



Lehrplansynopse

Elemente Chemie Oberstufe (ISBN: 978-3-12-756930-8)

Lehrplan Chemie Rheinland-Pfalz Schule:
 Grund- und Leistungsfach
 in der gymnasialen Oberstufe
 (gültig seit Abitur SJ 2024/25)

Lehrer/in:

Das Unterrichtswerk „Elemente Chemie Oberstufe“ kann in der MSS sowohl im Grundfach als auch im Leistungsfach eingesetzt werden. Die Passung zum seit dem Schuljahr 2022/23 aufwachsend verbindlichen Lehrplan ist für beide Niveaustufen gegeben. Im Hinblick auf die Angebote des Buchs zu den Wahlbausteinen sei bereits an dieser Stelle auf die Aussage des Lehrplans zu einer möglichen exemplarischen Behandlung hingewiesen. Die Inhalte der Wahlbausteine „müssen nicht vollumfänglich, jedoch in hinreichender Breite und Tiefe behandelt werden, um den Schülerinnen und Schülern das Wesentliche des Bausteinthemas kompetenzorientiert zu vermitteln.“

Auch die vorgegebene Kompetenzorientierung des Chemieunterrichts lässt sich beim Einsatz des Buches gewährleisten. Um die Bedeutung von Basiskonzepten der Chemie für die Lernenden transparent zu machen, stehen Übersichtsseiten mit Übungsaufgaben im Buch selbst zur Verfügung. Diese Seiten sind ideal zur Systematisierung und Generalisierung erworbenen Wissens und können den Schülerinnen und Schülern auch für die Prüfungsvorbereitung dienlich sein.

Auch am Ende jedes Kapitels findet sich eine Zusammenfassung der wichtigsten Inhalte nebst Übungsaufgaben. Gesondert gekennzeichnet sind dort materialgebundene „Abitur-Aufgaben“, an denen die Schüler überprüfen können, ob sie den Lehrstoff auch anwenden können.

Neu ist ein Vorkapitel mit Grundlagen, um wesentliche Inhalte der Mittelstufe bei Bedarf kompakt wiederholen bzw. auch neu einführen zu können (u.a. Teilchen, Bindung, Wechselwirkungen, chemisches Rechnen).

Neben dem rheinland-pfälzischen Lehrplan fanden, insbesondere im Hinblick auf die verwendete Fachterminologie, auch die Eckpunkte für die curricularen Vorgaben der gymnasialen Oberstufe in den Fächern Biologie, Chemie, Physik gemäß des KMK-Beschlusses vom 18.06.2020 Berücksichtigung.

Die folgende Übersicht zeigt, wo die verschiedenen Lehrplaninhalte im Buch zu finden sind. Insbesondere wird auch deutlich, welche Buchseiten im Grundfach ausgelassen werden können oder sogar insgesamt als optional anzusehen sind, weil sie über den Lehrplan hinausgehen.

Die in der Übersicht nicht erwähnten Seiten (u.a. Exkurs-Seiten) können genutzt werden, um den im Lehrplan beschriebenen pädagogischen Freiraum der Lehrkraft von knapp einem Viertel der Unterrichtszeit mit Leben zu füllen. So können zusätzliche Themen oder optionale Vertiefungen innerhalb einzelner Themen in Angriff genommen werden.

Als größere Zusatzthemen sind möglich:

- Weitere Aspekte zu Alkoholen in Kap. 6 (ggf. eher im Grundfach)
- Weitere umweltchemische Aspekte in Kap. 15 (ggf. eher im Leistungsfach)
- Zusätzliche spektroskopische Methoden in Kap. 16 (ggf. eher im Leistungsfach)

Integrationsphase: 20 Stunden insgesamt

Fachinhalte	Kapitel im Buch
Integrationsphase	
Zeitansatz: 25h (GK) bzw. 30h (LK)	
Aufbau der Materie	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Atommodell <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ionisierungsenergien ▪ Energiestufenmodell ○ Aufbau des PSE: Elektronenkonfiguration und Atommasse 	<p>Grundlagen Atombau und Periodensystem</p> <p>Grundlagen Atombau und Periodensystem</p>
chemische Bindungen	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Ionenbindung (Bildung eines Ionengitters), Salze, Ionengruppe, Verhältnisformel ○ Elektronenpaarbindung, Einfach- und Mehrfachbindungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Darstellung von Molekülen und Molekül-Ionen: Summen-, Lewis-, Skelett-, Halbstruktur-Formel, Formalladungen ▪ Elektronegativität, polare Atombindung, Partialladung, Molekülgeometrie, Dipol ▪ Stellungsisomerie (weitere Isomerieformen) → <i>Aliphaten I und II (8.1 und 8.2)</i>, IUPAC-Nomenklatur ○ Metallbindung (Bildung eines Metallgitters), Elektronengasmodell 	<p>Grundlagen Salze und Ionenbindung</p> <p>Grundlagen Moleküle und Elektronenpaarbindung Ergänzend:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Begriff Summenformel:</i> 5.5 Die Alkane - eine homologe Reihe - <i>Begriffe Skelettformel, Halbstrukturformel:</i> 5.6 Die Alkane - Nomenklatur - <i>Begriff Lewis-Formel:</i> 8.5 Das Benzol-Molekül im Orbitalmodell - Grundlagen Formalladungen - <i>Überblick Isomerieformen:</i> Anhang Isomeriearten - eine Übersicht <p>Grundlagen Metalle und Metallbindung</p>
Struktur und Eigenschaften	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Wechselwirkungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dipol-Dipol-Wechselwirkungen (temporäre Dipole, permanente Dipole) ▪ Wasserstoffbrücken ▪ Ion-Dipol-Wechselwirkungen ○ Folgen von Wechselwirkungen, wie z. B. Schmelz- und Siedetemperaturen, Löslichkeit (z. B. Vergleich Alkane mit Alkanolen) 	<p>Grundlagen Wechselwirkungen zwischen Atomen, Molekülen und Ionen</p> <p>Grundlagen Wechselwirkungen zwischen Atomen, Molekülen und Ionen 6.9 Alkanole - Eigenschaften und Verwendung <i>an weiteren Stellen im Buch angebunden an weitere Stoffklassen</i></p>

