/Ionen)</li> <li>- erklären den Aufbau der Spannungsreihe und nutzen diese zur Berechnung von Standard-EMKs von galvanischen Zellen</li> <li>- beschreiben und zeichnen den Aufbau von galvanischen Zellen und erläutern diesen anhand von Potentialen und Leitfähigkeiten</li> <li>- entscheiden anhand von Standardpotentialen über die Freiwilligkeit von Redoxreaktionen</li> <li>- zeichnen und erläutern den Aufbau und die Anwendung von Elektroden 2. Art</li> <li>- stellen für verschiedene galvanische Halbzellen die NERNSTgleichung auf (Gas-, Metall/Metallion, Elektroden 2. Art) und führen zugehörige Berechnungen durch (Konzentrationen, Potentiale, pH-Wert)</li> <li>- erläutern anhand typischer Beispiele die Elektrolyse und berechnen zugehörige Größen mittels der Faradayschen Gesetze</li> </ul>	<p>Fach: PC</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spezifische Leitfähigkeit, molare Leitfähigkeit, Grenz- und Äquivalentleitfähigkeit</li> <li>- Kohlrausch-Gesetze (unabhängige Ionenwanderung, Quadratwurzelgesetz)</li> <li>- Galvanische Elemente</li> <li>- Normalpotential, Spannungsreihe</li> <li>- Galvanische Zellen, EMK, Freiwilligkeit von Redoxreaktion</li> <li>- NERNSTgleichung, Konzentrationsabhängigkeit</li> <li>- Elektrodenarten mit Beispielen (u.a. Kalomel, AgCl, Glaselektrode)</li> <li>- Elektrolyse, FARADAYSche Gesetze</li> </ul>	


6. Thema: Thermodynamik	Stunden: 15
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unterscheiden verschiedene Systeme (offen, geschlossen, abgeschlossen)</li> <li>- erläutern den Begriff Zustandsfunktion anhand von Beispielen</li> <li>- beschreiben die Energie von Systemen mittels innerer Energie und die Änderung über Differenzen der inneren Energie und die Volumenarbeit (auch mikroskopisch)</li> <li>- formulieren den 1. Hauptsatz und wenden ihn auf verschiedene Systeme an und benennen die Enthalpie als Zustandsfunktion</li> <li>- Berechnen Standardbildungsenthalpien über den Satz von HESS</li> <li>- Beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise von Kalorimetern (Bombenkalorimeter, Dewar) und führen zugehörige Auswertungen und Berechnungen durch</li> <li>- Beschreiben mikroskopisch die Entropie qualitativ (Unordnung)</li> <li>- Nutzen die Entropie/Freie Energie zur Beschreibung des freiwilligen Ablaufes von Reaktionen</li> <li>- Berechnen und beurteilen Wirkungsgrade verschiedener Systeme</li> <li>- Benennen und erläutern den 2. Hauptsatz</li> </ul>	Fach: PC
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zustandsfunktionen</li> <li>- Innere Energie, Volumenarbeit, 1. Hauptsatz, Enthalpie</li> <li>- Standardbildungsenthalpien, Satz von HESS</li> <li>- Bestimmung von Lösungs- und Reaktionswärmen mit Kalorimetern</li> <li>- Entropie, Freie Energie, 2. Hauptsatz</li> </ul>	
7. Thema: Elektrizitätslehre	Stunden: 20
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- benennen und beschreiben unterschiedliche elektrische Schaltungen mit den Grundbegriffen der Elektrizitätslehre.</li> <li>- berechnen Strom, Spannung und Widerstand in einfachen Reihen-, Parallel- und gemischten Schaltungen</li> <li>- Sie führen Messungen mit Volt- und Amperemeter und werten Messergebnisse unter Beachtung der Messfehler aus.</li> </ul>	Fach: PH

<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrische Ladung</li> <li>- chemische Wirkung, Wärmewirkung,</li> <li>- Lichtwirkung, magnetische Wirkung des elektrischen Stroms</li> <li>- Drehspulmessinstrumente</li> <li>- Spannung und Stromstärke</li> <li>- Schaltung von Messgeräten</li> <li>- Berechnung von Widerständen</li> <li>- Elektrische Leistung und Energie</li> </ul>	
<p>8. Thema: Einführung in die geometrische Optik</p>	<p>Stunden: 15</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern mit dem Modell des Lichtstrahls Grundphänomene der geometrischen Optik.</li> <li>- berechnen mit Linsengleichung und Abbildungsgleichung Bild- und Gegenstandsweiten, Brennweiten, sowie Bild- und Gegenstandsgrößen</li> <li>- zeichnen Strahlenbündel in der Hauptstrahlkonstruktion von Linsen und einfachen optischen Instrumenten</li> </ul>	<p>Fach: PH</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexion und Brechung</li> <li>- Linsen, Linsengesetze</li> <li>- Strahlengänge</li> </ul>	
<p>9. Thema: Beschreibung von Bewegungen</p>	<p>Stunden: 15</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unterscheiden verschiedene Formen der geradlinigen Bewegung.</li> <li>- messen Bewegungsvorgänge, werten Messreihen aus und stellen sie grafisch dar.</li> <li>- bewerten Bewegungsvorgänge aus ihrem Alltag.</li> </ul>	<p>Fach: PH</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messreihen, Diagramme der gleichförmig und gleichmäßig beschleunigten Bewegung</li> <li>- Bewegungsgleichungen</li> <li>- Beschleunigungs- und Bremsvorgänge</li> <li>- Herstellung von Bezügen zur Alltagserfahrung</li> </ul>	

10. Thema: Kraft, Arbeit und Energie	Stunden: 15
<b>Kompetenzen:</b> Die Auszubildenden ... <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Schülerinnen und Schüler nennen Beispiele für Kraftwirkungen.</li> <li>- beschreiben physikalischen Vorgängen unter Anwendung des Energiebegriffs.</li> </ul>	Fach: PH
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kräfte, Grundgleichung der Mechanik</li> <li>- Kräfte als Vektoren</li> <li>- Schiefe Ebene</li> <li>- Energieumwandlungen, Energieerhaltungssatz, Wirkungsgrad</li> <li>- Mechanische Leistung</li> </ul>	
11. Thema: Wellenoptik	Stunden: 15
<b>Kompetenzen:</b> Die Auszubildenden ... <ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären Schwingungsvorgänge und berechnen Schwingungsdauern vom Fadenpendel und Federpendel</li> <li>- berechnen Frequenzen bzw. Wellenlängen bei gegebener Ausbreitungsgeschwindigkeit</li> <li>- beschreiben den Effekt der Polarisierung und deren Anwendungen</li> <li>- erläutern die Begriffe von konstruktiver und destruktiver Interferenz</li> <li>- berechnen den Abstand der Interferenzmaxima von unterschiedlichen Wellenlängen</li> <li>- erläutern Brechung und Reflexion und berechnen mittels SNELIUSschen Brechungsgesetz</li> <li>- beschreiben das Funktionsprinzip eines Refraktometers</li> </ul>	Fach: PH
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwingungen</li> <li>- Bestimmungsgrößen von Wellen</li> <li>- Polarisierung</li> <li>- Beugung und Interferenz</li> <li>- Interferenz am Gitter</li> <li>- Brechung</li> <li>- Reflexion</li> <li>- Refraktometer</li> </ul>	

12. Thema: Radioaktivität	Stunden: 20
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- benennen die Strahlungsarten der Radioaktivität und beschreiben ihre Entstehung.</li> <li>- erklären, warum sich Ordnungs- und Massenzahl eines Nuklids beim Zerfall verändert.</li> <li>- Erläutern radioaktive Zerfallsreihen mittels Nuklidkarten.</li> <li>- führen mit dem Zerfallsgesetz Berechnungen durch.</li> <li>- ermitteln Halbwertszeit und Zerfallskonstante aus experimentellen Daten.</li> <li>- beschreiben Aufbau und Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs.</li> <li>- erklären, welche Schäden bei der Wechselwirkung von Radioaktivität mit Materie oder biologischen Zellen entstehen können.</li> <li>- nennen Grundsätze des Strahlenschutzes, Gefahrenpotenziale, die von unterschiedlichen Strahlern ausgehen sind ihnen geläufig. Schutzmaßnahmen werden in groben Zügen benannt.</li> </ul>	Fach: PH
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachweis ionisierender Strahlung</li> <li>- Arten ionisierender Strahlung</li> <li>- Zerfallsgesetz und Halbwertszeit</li> <li>- Abschirmung radioaktiver Strahlung</li> <li>- Dosimetrie</li> <li>- Biologische Wirkung radioaktiver Strahlung, Strahlenschutz</li> <li>- Medizinische Nutzung radioaktiver Strahlung</li> </ul>	
13. Thema: E-Lehre	Stunden: 20
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- berechnen Strom, Spannung und Widerstände in einfachen Reihen- und Parallelschaltungen</li> <li>- berechnen Einzel- und Gesamtwiderstände in gemischten Schaltungen</li> <li>- erläutern elektrische Ladungen und Felder</li> <li>- führen Berechnungen mittels COULOMBSchem Gesetz durch</li> <li>- beschreiben die Vorgänge am Plattenkondensator beim Aufbringen von Ladung und Änderung des Plattenabstands</li> <li>- benennen Halbleiter aus dem Periodensystem und beschreiben den Effekt von n- und p-Dotierungen</li> <li>- beschreiben den Aufbau und die Kennlinie von Dioden mittels Graetz-Schaltung</li> <li>- erläutern den Aufbau und Funktionsweise von Transistoren und zeichnen einfache Transistorschaltungen</li> </ul>	Fach: PH

<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reihen- und Parallelschaltung</li> <li>- Widerstandsberechnung in Reihen- und Parallelschaltung</li> <li>- Übungsaufgaben Reihen- und Parallelschaltung</li> <li>- Elektrisches Feld</li> <li>- Elektrische Ladung, COULOMBSches Gesetz</li> <li>- Vorgänge am Plattenkondensator</li> <li>- Grundlagen Halbleiter, Diode</li> <li>- Dioden-Kennlinie, Graetz-Schaltung</li> <li>- Transistor Aufbau</li> <li>- Transistor Kennlinie</li> <li>- Einfache Transistorschaltungen</li> </ul>						
	Semester	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Arbeitsbelastung			ECTS-Punkte
			Kontaktzeit	Selbststudium	Gesamtstunden	
<b>Gesamt:</b>	1.-6.	Physik und Phys. Chemie Theorie	210	120	330	11
	1.-2.; 5./6.	Physik Theorie	120	70	190	6
	3.-6.	Physikalische Chemie	90	50	140	5
<b>Notenschlüssel:</b>	Gesamtnote: Physik Theorie 50%, Phys. Chemie 50 %					
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- G. Wedler und H.-J. Freund; Physikalische Chemie; 6. vollst. überarb. u. aktualis. Auflage; Wiley-VCH; 2012; ISBN 978-3527329090</li> <li>- P. W. Atkins und P. de Paula; Physikalische Chemie; 5. Auflage; Wiley-VCH; 2013; ISBN 978-3527332472</li> <li>- H. Hug und W. Reiser; Physikalische Chemie; 4. Auflage; Europa-Lehrmittel; 2016; ISBN 978-3808571545</li> <li>- F. Bergler; Physikalische Chemie für Chemisch-technische Assistenten; 2. durchgesehene Auflage; Wiley-VCH; 1992; ISBN 978-3527308460</li> <li>- F. Bergler; Physikalische Chemie; 1. Auflage; Wiley-VCH; 2013; ISBN 978-3527333639</li> <li>- E. Ignatowitz, V. Jungblut; Physik für Schule und Beruf; 4. Auflage; Europa-Lehrmittel; 2016; ISBN 978-3808571644</li> <li>- Drescher, Dyballa, Meier, Mangold, Meyer; Arbeitsbuch Physik; 12. Auflage; Europa-Lehrmittel; 2014; ISBN 978-3808570678</li> <li>- Grehn, Krause; Metzler - Physik SII - Gesamtband Grundkurs; Allgemeine Ausgabe; Schroedel Verlag GmbH; 2014; ISBN 978-3507112650</li> </ul>					