Stöchiometrie	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Reaktionsgleichungen auf Stoff-, Teilchen- und Formelebene ○ chemisches Rechnen (Grundlagen, die kontinuierlich bei anderen Bausteinen angewandt und vertieft werden) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stoffmenge ▪ molare Größen: molare Masse, molares Volumen ▪ Gehaltsangaben: Massenkonzentration, Stoffmengenkonzentration 	<p>Anhang Formeln, Reaktionsgleichungen, funktionelle Gruppen Teilchenebene: Grundlagen Die Energiebilanz der Salzbildung</p> <p>Grundlagen Die Stoffmenge und die molare Masse Grundlagen Die Stoffmengenkonzentration Grundlagen Größen und Größengleichungen</p>

1 Analytik	
1.1 Chromatografie	LK: P, 4h
<u>Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Grundlagen: stationäre Phase, mobile Phase (Laufmittel, Fließmittel), Chromatogramm, Verteilungs- bzw. Adsorptionschromatografie, Retentionszeit, Retentionsfaktor ○ zwei ausgewählte Verfahren, z. B. Papier-, Dünnschicht-, Säulen- oder Gaschromatografie 	16.5 Gaschromatografie 16.5 Gaschromatografie 16.6 Dünnschichtchromatografie
1.2 Maßanalyse	GK: P, 4h P LK: P, 10h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Grundlagen: Maßlösung (Titerlösung), Bürette, Probelösung (Vorlage), Äquivalenzpunkt ○ Säure-Base-Titration einprotoniger Säuren bzw. Basen ○ Neutralisation, Neutralpunkt, indikatorgestützte ÄP-Identifikation <u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Säure-Base-Titration mehrprotoniger Säuren bzw. Basen ○ Titrationskurven (Berechnungen von charakteristischen Punkten und Bereichen), potentiometrische ÄP-Identifikation (pH-Elektrode) ○ Redoxtitration ein ausgewähltes Verfahren (z. B. Manganometrie, Iodometrie) 	Grundlagen Die Stoffmengenkonzentration 3.12 pH-metrische Titration 16.4 Praktikum Titration - Maßanalyse 3.12 pH-metrische Titration 3.12 pH-metrische Titration 3.14 Titration und Indikatoren 3.12 pH-metrische Titration 3.12 pH-metrische Titration 3.13 Halbtitration 3.17 Fachmethode Konzentrationsberechnungen 16.3 Impulse Konzentrationsermittlung durch Säure-Base-Titration <i>die potentiometrische ÄP-Identifikation (pH-Elektrode) wird im Buch nicht behandelt</i> 4.4 Redox titrationen 4.5 Praktikum Iodometrie und Permanganometrie

1.3 Massenspektrometrie		LK: W, 2h
<u>Leistungsfach:</u>		
○ Massenspektrometer (Aufbau und Funktion): Ionisierung, Fragmentierung, Ladung, Masse, Isotope, Ablenkung	16.7 Massenspektrometrie	
○ Massenspektrum (Auswertung)	16.7 Massenspektrometrie	
1.4 Nasschemische Analyse		GK und LK: P, 3h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u>		
○ Prinzipien von Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Flammenfärbung, Gasentwicklung) <ul style="list-style-type: none"> ▪ qualitative Analyse ausgewählter Ionen (Chlorid-, Bromid-, Carbonat-, Ammonium-Ion ...) ▪ Analyse von funktionellen Gruppen → „Stoffklassen“-Bausteine 	16.2 Qualitative Analysemethoden - ein Überblick 15.22 Praktikum Analyse eines Mineraldüngers	
1.5 Spektroskopie		GK: W, 4h LK: W, 7h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u>		
○ Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ elektromagnetische Strahlung (Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Energie, elektromagnetisches Spektrum) ▪ Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie (Elektronenanregung) ▪ Absorption, Emission, Transmission, Reflexion, Spektren 	16.8 Kolorimetrie und Fotometrie	
○ Fotometrie (UV/VIS-Spektroskopie): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fotometer (Aufbau und Funktion), Elektronenanregungen, Extinktion (E) als Absorptionsmaß ▪ einfache Spektrenauswertung (z. B. zur Bestimmung von λ_{\max}) ▪ einfache Konzentrationsbestimmung (z. B. durch graphische Auswertung einer Kalibriergeraden) 	16.8 Kolorimetrie und Fotometrie	
<u>Additum Leistungsfach:</u>		
○ Fotometrie (UV/VIS-Spektroskopie): LAMBERT-BEER'sches Gesetz	16.8 Kolorimetrie und Fotometrie	

2 Arzneimittel

2.1 Grundlagen

GK und LK: W, 5h

Grund- und Leistungsfach:

- Definition und Abgrenzung: Arzneimittel, Wirkstoff, Droge, Medikament, Hilfsmittel, Biopharmazeutika, Homöopathika
- Klassifikationssysteme (z. B. Analgetika, Antipyretika ...)
- Entwicklungsgeschichte der Arzneimittelkunde hin zur modernen (molekularen) Pharmakologie
- Patente, Generik
- personalisierte Medizin
- Medikamenten-Missbrauch und -Abhängigkeit
- Galenik (Definition, ausgewählte Beispiele, Freisetzungverhalten (z. B. Retard-Arzneimittel))

Die Themen dieses Wahlbausteins werden im Buch nur teilweise behandelt.

8.10 ASS - ein Jahrhundertarzneimittel

8.11 **Praktikum** Acetylsalicylsäure

2.2 Pharmakokinetik

GK und LK: W, 2h

Grund- und Leistungsfach:

- Aufnahme
- Wirkung
- Abbau
- Wechselwirkung, z. B. mit anderen Medikamenten bzw. Stoffen, mit Licht (Fotosensibilität) ...

Die Themen dieses Wahlbausteins werden im Buch nur teilweise behandelt.

8.12 **Exkurs** Wirkungsweise von Schmerzmitteln

2.3 Arzneimittelforschung

GK und LK: W, 5h

Grund- und Leistungsfach:

- Evaluation
- Grundlagen (Krankheitserforschung, Targetsuche, Screening (Hit-Suche), Leitstruktur ...)
- Klinische Phase
- Präklinische Phase
- Qualitätskontrolle: gute Herstellungspraxis, Arzneimittelgesetz, Analytik (z. B. → *Chromatographie (1.1), Maßanalyse (1.2)* ...)
- Synthese

Die Themen dieses Wahlbausteins werden im Buch nicht behandelt.

3 Carbonylverbindungen

3.1 Grundlagen

GK und LK: P, 4h

Grund- und Leistungsfach:

- Synthese von Alkanalen bzw. Alkanonen durch Oxidation primärer bzw. sekundärer Alkanole
- funktionelle Gruppen (Aldehyd-Gruppe, Keto-Gruppe), homologe Reihen, Nomenklatur
- exemplarische Auswahl, z. B. Vorkommen, Verwendung, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen
- Nachweis der Aldehyd-Gruppe, z. B. FEHLING-Probe, BENEDICT-Reagenz, TOLLENS-Probe

6.16 Oxidation von Alkoholen

6.18 Aldehyde und Ketone

6.18 Aldehyde und Ketone

6.17 **Praktikum** Nachweis von Aldehyden

3.2 Carbonsäuren und Carbonsäurederivate

GK und LK: P, 3h

Grund- und Leistungsfach:

Carbonsäuren

- Synthese von Alkansäuren durch Oxidation von primären Alkanolen und Alkanalen
- funktionelle Gruppe (Carboxy-Gruppe), homologe Reihe, Nomenklatur
- Exemplarische Auswahl: z. B. Vorkommen, Verwendung, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen

6.24 **Impulse** Essigsäure - genauer betrachtet

6.25 Carbonsäuren

6.25 Carbonsäuren

Carbonsäurederivate

- Carbonsäureester
→ *Esterbildung und Esterspaltung (3.3)*
- Carbonsäuresalze
→ *Protonenübertragungsreaktionen (15), Tenside (16)*

6.30 Veresterung und Esterspaltung

Im Buch auf mehrere Unterkapitel verteilt (v.a. Acetate)

3.3 Esterbildung und Esterspaltung		GK: P, 4h	LK: P, 8h
<p><u>Grund- und Leistungsfach:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Esterbildung (Kondensation): Ester-Synthese am Beispiel der Carbonsäurealkylester, Vorkommen, Verwendung, Nomenklatur <p><u>Additum Leistungsfach:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Reaktionsmechanismus der nukleophilen Substitution (Additions-Eliminierungs- Mechanismus) ○ Reaktionsmechanismus der sauren und alkalischen Hydrolyse z. B. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Biodieselherstellung (Umesterung) → <i>Lipide (10.2)</i> ▪ Seifenherstellung (Verseifung) → <i>Lipide (10.2), Tenside (16)</i> ▪ biologisch abbaubare Polyester → <i>ökologisch-ökonomische Betrachtungen bei Kunststoffen (13.4)</i> 	<p>6.30 Veresterung und Esterspaltung</p> <p>7.10 Die Veresterung - eine Additions-Eliminierungsreaktion</p> <p>7.10 Die Veresterung - eine Additions-Eliminierungsreaktion</p> <p>7.11 Esterbildung und Esterspaltung - Steuerung der Reaktion</p> <p>10.2 Fette als Nahrungsmittel und Treibstoffe</p> <p>11.2 Verseifung von Fetten</p>		

4 Elektronenübertragungsreaktionen (Redox- und Elektrochemie)			
4.1 Donator-Akzeptor-Prinzip Redoxreaktionen		GK: P, 5h	LK: P, 6h
<p><u>Grund- und Leistungsfach:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Oxidationszahlen ○ (korrespondierende) Redoxpaare ○ anorganische Redoxreaktionen einrichten im sauren und alkalischen Milieu (organische Redoxreaktionen → <i>Carbonylverbindungen (3)</i>) <p><u>Additum Leistungsfach:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Syn- und Disproportionierung ○ Redoxtitration → <i>Maßanalyse (1.2)</i> 	<p>4.2 Oxidationszahlen und Redoxgleichungen</p> <p>6.15 Fachmethode Oxidationszahlen in organischen Verbindungen (<i>Kontext Organik</i>)</p> <p>4.1 Oxidation und Reduktion</p> <p>4.3 Fachmethode Aufstellen einer Redoxgleichung (<i>Kontext Anorganik</i>)</p> <p>6.27 Fachmethode Aufstellen einer Redoxgleichung mit organischen Molekülen (<i>Kontext Organik</i>)</p> <p>4.2 Oxidationszahlen und Redoxgleichungen</p> <p>4.4 Redoxtitrationen</p>		

4.2 Galvanische Zellen		GK: P, 6h LK: P, 10h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ elektrochemisches Gleichgewicht (Lösungstension, Elektronendruck, elektrisches Potential, elektrochemische Doppelschicht) ○ galvanische Zellen: Anode (Oxidation), Kathode (Reduktion), Polung, Zellspannung ○ Standardwasserstoffhalbzelle (Standardelektrodenpotential, elektrochemische Spannungsreihe) <u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Konzentrationszelle ○ NERNST'sche-Gleichung inkl. pH-Abhängigkeit bei Standardtemperatur 	4.7 Galvanische Zellen 4.7 Galvanische Zellen 4.8 Die elektrochemische Spannungsreihe 4.9 Ionenkonzentration und Spannung 4.11 Die Nernst-Gleichung	
4.3 Elektrolysezellen		GK: P, 4h LK: P, 8h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Elektrolysezellen: Anode (Oxidation), Kathode (Reduktion), Polung ○ elektrolytische Rohstoffgewinnung an einem Beispiel ○ ökologische Aspekte der Rohstoffgewinnung, z. B. Wasserstoff, Aluminium, Chlor ... <u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ FARADAYSche Gesetze ○ Zersetzungsspannung, Abscheidungspotential, Überspannung ○ ein weiteres technisches Verfahren zur elektrolytischen Rohstoffgewinnung 	4.15 Elektrolysen in wässrigen Lösungen 4.16 Die Alkalichlorid-Elektrolyse <i>oder</i> 4.17 Gewinnung von Zink <i>oder</i> 4.17 Gewinnung von Aluminium 4.19 Quantitative Betrachtung der Elektrolyse 4.15 Elektrolysen in wässrigen Lösungen s.o.	
4.4 chemische Energiespeicherung		GK: P, 6h LK: P, 9h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ elektrochemische Strom- und Spannungsquellen: Primärelemente, Sekundärelemente, Brennstoffzellen (jeweils ein Beispiel) ○ ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Relevanz <u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ aktuelle Entwicklung der chemischen Energiespeicherung ○ weitere Beispiele von elektrochemischen Strom- und Spannungsquellen 	4.21 Batterien 4.23 Akkumulatoren 4.25 Brennstoffzellen und heterogene Katalyse 4.26 Energiespeicherung 4.21 Batterien 4.23 Akkumulatoren 4.25 Brennstoffzellen und heterogene Katalyse	