	Physikalische Chemie - Praxis	CTA	Stand: 3-2019	
<p>Allgemeine Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergeordnete Kompetenzen</li> </ul> <p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- planen und führen Experimente eigenständig unter Beachtung der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes durch.</li> <li>- erlernen eigenständig und unter Anleitung den richtigen Umgang mit Mess- und Laborgeräten.</li> <li>- planen eigenständig sowie in der Gruppe den wirtschaftlichen Einsatz der Arbeitsmaterialien und die Zeitressourcen.</li> <li>- übernehmen und tragen die Verantwortung für die Aufrechterhaltung von Ordnung und Sauberkeit an allen von der Allgemeinheit genutzten Apparaturen und Geräten sowie dem eigenen Arbeitsplatz.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachspezifische Kompetenzen</li> </ul> <p>Die Auszubildenden....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenden physikalisch-chemische Messmethoden an.</li> <li>- führen Messprotokolle und werten die Messdaten mittels elektronischer Datenverarbeitung (Office-Paket) und auf Millimeterpapier (inkl. halb- und doppeltlogarithmischen Papier) aus.</li> <li>- rechnen zur Linearisierung Messdaten in logarithmische bzw. potenzierte (Quadrat und Wurzel) Werte um und stellen diese zur Auswertung in Diagrammen dar.</li> <li>- erstellen mittels Tabellenkalkulation Kalibrierkurven, Diagramme mit aussagekräftigem Titel und Achsenbeschriftungen mit Größen und Einheiten.</li> <li>- stellen die Anpassungskurven im Diagramm mit der Gleichung in den entsprechenden Größen dar.</li> <li>- werten Diagramme mit Messkurven aus und interpretieren die Kurvenverläufe sowohl händisch als auch komplett mit Tabellenkalkulationsprogramm.</li> <li>- bewerten Ihre Ergebnisse durch Vergleich mit theoretischen Erwartungen und den Einfluss der Messgenauigkeiten auf den Fehler ihres Ergebnisses.</li> <li>- rechnen Gehaltsgrößen ineinander um.</li> </ul>				
1. Thema: Physikalisch-chemische Grundversuche				Stunden: 38 h
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- überprüfen das Volumen einer Vollpipette in Abhängigkeit des Parameters Temperatur über Wägung</li> <li>- ermitteln Löslichkeitskurven von Salzen in Abhängigkeit von der Temperatur</li> </ul>				Fach: PCH

<ul style="list-style-type: none"> <li>- messen Schmelzpunkte mit unterschiedlichen Apparaturen</li> <li>- messen die Dichte von Lösungen mittels Pyknometer und Aräometer, erstellen Kalibrierkurven und bestimmen den Gehalt einer unbekanntem Lösung (z.B. Wein)</li> <li>- destillieren verschiedene flüssig-flüssig Gemische (inklusive nichtmischbarer mittels Wasserdampfdestillation) und erstellen Siedediagramme</li> <li>- messen Emissionsspektren mittels Handspektrometer und bestimmen damit über die Flammenfärbung einzelne Kationen</li> <li>- wenden das LAMBERT-BEERSche Gesetz zur Konzentrationsbestimmung farbiger Lösungen an</li> </ul>	
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überprüfung des Volumens einer Vollpipette</li> <li>- Löslichkeit in Abhängigkeit von der Temperatur</li> <li>- Schmelzpunktbestimmung mit dem Thiele-Apparat</li> <li>- Dichtebestimmung von Flüssigkeiten mit dem Pyknometer und dem Aräometer</li> <li>- Destillationen (Kolonnen, Vakuum, Wasserdampf)</li> <li>- Emissionsspektren und Flammenfärbung</li> <li>- Photometrie</li> </ul>	
<p>2. Thema: Physikalische Grundversuche (Elektrizitätslehre, Optik und Kinematik)</p>	<p>Stunden: 102 h</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- messen mit Vielfachinstrumenten im geeigneten Messbereich Spannung und Stromstärke.</li> <li>- nehmen U(I)-Kurven auf und definieren bei Proportionalität den OHMSchen Widerstand bzw. überprüfen die Proportionalität (Temperatur als Parameter).</li> <li>- berechnen und messen Gesamtwiderstände von Reihen-, Parallel- und gemischten Schaltungen OHMScher Widerstände.</li> <li>- messen Widerstände mit der WHEATSTONESchen Messbrücke und wählen dazu geeignete Messwiderstände aus.</li> <li>- kalibrieren Widerstände in Abhängigkeit der Temperatur und messen mit den Kalibrierkurven unbekannte Temperaturen von Wasser.</li> <li>- messen Frequenzen von Wechselstrom mit dem Oszilloskop, ermitteln den Proportionalitätsfaktor von Scheitel- und Gleichspannung bei gleicher Leistung (Helligkeit gleicher Glühlampen).</li> <li>- konstruieren Strahlengänge für Reflexion am Spiegel und Brechung an Prismen und der dünnen Sammellinse und verifizieren diese an der optischen Bank (u.a. Brennweitenbestimmung von dünnen Sammellinsen).</li> <li>- konstruieren Strahlengänge für das Auge, die Lupe und das Mikroskop und verifizieren diese an der optischen Bank.</li> <li>- ermitteln über Längenmessung und Wägen die Dichte von regelmäßigen Festkörpern und beurteilen das Ergebnis über die Fehlerrechnung.</li> </ul>	<p>Fach: PPH</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>- messen Kräftegleichgewichte und konstruieren diese über Kräfte als Vektoren.</li> <li>- führen Versuche mit der GALLILEISCHEN Fallrinne durch und vergleichen die Ergebnisse mit den theoretischen Erwartungen, diskutieren in diesem Zusammenhang GALLILEIS Versuche im Zusammenhang mit der Reibung.</li> <li>- ermitteln <math>g</math> aus Fallversuchen.</li> <li>- führen Versuche zum waagerechten Wurf durch und ermitteln die Anfangsgeschwindigkeit über Dunkelzeitmessung, die Anwendung des Superpositionsprinzips sowie aus der Energieerhaltung.</li> <li>- ermitteln die Federkonstante über Federschwingungen und <math>g</math> mit dem Fadenpendel.</li> </ul>	
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spannungs- und Stromstärkemessung</li> <li>- OHMScher Widerstand, Reihen- und Parallelschaltung, gemischte Schaltung, WHEATSTONESche Messbrücke, Temperaturabhängigkeit</li> <li>- Oszilloskop, Wechselstrom/Gleichstrom</li> <li>- Reflexion, Brechung an Sammellinsen, einfache optische Instrumente (Auge, Lupe Mikroskop)</li> <li>- Volumen und Dichtebestimmung von regelmäßigen Festkörpern</li> <li>- gleichmäßig beschleunigte geradlinige Bewegungen</li> <li>- Kräfte, Geschwindigkeiten als Vektoren</li> <li>- Energieumwandlungen und –erhaltung</li> <li>- Fadenpendel und Federschwinger (Schwingungen)</li> </ul>	
<p>3. Thema: Reaktionskinetik</p>	<p>Stunden: 32</p>
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- benennen die Faktoren zur Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit.</li> <li>- formulieren das differentielle Geschwindigkeitsgesetz.</li> <li>- ermitteln die Reaktionsordnung (0., 1., 2. Ordnung) aus gemessenen Daten zum Reaktionsumsatz sowie Geschwindigkeitskonstanten und Halbwertszeiten.</li> <li>- bestimmen Aktivierungsenergien mittels der ARRHENIUSgleichung.</li> <li>- beschreiben die Prinzipien der heterogenen und homogenen Katalyse an Beispielen.</li> <li>- nutzen zum Messen von kinetischen Daten Polarimeter, Photometer und Konduktometer.</li> </ul>	<p>Fach: PPC</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionsgeschwindigkeit (RG) und Reaktionsordnung</li> <li>- Geschwindigkeitskonstanten, Halbwertszeit und Geschwindigkeitsgleichungen</li> <li>- Kristallviolett (1. Ordnung)</li> <li>- Hydrolyse von Saccharose</li> </ul>	