4.5 Korrosion		GK und LK: P, 5h
Grund- und Leistungsfach:		
○ Korrosionsvorgänge (Säure- und Sauerstoffkorrosion)	4.28 Korrosion und Korrosionsschutz	
○ Korrosionsschutz (aktiv, passiv)	4.28 Korrosion und Korrosionsschutz	
○ ökologische und ökonomische Folgen	4.28 Korrosion und Korrosionsschutz	
4.6 Solarzellen und Leuchtmittel		GK und LK: W, 5h
Grund- und Leistungsfach:		
○ Grundlagen: Leiter, Halbleiter (wahlweise inkl. Dotierung), Isolator	<i>Die Themen dieses Wahlbausteins werden im Buch nur teilweise behandelt.</i>	
○ Schwerpunktsetzung (Solarzellen oder Leuchtmittel)		
Schwerpunkt 1: Solarzellen, Energietransfer: Licht → Elektrizität	12.9 Exkurs Die Farbstoff-Solarzelle	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ fotovoltaischer Effekt, Halbleiterfotoeffekt ▪ Fotospannung, Fotostrom 		
mögliche Beispiele für Solarzellen:	OLED in Ansätzen in: 9.6 Kunststoffe im Alltag	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ fotogalvanische Zelle (mit einem Netto-Stoffumsatz) ▪ fotoelektrochemische Zellen (ohne einen Netto-Stoffumsatz), ▪ Fotosensibilisierung mit (pflanzlichen) Farbstoffen (vgl. Grätzel-Zelle) ▪ anorganische Solarzelle (z. B. Silicium, III-V-Halbleiter, II-VI-Halbleiter ...) ▪ organische Solarzelle (z. B. PEDOT:PSS, P3HT:PCBM ...) ▪ Perowskit-Solarzelle ▪ Tandem-Solarzellen ▪ ... 		
Schwerpunkt 2: Leuchtmittel, Energietransfer: Elektrizität → Licht		
mögliche Beispiele für Leuchtmittel:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elektrolumineszenz-Devices (EL-Devices), z. B. anorganische Leuchtdiode (LED), organische Leuchtdiode (OLED), Elektrolumineszenz-Folie (EL-Folie) ... ▪ Elektrochemolumineszenz-Devices (ECL-Devices) 		
○ bei beiden Schwerpunkten möglich - Betrachtung ausgewählter Merkmale:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wirkungsgrad und Flächenbedarf ▪ Materialeigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten ▪ Herstellungskosten und Amortisierung ▪ Langzeitstabilität und ökologischer Fußabdruck ▪ ... 		

5 Energetik

5.1 Energie

GK und LK: P, 2h

Grund- und Leistungsfach:

- Energieträger, Energietransfer
- thermodynamische Systeme (offen, geschlossen, isoliert)
- 1. Hauptsatz der Thermodynamik (Energieerhaltungssatz)

1.1 Systeme u. Größen der chemischen Energetik

1.1 Systeme u. Größen der chemischen Energetik

1.1 Systeme u. Größen der chemischen Energetik

5.2 Enthalpie und Entropie

GK: P, 8h LK: P, 15h

Grund- und Leistungsfach:

- Reaktionsenthalpie $\Delta_r H$
 - exotherme und endotherme Reaktionen
 - Enthalpiediagramme
 - Bestimmung mittels Kalorimetrie
- Bindungsenthalpie, Abschätzung von molaren Standardreaktionsenthalpien ($\Delta_r H_m^0$) aus molaren Standardbindungsenthalpien ($\Delta_b H_m^0$)
- Bildungsenthalpie, Berechnung von molaren Standardreaktionsenthalpien ($\Delta_r H_m^0$) aus molaren Standardbildungsenthalpien ($\Delta_f H_m^0$)
- Satz von HESS, Enthalpiezyklus

1.1 Systeme u. Größen der chemischen Energetik,
1.2 Innere Energie und Enthalpie,
1.3 **Praktikum** Kalorimetrie

1.7 Bildungsenthalpien und Reaktionsenthalpien

1.7 Bildungsenthalpien und Reaktionsenthalpien

1.7 Bildungsenthalpien und Reaktionsenthalpien

Additum Leistungsfach:

- 2. Hauptsatz der Thermodynamik (Entropiesatz), $\Delta S_{\text{ges}} \geq 0$,
 $\Delta S_{\text{ges}} = \Delta S_{\text{Sys}} + \Delta S_{\text{Umg}}$,
 $\Delta H = -T \cdot \Delta S_{\text{Umg}}$
- Triebkräfte chemischer Reaktionen hinsichtlich Entropie und Enthalpie
- Berechnung von molaren Standardreaktionsentropien ($\Delta_r S_m^0$) aus molaren Standardentropien (S_m^0)
- Freie Reaktionsenthalpie $\Delta_r G$, exergonische und endergonische Reaktionen
- GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung ($\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S_{\text{Sys}} = -T \cdot \Delta S_{\text{ges}}$), Voraussage der Richtung chemischer Reaktionen
- Berechnung von molaren freien Standardreaktionsenthalpien ($\Delta_r G_m^0$) aus molaren freien Standardbildungsenthalpien ($\Delta_f G_m^0$)

1.9 Die Richtung spontaner Vorgänge
1.12 Die freie Enthalpie

1.9 Die Richtung spontaner Vorgänge

1.10 Reaktionsentropien

1.12 Die freie Enthalpie

1.12 Die freie Enthalpie

1.12 Die freie Enthalpie

6 Farbmittel

6.1 Grundlagen von Farbigkeit

GK: W, 3h LK: WP, 5h

Grund- und Leistungsfach:

- elektromagnetische Strahlung, Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie ... → *Spektroskopie (1.5)*
- additive und subtraktive Farbmischung, Komplementärfarben
- Chromophor

12.1 Licht und Farbe

12.1 Licht und Farbe

12.2 Struktur und Farbe

Additum Leistungsfach:

- auxochrome und antiauxochrome Gruppen

12.2 Struktur und Farbe

6.2 organische Farbmittelklassen

GK: W, 4h LK: WP, 8h

Grund- und Leistungsfach:

- Vorstellung ausgewählter Klassen und Einteilungsmöglichkeiten, z. B. nach
 - Molekülstruktur (Polyene, Azo-, Carbonylfarbstoffe ...)
 - Löslichkeit (Pigment bzw. Farbstoff)
 - Herkunft natürlich (tierisch, pflanzlich) und synthetisch
 - Färbemethode (Direktfarbstoffe, Küpenfarbstoffe ...)
 - Verwendung (Lebensmittelfarben, Indikatorfarbstoffe ...)

12.4 Farbstoffklassen
12.7 Färbeverfahren
12.5 Lebensmittelfarbstoffe

Additum Leistungsfach:

- Azofarbstoffe und Mechanismus der Synthese
- mindestens zwei weitere Farbstoffklassen (mechanistische Betrachtungen nicht notwendig), z. B. Triphenylmethanfarbstoffe, Anthocyane ...

12.4 Farbstoffklassen

12.4 Farbstoffklassen

6.3 Einsatz organischer Farbmittel

GK: W, 4h LK: WP, 4h

Grund- und Leistungsfach:

- zum Färben von Textilien
 - mindestens ein Färbeverfahren
 - Haftung auf der Faser
 - Eignung des Farbstoffes
- mindestens eine weitere Verwendung z. B.
 - zum Schreiben (z. B. Tinte und Tintenkiller)
 - zum Färben von Haaren
 - zum Färben von Lebensmitteln
 - pH-Indikatoren
- Berücksichtigung von ökologischen und gesundheitlichen Aspekten

12.7 Färbeverfahren

12.4 Farbstoffklassen
12.5 Lebensmittelfarbstoffe

12.4 Farbstoffklassen
12.5 Lebensmittelfarbstoffe

6.4 Geschichte organischer Farbmittel		GK und LK: W, 3h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ vorindustrielle Nutzung ○ Bedeutung des Kohlenteers, Anilin ○ Geschichte der deutschen Chemiefabriken ○ Rolle der IG-Farben im ersten und zweiten Weltkrieg ○ Farbstoffe als Wirtschaftsfaktor ○ Meilensteine in der synthetischen Farbstoffentwicklung (Mauvein, Alizarin ...) ○ Entwicklung eines Farbstoffes am Beispiel von Indigo (historische Produktion - moderne Herstellung ...) ○ Patentwesen ○ ... 	<i>Die Themen dieses Wahlbausteins werden im Buch nicht behandelt.</i>	
6.5 Pigmente		GK und LK: W, 3h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ natürliche Pigmente (z. B. Erdfarben, Ultramarin ...), synthetische Pigmente (z. B. französisches Ultramarin, Berliner Blau → <i>Komplexchemie I (9.1) ...</i>) ○ Weißpigmente ○ Malfarben ○ Lackfarben ○ ... 	<i>Die Themen dieses Wahlbausteins werden im Buch nur teilweise behandelt.</i> <i>Berliner Blau in:</i> 14.5 Komplexverbindungen in Labor und Technik	

7 Gleichgewicht und Kinetik

7.1 chemisches Gleichgewicht		GK und LK: P, 5h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Gleichgewichtsreaktion (Hin- und Rückreaktion, Gleichgewichtseinstellung und Gleichgewichtszustand, dynamisches Gleichgewicht) ○ Gleichgewichtsstörung (qualitative Betrachtung), Prinzip von LE CHATELIER (Temperatur, Konzentration, Druck) 	2.10 Chemische Reaktion und Gleichgewichtseinstellung 2.13 Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts	

7.2 Reaktionsgeschwindigkeit		GK: P, 7h LK: P, 11h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Definition als zeitliche Änderung der Konzentration ○ Einflussfaktoren <ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatur (RGT-Regel) ▪ Konzentration ▪ Druck ▪ Zerteilungsgrad ▪ Katalysator (homogene und heterogene Katalyse) ○ vereinfachte Betrachtung der Kollisions- bzw. Stoßtheorie, Geschwindigkeitsgesetz ○ Kinetische Deutung der Gleichgewichtseinstellung ($v_{\text{hin}} \neq v_{\text{rück}}$, $v_{\text{ges}} \neq 0$) und des Gleichgewichtszustandes ($v_{\text{hin}} = v_{\text{rück}}$, $v_{\text{ges}} = 0$) <u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Interpretation von Konzentrations-Zeit-Diagrammen ○ Mindestenergie, Energieverteilungskurven nach BOLTZMANN 	2.1 Die Geschwindigkeit von Reaktionen 2.3 Reaktionsgeschwindigkeit und Konzentration <i>(beinhaltet ebenfalls die Druckabhängigkeit)</i> 2.4 Reaktionsgeschwindigkeit und Zerteilungsgrad 2.6 Reaktionsgeschwindigkeit und Temperatur 2.7 Katalyse 2.8 Praktikum Einfluss der Temperatur und von Katalysatoren 2.3 Reaktionsgeschwindigkeit und Konzentration 2.12 Impulse Gleichgewichtseinstellung im Modell 2.3 Reaktionsgeschwindigkeit und Konzentration 2.6 Reaktionsgeschwindigkeit und Temperatur	
7.3 Massenwirkungsgesetz		GK und LK: P, 5h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Gleichgewichtskonstante ($K_c = k_{\text{hin}}/k_{\text{rück}}$) herleiten über den Gleichgewichtszustand ($v_{\text{hin}} = v_{\text{rück}}$) am Beispiel von Elementarreaktionen ○ einfache Berechnungen von c_{Gl} bzw. K_c unter Einbezug von Gleichgewichtskonzentrationen ○ Interpretation der Gleichgewichtslage mit K_c ○ Gleichgewichtsstörung (quantitative Betrachtung), mathematische Deutung des Prinzips von LE CHATELIER 	2.17 Das Massenwirkungsgesetz 2.17 Das Massenwirkungsgesetz 2.18 Fachmethode Berechnungen zum Massenwirkungsgesetz 2.17 Das Massenwirkungsgesetz 2.17 Das Massenwirkungsgesetz	
7.4 Löslichkeit		LK: P, 2h
<u>Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Löslichkeitsgleichgewicht ○ Löslichkeitsprodukt (K_L, pK_L) ○ einfache Berechnungen 	<i>Jeweils:</i> 2.18 Löslichkeitsgleichgewichte	