<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mangankomplex (vorgelagertes Gleichgewicht)</li> <li>- Harnstoff/Urease (0. Ordnung)</li> <li>- Alkalische Esterverseifung (2. Ordnung und Arrhenius)</li> </ul>	
<b>4. Thema: Chemische Gleichgewichte</b>	<b>Stunden: 32</b>
<b>Kompetenzen:</b> <b>Die Auszubildenden ...</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kalibrieren ein pH-Meter mit 2 Pufferlösungen und überprüfen die Steilheit und den Asymmetriefaktor mit sauren und alkalischen Puffern.</li> <li>- bestimmen Protolysekonstanten mittels pH-Messung.</li> <li>- ermitteln das Löslichkeitsprodukt mit einer konduktometrischen Titration und Calconcarbonsäure als Indikator.</li> <li>- vergleichen Messdaten mit theoretischer Isotherme und interpretieren die Anpassung.</li> <li>- wenden die Prinzipien von LECHATelier auf einfache Beispiele an.</li> </ul>	<b>Fach: PPC</b>
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massenwirkungsgesetz (Löslichkeitsprodukt und Protolysekonstante , pH von Wasser bei T-Variation)</li> <li>- Prinzip von LeChatelier</li> <li>- Löslichkeitsprodukt von <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math></li> <li>- Adsorptionsisotherme von <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> / Aktivkohle</li> <li>- NERNSTscher Verteilungssatz (<math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> / Wasser / <math>\text{CH}_3\text{COOEt}</math>)</li> <li>- Potentiometrische Bestimmung des pH-Werts und der Protolysekonstante</li> <li>- Pufferherstellung und Titration</li> </ul>	
<b>5. Thema: Elektrizitätslehre</b>	<b>Stunden: 23</b>
<b>Kompetenzen:</b> <b>Die Auszubildenden ...</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- messen über Variation der Stromstärke den Innenwiderstand einer Batterie.</li> <li>- nehmen Kondensatorentladungskurven mit Cassy auf und bestimmen die Zeitkonstanten.</li> <li>- nehmen Kennlinien der Diode und des Transistors auf.</li> <li>- bauen verschiedene Diodenschaltungen auf und messen deren Wirkungsweise mit Hilfe des Oszilloskops (Gleichrichterschaltungen mit und ohne Glättung, Spannungsverdopplungen).</li> <li>- vergleichen eine vorgegebene Transistorschaltung (Lichtschalter mit Fotodiode) mit der Wirkungsweise eines Schalters.</li> </ul>	<b>Fach: PPH</b>
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Innenwiderstand einer Batterie</li> <li>- Kondensatorentladung mit Cassy</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennlinie von Diode und Transistor</li> <li>- Wirkung von Dioden</li> <li>- Transistor als Schalter</li> </ul>	
6. Thema: Wellenoptik	Stunden:23
<b>Kompetenzen:</b> Die Auszubildenden ... <ul style="list-style-type: none"> <li>- messen die Brennweite von dünnen Sammellinsen nach Bessel und bestimmen die Brennweite von Linsenkombinationen (Konvex- und Konkavlinse).</li> <li>- bestimmen den Farb- und Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichtes mit Hilfe verschiedener optischer Gitter.</li> <li>- messen das Spektrum einer Quecksilberdampfampe mit einem optischen Gitter und vergleichen die Ergebnisse mit den theoretischen Werten im Rahmen der Messfehler.</li> <li>- messen Gitterspektren unbekannter Substanzen und ordnen diese zu.</li> <li>- justieren ein Prismenspektrometer nach Kirchhoff und messen mit Hilfe verschiedener Spektrallampen die Dispersionskurve.</li> </ul>	Fach: PPH
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brennweitenbestimmung nach Bessel</li> <li>- Beugung und Interferenz am Gitter</li> <li>- Dispersionskurve mit Prismenspektrometer</li> </ul>	
7. Thema: Radioaktivität	Stunden: 19
<b>Kompetenzen:</b> Die Auszubildenden ... <ul style="list-style-type: none"> <li>- messen mit dem Geiger-Müller-Zählrohr (Fingerzählrohr) die natürliche radioaktive Strahlung und vergleichen den statistischen Effekt von langer Messung gegen häufige und kürzere Messungen.</li> <li>- ermitteln den Zusammenhang zwischen Intensität und Abstand der Strahlung für den <math>\gamma</math>-Anteil eines Ra-226-Präparats.</li> <li>- untersuchen den Einfluss von Absorbermaterial und -dicke auf die Intensität der <math>\gamma</math>-Strahlung.</li> <li>- messen die Winkelverteilung der vom Präparat Sr - 90 ausgesandten ionisierenden Strahlung unter Einfluss eines magnetischen Feldes und zum Vergleich ohne Magnetfeld.</li> </ul>	Fach: PPH
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nulleffekt</li> <li>- Geiger-Müller-Zählrohr (Fingerzählrohr)</li> <li>- Abstandsgesetz</li> <li>- Absorption und Ablenkung im Magnetfeld</li> </ul>	

8. Thema: Elektrochemie	Stunden: 32
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kalibrieren Konduktometer auf verschiedenen Arten und vergleichen die Werte in Abhängigkeit von der Konzentration und Aktivität.</li> <li>- messen die Leitfähigkeit verschiedener Salze, Säuren und Basen in Abhängigkeit von der (Äquivalent-) Konzentration, vergleichen diese und interpretieren die Kurvenverläufe.</li> <li>- verifizieren KOHLRAUSCHS Quadratwurzelgesetz für geeignet kleine Konzentrationen und bestimmen die Grenzleitfähigkeit schwacher Säuren über das Gesetz der unabhängigen Ionenwanderung und daraus die Dissoziationskonstante.</li> <li>- titrieren starke und schwache Säuren konduktometrisch und bestimmen den Gehalt unbekannter Mischungen daraus.</li> <li>- berechnen aus Leitfähigkeitsmesswerten das Löslichkeitsprodukt (z.T. unter Beachtung der Proben- und Wasseraufbereitung).</li> <li>- messen elektrochemische Potentiale unterschiedlicher Halbzellen (DANIELLElement, Silber/Ag<sup>+</sup>) gegen KALOMEL- und Silberchloridelektroden und vergleichen mit Literaturwerten.</li> <li>- bestimmen die FARADAYkonstante mittels Wasserelektrolyse im HOFMANNschen Zersetzungsapparat.</li> <li>- bestimmen den Gehalt an Chloridionen potentiometrisch über die Messung der Silberionenkonzentration an einer Silberelektrode über Kalibrierlösungen.</li> <li>- messen die Silberionenkonzentration mit einer Silberelektrode in Abhängigkeit von Löslichkeitsprodukten und Komplexbildungskonstanten (KCl, NH<sub>3</sub> und KJ Zugabe) und vergleichen mit theoretisch berechneten Werten aus der NERNSTgleichung.</li> </ul>	Fach: PPC
<p>Inhalte: Auswahl aus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitfähigkeit einschließlich KOHLRAUSCHS Quadratwurzelgesetz</li> <li>- Dissoziationskonstante und Säure-Base-Titration konduktometrisch</li> <li>- Löslichkeitsprodukt konduktometrisch</li> <li>- DANIELLElement</li> <li>- FARADAYkonstante</li> <li>- Potentiometrische Bestimmung von Silber und Chlorid mit Elektroden 1. Art und Konzentrations-abhängigkeit Elektrode 2. Art</li> </ul>	
9. Thema: Thermodynamik	Stunden: 32
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kalibrieren ein offenes Kalorimeter, DEWAR, über die Mischungsmethode mittels grafischer Auswertung und messen die Temperatur mit einem BECKMANNthermometer.</li> <li>- bestimmen die Lösungsenthalpien in Abhängigkeit vom Kristallwassergehalt, interpretieren die Messwerte und vergleichen diese mit berechneten Werten.</li> <li>- messen die Neutralisationsenthalpien verschiedener Säuren unter Beachtung der Lösungsenthalpien fester Säuren und vergleichen</li> </ul>	Fach: PPC

mit theoretischen Werten.	
Inhalte:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kalibrierung eines offenen Kalorimeters, DEWAR</li> <li>- Lösungsenthalpie</li> <li>- Neutralisationsenthalpie</li> </ul>	

	Semester	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Arbeitsbelastung			ECTS-Punkte
			Kontaktzeit	Selbststudium	Gesamtstunden	
Praktikum	1-6	Protokolle, Arbeitsweise, eine fachpraktische Klausur/Semester, Abschlussprüfung	330	180	510	17
Notenschlüssel:	11,5 % PCh, 38,5 % PPC, 50 % PPH					
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- G. Wedler und H.-J. Freund; Physikalische Chemie; 6. vollst. überarb. u. aktualis. Auflage; Wiley-VCH; 2012; ISBN 978-3527329090</li> <li>- P. W. Atkins und P. de Paula; Physikalische Chemie; 5. Auflage; Wiley-VCH; 2013; ISBN 978-3527332472</li> <li>- H. Hug und W. Reiser; Physikalische Chemie; 4. Auflage; Europa-Lehrmittel; 2016; ISBN 978-3808571545</li> <li>- F. Bergler; Physikalische Chemie für Chemisch-technische Assistenten; 2. durchgesehene Auflage; Wiley-VCH; 1992; ISBN 978-3527308460</li> <li>- F. Bergler; Physikalische Chemie; 1. Auflage; Wiley-VCH; 2013; ISBN 978-3527333639</li> <li>- E. Ignatowitz, V. Jungblut; Physik für Schule und Beruf; 4. Auflage; Europa-Lehrmittel; 2016; ISBN 978-3808571644</li> <li>- Drescher, Dyballa, Meier, Mangold, Meyer; Arbeitsbuch Physik; 12. Auflage; Europa-Lehrmittel; 2014; ISBN 978-3808570678</li> <li>- Grehn, Krause; Metzler - Physik SII - Gesamtband Grundkurs; Allgemeine Ausgabe; Schroedel Verlag GmbH; 2014; ISBN 978-3507112650</li> </ul>					

	Allgemeine und Anorganische Chemie	CTA	Stand: 3-2019	
<p>Allgemeine Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergeordnete Kompetenzen (Anwendung der Basiskonzepte)</li> </ul> <p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formulieren Reaktionsgleichungen für Stoffe auf der Teilchenebene unter Anwendung des Donator-Akzeptor-Konzepts.</li> <li>- beschreiben Zusammenhänge von Struktur und Eigenschaften.</li> <li>- begründen Reaktionsverläufe mittels Energie- und Gleichgewichtskonzept.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachspezifische Kompetenzen</li> </ul> <p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formulieren Reaktionsgleichungen zur Darstellung und Anwendung von anorganischen Reagenzien.</li> <li>- beschreiben gängige Darstellungsmethoden ausgewählter anorganischer Elemente und Verbindungen.</li> <li>- benennen, beschreiben, zeichnen ... einfache und komplexe anorganische Verbindungen.</li> <li>- werten Messkurven aus und berechnen daraus Stoffmengen, Massen und Konzentrationen.</li> </ul>				
14. Thema: Atombau und chemische Bindungen				Stunden: 18
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formulieren die Elektronenkonfigurationen nach dem Orbitalmodell in Kurz-, Lang- und Kästchenschreibweise und ordnen die entsprechenden Orbitalgeometrien zu.</li> <li>- begründen Elementeigenschaften mit der Stellung im Periodensystem und leiten Schrägbeziehungen ab.</li> <li>- ermitteln Strukturen unter Anwendung der Elektronenpaarabstoßung und der Hybridisierung und erklären Abweichungen von der Oktettregel unter Einbeziehung der Orbitale.</li> <li>- benennen kationische und anionische Komplexe, erklären den Begriff Komplexbindung mittels Donator-Akzeptor-Prinzip, ermitteln Koordinationszahlen mittels 18-è-Regel, unterscheiden die Liganden nach ihrer Ligandenfeldstärke und die Stabilität von Komplexen und den beschreiben den Chelateffekt.</li> </ul>				Fach: AC