7.5 angewandte Verfahren	GK und LK: P, 2h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> o Auswahl eines Beispiels (HABER-BOSCH-, Kontakt- oder OSTWALD-Verfahren ...) o Optimierung von Produktionsraten (Ausbeuten) durch zielgerichtete Gleichgewichtsstörung (Temperatur, Konzentration, Druck) und beschleunigte Gleichgewichtseinstellung (Temperatur, Katalysator) 	<p>2.15 Die Ammoniak-Synthese</p> <p>2.15 Die Ammoniak-Synthese</p>

8 Kohlenwasserstoffe, Halogenkohlenwasserstoffe

8.1 Aliphaten I - Alkane	GK: P, 3h LK: P, 6h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> o Nomenklatur linearer und verzweigter Alkan-Moleküle, Stellungsisomerie → <i>Integrationsphase</i> o Vorkommen und Verwendung an ausgewählten Beispielen → <i>Integrationsphase</i> o Struktur-Eigenschafts-Beziehung → <i>Integrationsphase</i> o Reaktion <ul style="list-style-type: none"> ▪ mit Sauerstoff (voll- und unvollständige Verbrennung, ökologische Aspekte) ▪ mit Halogenen, Mechanismus der radikalischen Substitution, Fotolyse, Fotoinitiator <u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> o Konformationsisomerie, Sägebock- oder Newman-Projektion o Regioselektivität beim Mechanismus der radikalischen Substitution, induktiver Effekt 	<p>5.5 Die Alkane - Nomenklatur Anhang Isomeriearten - eine Übersicht</p> <p>2.4 Methan - Hauptbestandteil von Erdgas und Biogas</p> <p>5.9 Die Alkane - Struktur-Eigenschafts-Beziehungen</p> <p>2.9 Die Alkane - Struktur-Eigenschafts-Beziehungen</p> <p>7.3 Kohlenwasserstoffe und Reaktionstypen 7.6 Halogenierung von Alkanen - radikalische Substitution</p> <p>Anhang Isomeriearten - eine Übersicht</p> <p>7.6 Halogenierung von Alkanen - radikalische Substitution</p>

8.2 Aliphaten II - Alkene		GK: P, 4h LK: P, 10h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Homologe Reihe, Konstitutionsisomerie, Konfigurationsisomerie (geometrische Isomerie), Nomenklatur (Prioritätsregeln) ○ Vorkommen, Verwendung und Struktur-Eigenschafts-Beziehung an ausgewählten Beispielen ○ Reaktion mit Halogen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nachweis von Mehrfachbindungen ▪ Mechanismus der elektrophilen Addition 		2.14 Ethen und die homologe Reihe der Alkene Anhang Isomeriearten - eine Übersicht <i>Prioritätsregeln, Ansatz in Randspalte:</i> 7.8 Vom Alkohol zum Alken - Eliminierungsreaktion 5.11 Ethen und die homologe Reihe der Alkene 16.2 Qualitative Analysemethoden - ein Überblick 7.9 Reaktionen der Alkene - elektrophile Addition
<u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Konfigurationsisomerie (optische Isomerie) am Beispiel chiraler Halogenalkan-Moleküle (Enantiomere), Nomenklatur (R/S-System gemäß CAHN-INGOLD-PRELOG-Konvention) ○ Mechanismus der elektrophilen Addition <ul style="list-style-type: none"> ▪ mit Halogenwasserstoffen, MARKOWNIKOW-Regel, induktiver Effekt ▪ mit Wasser ○ Darstellung von Alkenen, Mechanismus der Eliminierung 		<i>Anhand anderer Stoffe:</i> 10.5 Spiegelbildisomerie und optische Aktivität 7.9 Reaktionen der Alkene - elektrophile Addition 7.8 Vom Alkohol zum Alken - Eliminierungsreaktion
8.3 Aromaten I		GK: W, 6h LK: P, 7h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Entwicklung gängiger Strukturformeln des Benzol-Moleküls (KEKULÉ-Formel, ROBINSON-Formel) ○ aromatischer Zustand: Mesomeriemodell, Delokalisation von Elektronen, konjugiertes Doppelbindungssystem, HÜCKEL-Regel ○ Mechanismus der elektrophilen (aromatischen) Erstsitution an einem Beispiel ○ Gegenüberstellung von elektrophiler Addition und elektrophiler Substitution am Aromaten ○ Relevanz ausgewählter Benzolderivate 		8.1 Benzol - ein Aromat 8.2 Bindungsverhältnisse im Benzol-Molekül 8.3 Mesomerie und Aromatizität 8.6 Halogenierung von Benzol - elektrophile Substitution 8.8 Reaktionstypen und -mechanismen im Vergleich 8.7 Benzol-Derivate
<u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Mechanismus der elektrophilen (aromatischen) Erstsitution an einem weiteren Beispiel 		8.7 Benzol-Derivate