<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Atombau:</i> Grenzen des BOHRschen Atommodells, Orbitalbegriff, Orbitalformen, Orbitalbesetzung (Energieprinzip, PAULI-Prinzip, HUNDSche Regel, Elektronenkonfiguration, Kästchenschema), Quantenzahlen, Edelgaskonfiguration</li> <li>- <i>PSE:</i> Periodizität der Eigenschaften (EN, EA, IE, Radien, Metallcharakter), Schrägbeziehung</li> <li>- <i>Chemische Bindung (Atombindung):</i> LEWIS-Strukturformeln (Einfach- und Mehrfachbindungen, Formalladungen, Resonanzstrukturformeln, Ausnahmen von der Oktettregel), Wiederholung des EPA-Modells an Beispielen, VB-Methode (Orbitalüberlappung, Hybridisierung am Beispiel von anorganischen H-Verbindungen, Hybridisierung unter Einbeziehung von d-Orbitalen, Mehrfachbindungen)</li> <li>- <i>Komplexbindung:</i> Elektronenpaar-Akzeptor-Donator-Komplexe (Zentralteilchen-Ligand), Molekülgeometrie, Koordinationszahlen, Nomenklatur, Eigenschaften, Stabilität und Reaktionen von Komplexen (z.B. Ligandenaustauschreaktion), Chelatkomplexe, Chlateffekt, Bindungsverhältnisse (VB-Theorie, Kästchenschema (Inner/Outer-Orbital, High/Low-Spin, Ligandenstärke, Vertiefung in der 2.FS))</li> </ul>	
<p>15. Thema: Die Elemente der Hauptgruppen - Nichtmetalle</p>	<p>Stunden: 34</p>
<p><i>Die Auszubildenden ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- begründen Unterschiede zwischen Atombindungen aufgrund von EN-Differenzen.</li> <li>- beschreiben metallische Bindungen mit dem Elektronengasmodell und dem Leitungsbandmodell.</li> <li>- benennen und beschreiben Darstellungsmethoden von Nichtmetallen in Elementform und Ihren Verbindungen.</li> <li>- beschreiben mittels Diagrammen großtechnische Verfahren.</li> <li>- begründen Eigenschaften von Elementen und Verbindungen mit den Bindungsmodellen.</li> </ul>	<p>Fach: AC</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Wasserstoff:</i> Darstellung (Steam-Reforming-Verfahren), Verwendung, Bedeutung, wichtige Verbindungen des Wasserstoffs (kovalente, ionische, und metallische Hydride), Elektronen negativität und Bindungspolarität (Unpolare Atombindung - Polare Atombindung – Wiederholung Ionenbindung), Metallbindung (Vertiefung 2. FS), Wasserstoffbrückenbindung</li> <li>- <i>Edelgase:</i> Gewinnung (Linde-Verfahren), Verwendung, Reaktionsunfähigkeit, Edelgasfluoride und -oxide von Xe</li> <li>- <i>Halogene:</i> Vorkommen, Darstellung (Fluor: Elektrolyse einer KF-Schmelze, Chlor: Chloralkali-Elektrolyse/Membran-Verfahren), Eigenschaften, Reaktivität von Fluor, Verwendung, wichtige Verbindungen der Halogene (z.B. Fluor mit S, P, O, H, Edelgasfluoride, Interhalogenverbindungen)</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sauerstoff:</i> Vorkommen, Darstellung (Linde-Verfahren), Eigenschaften, Verwendung, wichtige Verbindungen des Sauerstoffs (Ozon, Wasser, Wasserstoffperoxid)</li> <li>- <i>Schwefel:</i> Vorkommen, Struktur, Darstellung, Eigenschaften, Verwendung, wichtige Verbindungen des Schwefels (Oxosäuren, Schwerpunkt: Schwefelsäure, schweflige Säure, Schwefeltrioxid, Schwefeldioxid, Thioverbindungen, Verbindungen mit S-S-Brücken (Iodometrie))</li> <li>- <i>Stickstoff:</i> Vorkommen, Darstellung (Linde-Verfahren), Eigenschaften, Verwendung, wichtige Verbindungen des Stickstoffs (NH<sub>3</sub>, Haber-Bosch-Verfahren, HNO<sub>3</sub>, Oswald-Verfahren, Hydrazin)</li> <li>- <i>Phosphor:</i> Vorkommen, Darstellung, Eigenschaften, Modifikationen, Verwendung, wichtige Verbindungen des Phosphors (Oxosäuren, Schwerpunkt: Phosphorsäure)</li> </ul>	
<p>16. Thema: Kohlenstoffgruppe, Borgruppe</p>	<p>Stunden: 14</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben isoelektronische Verbindungen des Kohlenstoffs mittels Kästchenschreibweise.</li> <li>- begründen die Isolatoreigenschaften und elektrische Leitung mit der Struktur und Hybridisierung von Kohlenstoff.</li> <li>- benennen und beschreiben strukturell Eigenschaften von elementarem Silizium und Kohlenstoff.</li> <li>- begründen Unterschiede im Aggregatzustand von SiO<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>.</li> <li>- beschreiben und benennen Kohlenstoffderivate wie Pseudohalogenide, Schwefelkohlenstoff und Phosgen in Anwendung und Herstellung.</li> <li>- interpretieren strukturelle Eigenschaften von Silikonen aufgrund ihrer Monomere aufgrund der resultierenden Kettenlänge und Quervernetzung.</li> <li>- erklären die Eigenschaften von Gläsern und Zeolithen aufgrund ihrer Struktur und vergleichen mit Komplexverbindungen.</li> <li>- diskutieren die Bindungsverhältnisse von Diboran und die Abweichung von der Oktettregel.</li> </ul>	<p>Fach: AC</p>



<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kohlenstoff Modifikation (Struktur, Eigenschaften, Verwendung); wichtige Verbindungen: CO, CO<sub>2</sub> (Bedeutung, Vorkommen, Gefahren, Verwendung, Struktur, Eigenschaften), Carbide, Kohlensäure (Struktur, Säurestärke, Bicarbonatpuffer, wichtige Salze mit Verwendung und Eigenschaften, Allg. Überblick: Pseudohalogene und –halogenide , Schwefelkohlenstoff , Phosgen</li> <li>- Silicium Darstellung, Eigenschaften, Bedeutung, Dotierung; Quarz, Quarzglas (Struktur, Eigenschaft, Verwendung) Schwerpunkt: Gläser (Fenster-, Labor-, Jenaer Glas), Silikate (allg. Überblick); Vertiefung möglich: Halogenverbindungen, Silikone, Zeolithe</li> <li>- Bor Borane (Bindungstyp, Eigenschaften), Halogenverbindungen, NaBH<sub>4</sub>, Borsäure, Borax (Darstellung, Struktur, Eigenschaften, Verwendung)</li> </ul>	
<p>17. Thema: Metalle der Haupt- und Nebengruppen</p>	<p>Stunden: 22</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben die Metallbindung mittels Bändermodell und unterscheiden von der Ionenbindung.</li> <li>- diskutieren Verwendung und physiologische Bedeutung.</li> <li>- benennen Rohstoffe und Herstellungsverfahren der Elemente der Hauptgruppen.</li> <li>- beschreiben die Herstellungsverfahren mittels Flussschemata und benennen kritische Randbedingungen.</li> <li>- formulieren Redoxgleichungen zu den einzelnen Verfahrensschritten.</li> <li>- klassifizieren die Metalle anhand der Stellung im Periodensystem und mittels Atomradien, Elektronegativität und Reaktivität und ordnen Verwendungsmöglichkeiten zu.</li> <li>- definieren den Begriff der Wasserhärte und beschreiben Verfahren zur Enthärtung mit und ohne Ionenaustauscher.</li> <li>- erläutern Unterschiede zwischen Hydroxiden, Peroxiden und Hyperoxiden.</li> <li>- vergleichen lösliche und schwerlösliche Salze nach Herstellung und Anwendung.</li> <li>- formulieren Reaktionsgleichung zur Darstellung von LEWISSäuren und GRIGNARDverbindungen und Anwendungen in der organischen Chemie.</li> </ul>	<p>Fach: AC</p>

<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metallbindung Metalle im PSE (Periodische Eigenschaften, edle/unedle M., stabile, instabile Ionen), Metallbindung (Bändermodell), Verwendung, Materialeigenschaften, möglich: Toxische Wirkung, physiologische Bedeutung</li>   <li>- Aluminium Eigenschaften, Verwendung, Darstellung (Schmelzflusselektrolyse), Eloxal-Verfahren (Aluminothermisches Verfahren); Wichtige Verbindungen (am Beispiel) : Hydroxid/Oxid; <math>\text{LiAlH}_4</math>, Halogenverbindungen (Darstellung, Eigenschaften, Verwendungen)</li>   <li>- Magnesium Eigenschaften, Verwendung, Darstellung; wichtige Verbindungen (am Beispiel): Salze (Oxid, Sulfat), Grignard-Verbindungen (Struktur, Darstellung, Verwendung); Wasserhärte (siehe Ca)</li>   <li>- Calcium Eigenschaften, Verwendung, Darstellung; wichtige Verbindungen: Salze (Chlorid, Sulfat, Hydrid, Fluorid, Carbonat), Hydroxid/Oxid (Bedeutung, Verwendung, Reaktionen), Wasserhärte und Enthärten; Baustoffe (Kalk, Gips, Mörtel, Zement, Beton)</li>   <li>- Natrium Eigenschaften, Darstellungen (Schmelzflusselektrolyse, Solvay- Verfahren), Verwendung, Reaktionen, wichtige Verbindungen (am Beispiel): Salze, Hydroxid/Oxid, Alkoholate, Hydrid, Peroxid (Eigenschaften, Darstellung, Verwendung, Reaktionen)</li>   <li>- Kalium Darstellung, Verwendung; wichtige Verbindungen(am Beispiel) : Salze, Hydroxid/Oxid, Peroxid und Hyperoxid (Eigenschaften, Darstellung, Verwendung, Reaktionen)</li> </ul>	
<p>18. Thema: Metalle der Nebengruppen und Eigenschaften von Komplexverbindungen</p>	<p>Stunden: 14</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- klassifizieren die Metalle der Nebengruppen mittels Oxidationszahlen, edlem und unedlem Charakter und dem Redoxverhalten der Metalle.</li> <li>- beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede, sowie Darstellungsverfahren von ausgewählten industriell wichtigen Metallen wie Eisen, Cu, Co.</li> <li>- unterscheiden Komplexe aufgrund Ihrer Zentralionen und Liganden.</li> </ul>	<p>Fach: AC</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- begründen die Farbigkeit mittels Ligandenfeldstärke unter Anwendung der Kristallfeldtheorie.</li> </ul>	
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nebengruppenmetalle Elektronenkonfigurationen, Ox-Zahlen, Saure/basische Eigenschaften, Edler/unedler Charakter, Gemeinsamkeiten/Unterschiede; wichtige Metalle (Vorkommen, Verwendung, Reaktionen): Fe (Herstellung im Hochofen, Stahl); Cu; Co; Mn (Redoxverhalten, Redoxreaktionen)</li> <li>- Komplexe (Vertiefung am Beispiel Fe, Co), Ligandenstärke, Kästchenschema (Inner/Outer-Orbital, High/Low-Spin), Farbigkeit, Kristallfeldtheorie</li> </ul>	
<p>19. Thema: Konzentrationsmaße, Volumetrie und Gravimetrie</p>	<p>Stunden: 51</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- benennen und beschreiben grundlegende Größen der Stöchiometrie mit Einheiten und ihre chemische Bedeutung.</li> <li>- berechnen Massen, Stoffmengen und Konzentrationen in der Volumetrie und Gravimetrie.</li> </ul>	<p>Fach: TM</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konzentrationsmaße</li> <li>- Stoffmengenkonzentration (Molarität und Molalität),</li> <li>- Massenanteil, Stoffmengenanteil</li> <li>- Verdünnen und Konzentrieren</li> <li>- Säure/Base-Titration, Fällungstitration, Komplextitration, Redox Titration (Manganometrie, Iodometrie)</li> <li>- Titer und seine Bestimmungsmöglichkeiten</li> <li>- Massenbestimmung. Massenanteil</li> </ul>	
<p>20. Thema: Stoffe und Stofftrennverfahren</p>	<p>Stunden: 7</p>
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ordnen Stoffe in Reinstoffe und Gemische.</li> <li>- differenzieren unterschiedliche Stofftrennverfahren nach den Stoffeigenschaften und beschreiben gängige Trennverfahren.</li> <li>- erläutern die gängigen Verfahren der Chromatographie.</li> </ul>	<p>Fach: Chemie</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einteilung der Stoffe, Stoffeigenschaften</li> <li>- Verfahren zur Stofftrennung im Überblick</li> </ul>	