8.4 Aromaten II		LK: W, 6h
<u>Leistungsfach:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> ○ Zweit- bzw. Mehrfachsubstitution (aktivierende, desaktivierende und dirigierende Wirkung von Substituenten, induktiver Effekt, mesomerer Effekt) ○ KKK-Regel und SSS-Regel ○ Acidität des Phenol-Moleküls, Basizität des Anilin-Moleküls, Wasserlöslichkeit von Benzolsulfonsäurederivaten 	<p>8.9 Zweitsubstitution an Aromaten</p> <p>8.8 Reaktionstypen und -mechanismen im Vergleich</p> <p>8.7 Benzol-Derivate 3.4 Einfluss der Molekülstruktur auf die Säure- und Basenstärke (zu Anilin: Aufgabe A3) Wasserlöslichkeit von Benzolsulfonsäurederivaten: 12.4 Farbstoffklassen (Randspalte S. 439) (Beispiele in Kap. 12.4)</p>	
8.5 fossile Energieträger		GK und LK: W, 4h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> ○ Entstehung, Zusammensetzung und Vorkommen von Erdöl ○ Erdöl als Wirtschaftsfaktor im Rohstoff- und Energiesektor ○ Raffination von Erdöl, Produktpalette (Benzin, Diesel, Kerosin, Heizöl) ○ Ottomotor, Oktanzahl, Dieselmotor, Cetanzahl, Klopfestigkeit, Zündwilligkeit ... ○ Umweltaspekte → <i>Umweltprobleme und Umweltschutz (17.1)</i> 	<p>5.3 Erdgas und Erdöl 7.1 Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl <i>nicht im Buch enthalten</i></p> <p>8.2 Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl</p> <p>7.2 Benzin - Motorenbenzin und Dieselkraftstoff <i>siehe Baustein 17.1</i></p>	
8.6 Halogenkohlenwasserstoffe		LK: W, 3h
<u>Leistungsfach:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> ○ Darstellung → <i>Aliphaten I und II, Aromaten I und II (8.1 - 8.4)</i> ○ exemplarische Auswahl: z. B. Verwendung und Eigenschaften (Lösemittel, Kältemittel, Treibgas, Pestizid, Ausgangsstoff für chemische Synthesen) ○ Reaktionsverhalten der Halogenalkane: nucleophile Substitution ○ Umweltaspekte → <i>Umweltprobleme und Umweltschutz (17.1)</i> 	<p>7.6 Halogenierung von Alkanen - radikalische Substitution 7.9 Reaktionen der Alkene - elektrophile Addition 8.6 Halogenierung von Benzol - elektrophile Substitution</p> <p>7.6 Halogenierung von Alkanen - radikalische Substitution</p> <p>7.7 Produktvielfalt durch nucleophile Substitution</p> <p>7.6 Halogenierung von Alkanen - radikalische Substitution</p>	

8.7 Orbitalmodell		LK: W, 5h
<u>Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Atomorbitale, Quantenzahlen ○ Valenzbindungstheorie, Kästchenschema, σ- und π-Bindungen, Hybridisierung, delokalisiertes π-Elektronensystem ○ Molekülorbitaltheorie ○ Energiebändermodell ○ ... 	13.3 Atomorbitale 13.4 Molekülorbitale und Hybridisierung 8.5 Das Benzol-Molekül im Orbitalmodell 13.4 Molekülorbitale und Hybridisierung <i>Nicht im Buch enthalten</i>	

9 Komplexchemie		
9.1 Komplexchemie I - Grundlagen		LK: P, 5h
<u>Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Bindungstyp von Komplexverbindungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zentralteilchen als LEWIS-Säure (Elektronenpaarakzeptor), Liganden als LEWIS-Basen (Elektronenpaardonator) ▪ koordinative Bindung ○ Benennung und Klassifizierungsmöglichkeiten von Komplexverbindungen (IUPAC-Nomenklatur, Ladungszustand der Komplexe, Koordinationszahl ...) ○ Bedeutung und Anwendung von Komplexbildungsreaktionen an mindestens zwei ausgewählten Beispielen (z. B. Aluminium-, Silber- und Goldkomplexe in der Metallgewinnung, Platin- und Metallocenkomplexe in der Krebstherapie, Metallocenkomplexe als Polymerisationskatalysatoren, Komplexverbindungen in der Analytik, Komplexverbindungen als Farbstoffe ...) 	14.1 Das Phänomen der Komplexverbindungen 14.2 Komplexe - Struktur und Bindung 14.1 Das Phänomen der Komplexverbindungen, 14.2 Komplexe - Struktur und Bindung 14.5 Komplexverbindungen in Labor und Technik	

9.2 Komplexchemie II - Ergänzung

LK: W, 5h

Leistungsfach:

- Bedeutung und Anwendung von Chelatliganden und Chelatkomplexen an mindestens zwei ausgewählten Beispielen (z. B. Häm, Chlorophyll und Vitamin B₁₂ in Organismen, Chelattherapie in der Medizin, Chelatkomplexe in der Analytik, Metallkomplexfarbstoffe)
- Komplexbildungsgleichgewicht, Ligandenaustauschgleichgewicht, Stabilität von Komplexverbindungen (Komplexbildungs- bzw. Stabilitätskonstante, statistischer und entropischer Effekt)
- Isomerie von Komplexverbindungen (Konstitutionsisomerie, Konfigurationsisomerie)
- Vergleich von Leistungen und Grenzen der Valenzbindungstheorie und mindestens einer weiteren Theorie (z. B. Kristallfeldtheorie, Ligandenfeldtheorie, Molekülorbitaltheorie) bezüglich der Erklärung ausgewählter Aspekte (nur sofern der Wahlbaustein 8.7 Orbitalmodell behandelt wurde):
 - Bindungstyp (vgl. elektrostatischer und kovalenter Bindungsanteil)
 - Koordinationspolyeder (vgl. VSEPR-Modell und Hybridisierungen)
 - Komplexeigenschaften (vgl. Magnetismus und Farbigkeit)
- ...