- Verfahren der Chromatographie (DC;SC;IAC;GC)	
21. Thema: Stöchiometrie	Stunden: 10
Kompetenzen: Die Auszubildenden ... <ul style="list-style-type: none"> <li>- rechnen unter Verwendung der korrekten Einheiten.</li> <li>- erläutern chemische Sachverhalte unter Verwendung von Modellen.</li> <li>- formulieren chemische Formeln und Gleichungen.</li> <li>- erläutern die Bedeutung der Gleichungen und rechnen damit Ausbeuten chemischer Reaktionen aus.</li> </ul>	Fach: Chemie
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Größen für die Herstellung von Lösungen (m, n, M, <math>\beta</math>, w...)</li> <li>- Modelle in der Chemie; Modell und Wirklichkeit</li> <li>- Chemische Grundgesetze und Erklärung mit dem Atommodell von Dalton</li> <li>- Aufstellen von Formeln und chemischen Gleichungen</li> <li>- Aussagen einer Reaktionsgleichung, Ausbeuteberechnungen</li> </ul>	
22. Thema: Atombau und Elementarteilchen	Stunden: 19
Kompetenzen: Die Auszubildenden ... <ul style="list-style-type: none"> <li>- stellen die Atommodelle inhaltlich und hinsichtlich ihrer Grenzen gegenüber.</li> <li>- verwenden unterschiedliche Modelle zur Formulierung der Elektronenkonfiguration.</li> <li>- erkennen und stellen Ordnungsprinzipien im Periodensystem auf.</li> </ul>	
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kern-Hülle-Modell von RUTHERford</li> <li>- Atommodell von BOHR</li> <li>- Feinstruktur der Atomhülle;</li> <li>- Aufspaltung der Energieniveaus;</li> <li>- Quantenzahlen</li> <li>- Welle- Teilchen- Dualismus,</li> <li>- Orbitale und Orbitalmodell,</li> <li>- Kästchenschreibweise nach PAULING</li> <li>- Übungen, Systematisierung</li> <li>- PSE, Ordnungsprinzipien im PSE</li> </ul>	

23. Thema: Chemische Bindung	Stunden: 23
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den unterschiedlichen verschiedenen Bindungstypen unter Einbeziehung der Stellung von Elementen im PS und EN-Werten.</li> <li>- begründen Strukturen mittels EPA-Modell.</li> </ul>	
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atombindung: Elektronenpaarbindung, Einfach- und Mehrfachbindungen</li> <li>- Lewis-Strukturformeln</li> <li>- EPA-Modell und Bindungswinkel</li> <li>- EN; polare Atombindung, Dipol</li> <li>- Zwischenmolekulare Kräfte</li> <li>- Ionenbindung</li> <li>- Aufbau von Ionenkristallen,</li> <li>- Lösungsvorgang von Ionenkristallen</li> <li>- Salze: Zusammensetzung und Möglichkeiten zur Darstellung von Salzlösungen</li> <li>- Metallbindung</li> <li>- Komplexbindung</li> </ul>	
24. Thema: Anorganische Stoffe und ihre Reaktionen	Stunden: 18
<p>Kompetenzen: Die Auszubildenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären die Zusammensetzung und formulieren Reaktionsgleichungen zur Darstellung von Säuren und Basen.</li> <li>- begründen die Stärke von Säuren und Laugen mit dem Dissoziationsgrad.</li> <li>- bestimmen die Oxidationszahlen und formulieren Redoxgleichungen in der Form der Teilgleichungen und ihrer Summe.</li> <li>- berechnen pH-Werte von Säuren und Basen.</li> </ul>	

<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammensetzung und Darstellung von Säuren</li> <li>- Definition von Säuren und Laugen nach ARRHENIUS und BRÖNSTED</li> <li>- Zusammensetzung und Darstellung von Laugen</li> <li>- Dissoziationsgrad von Säuren; starke und schwache Säuren und Basen</li> <li>- pH-Wertberechnungen, Neutralisationsreaktionen</li> <li>- Elektronenaufnahme und – abgabe; Oxidationszahlen;</li> <li>- Redoxreaktionen</li> </ul>	
---	--

	Semester	Prüfungsleistungen und Prüfungsformen	Arbeitsbelastung			ECTS-Punkte
			Kontaktzeit	Selbststudium	Gesamtstunden	
Gesamt		Klausuren und Tests	230	130	360	12
Anorg. Chemie	3.-6.		102	58	160	
Allg. Chemie	1./2.		77	38	115	
Techn. Math.	3.-4.		51	34	85	
Notenschlüssel:	44 % Anorganische. Chemie (AC), 33 % Allgemeine Chemie (CH), 23 % Technische Mathematik (TM)					
Literatur:	Bücher zur (allgemeinen) anorganischen Chemie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hollemann Wiberg ISBN 978-3110518542</li> <li>- Latscha/Klein/, Chemie der Elemente, Springer Verlag ISBN 978-3642169144</li> <li>- Wiskamp, V. Europaverlag, ISBN 978-3-8085-5851-5</li> <li>- Riedel/Janiak, De Gruyter Verlag, ISBN 978-3-8085-5851-5</li> </ul>					

Studentenafel der Berufsfachschule für technische Assistent*innen															
	Halbjahre:	1.	2.	3.	4.	5.	6.		1.	2.	3.	4.		1.	2.
	Bildungsgänge:	CTA, 3-jährig							CTA, 2-jährig					DQC	
DE	Deutsch	2	2	2	2	4	4								
EG	Englisch	3	3	3	3	3	3		2	2	2	2		2	2
SK	Wirtschafts- und Sozialkunde	3	3	3	3				2	2	2	2		2	2
SP	Sport	2	2	1	1	1	1				1	1			
MA	Mathematik	3	3	2	2	2	2								
CH	Chemie	3	3												
PH	Physik	3	3			2	2		2	2	2	2			
BI	Biologie	3	3												
PCH	Chemisches Praktikum	5	5												
PPH	Physikalisches Praktikum	4	4	5					5	5					
PBI	Biologisches Praktikum	5	5												
PC	Physikalische Chemie			2	2	2	2		2	2	2	2		2	2
AC	Allgemeine und Anorganische Chemie			2	2	2	2		2	2	2	2		2	2
AN	Analytische Chemie			2	2	2	2		2	2	2	2		2	2
OC	Organische Chemie			2	2	2	2		2	2	2	2		2	2
TM	Technische Mathematik			2	2	2	2		2	2	2	2		4	4
PPC	Physikalisch-Chemisches Praktikum				5		5			5	5	5		5	5
PAN	Analytisches Praktikum			5	5	9	5		5	5	9	5		9	5
PPR	Präparatives Praktikum			5	5	5			5	5	5	5		5	5
PRO	Projektarbeit						4					4			4
PGR	Grundpraktikum								5						
	<b>Summen:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		<b>35</b>	<b>35</b>