14.6 Komplexverbindungen in der Natur

14.3 Gleichgewichtsreaktionen bei Komplexverbindungen
(*Der statistische und der entropische Effekt werden im Buch nicht behandelt.*)

14.2 Komplexe - Struktur und Bindung

14.2 Komplexe - Struktur und Bindung

10 Lipide

10.1 Struktur und Eigenschaften

GK: WP, 5h LK: WP, 6h

Grund- und Leistungsfach:

- Esterbindung
→ *Esterbildung und Esterspaltung (3.3)*
- Struktur-Eigenschafts-Beziehung
- Monoester, z. B. natürliche Wachse
- Diester, z. B. Phospholipide
- Triester, z. B. Fette und Öle
 - gesättigte und ungesättigte Fettsäuren
 - Interpretation von Kennzahlen: z. B. Schmelz- und Siedebereiche, Säurezahl, Verseifungszahl, Jodzahl

6.30 Veresterung und Esterspaltung

6.30 Veresterung und Esterspaltung

6.31 Verwendung und Vorkommen von Carbonsäureestern

Beispiel im Buch: DNA (Kap. 10.28), siehe 10.2

11.1 Aufbau und Eigenschaften der Fette
11.3 Margarine und Fetthärtung

10.2 Vorkommen und Verwendung		GK und LK: WP, 4h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Monoester: ausgewählte Wachse ○ Diester, z. B. Phospholipide als Hauptbestandteil von Zellmembranen, Liposomen ... ○ Triester: ausgewählte Fette und Öle <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reserve- und Speicherstoff, gesunde Ernährung, Zivilisationskrankheiten, Brennwert, Margarine- bzw. Ölherstellung (Fetthärtung), Fettverderb ▪ Lösemittel, z. B. für Ölfarben, Trocknen von Ölen ▪ als nachwachsende Rohstoffe, z. B. Biodiesel (Umesterung), Palmölproblematik ○ Emulgatoren ○ Seifen → <i>Tenside</i> (16) 	3.33 Verwendung und Vorkommen von Carbonsäureestern 11.28 Nucleinsäuren - vom Gen zum Protein 10.2 Fette als Nährstoffe und Treibstoffe <i>Fetthärtung:</i> 10.3 Fette und Additionsreaktionen <i>Umesterung:</i> 6.31 Verwendung und Vorkommen von Carbonsäureestern 11.2 Verseifung von Fetten 11.2 Verseifung von Fetten	

11 Makromoleküle I - Kohlenhydrate		
11.1 Monosaccharide		GK: WP, 3h LK: WP, 5h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Grundstruktur von ausgewählten Aldosen und Ketosen jeweils in FISCHER- und HAWORTH-Projektion ○ Bedeutung <u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Reaktionsmechanismus der nukleophilen Addition bei Aldehyden bzw. Ketonen, z. B. Bildung von Halbacetalen bzw. Halbketalen 	10.18 Klassifizierung der Kohlenhydrate 10.19 Glucose und Fructose 10.18 Klassifizierung der Kohlenhydrate 10.7 Halbacetale und Vollacetale	

11.2 Disaccharide und Polysaccharide		GK: WP, 6h	LK: WP, 8h
<p>Grund- und Leistungsfach:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Kondensation und Polykondensation, glycosidische Bindung, α- und β-Stellung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maltose, Cellobiose ▪ Saccharose, Lactose ▪ Stärke, Cellulose ○ Bedeutung <ul style="list-style-type: none"> ▪ (Energie-) Speicherstoffe ▪ Baustoffe ▪ nachwachsende Rohstoffe, z. B. alkoholische Gärung (Bioethanol) ... ○ Unterscheidung zwischen reduzierend und nicht reduzierend wirkenden Kohlenhydrat-Molekülen <p>Additum Leistungsfach:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Reaktionsmechanismus der nukleophilen Substitution (Additions-Eliminierungs-Mechanismus) bei Aldehyden bzw. Ketonen, z. B. Bildung von Vollacetalen bzw. Vollketalen 	<p>10.11 Maltose, Saccharose, Lactose 10.12 Stärke und Cellulose</p> <p>10.14 Exkurs Stärke - nicht nur zum Essen</p> <p>10.11 Maltose, Saccharose, Lactose</p> <p>10.7 Halbacetale und Vollacetale</p>		

12 Makromoleküle II - Proteine			
12.1 Aminosäuren		GK: WP, 2h	LK: WP, 3h
<p>Grund- und Leistungsfach:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Struktur und Eigenschaften, Klassifizierung nach Resten <p>Additum Leistungsfach:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Zwitterion ○ isoelektrischer Punkt 	<p>10.16 Strukturen der Aminosäuren</p> <p>10.16 Strukturen der Aminosäuren</p> <p>10.17 Der isoelektrische Punkt</p>		
12.2 Struktur der Proteinmoleküle		GK: WP, 3h	LK: WP, 4h
<p>Grund- und Leistungsfach:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Peptidbildung und -bindung, Kondensation und Polykondensation ○ Primär-, Sekundär- Tertiär- und Quartärstruktur ○ Denaturierung ○ mindestens eine Nachweisreaktion, z. B. Biuret-Reaktion, Xanthoprotein-Reaktion <p>Additum Leistungsfach:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Geometrie (Mesomerie) der Peptidbindung 	<p>10.20 Peptide und Peptidbindung</p> <p>10.21 Struktur von Peptiden und Proteinen</p> <p>10.24 Denaturierung von Proteinen</p> <p>10.23 Eigenschaften und Nachweis von Proteinen</p> <p>10.20 Peptide und Peptidbindung</p>		

12.3 Funktion der Proteine		GK: WP, 4h LK: WP, 6h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ in der Natur, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Strukturproteine, z. B. Kollagen ▪ regulatorische Proteine, z. B. Insulin ▪ Enzyme, z. B. Amylase ▪ ... ○ in der Technik, z. B. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Waschmittel ▪ Nahrungsmittelherstellung ▪ Haarumformung ▪ ... 	10.22 Exkurs Proteinstrukturen im Alltag 10.26 Impulse Bedeutung von Proteinen 11.6 Inhaltsstoffe von Waschmitteln 10.27 Impulse Kohlenhydrate und Proteine in der Küche 10.22 Exkurs Proteinstrukturen im Alltag	
<u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ eingehendere Betrachtungen 	s.o.	

13 Makromoleküle III - Kunststoffe		
13.1 Syntheseverfahren		GK: P, 4h LK: P, 4h & W, +2h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Mechanismus der radikalischen Polymerisation, Fotolyse, Fotoinitiator ○ Polykondensation (Polyester, Polyamide) <u>optionales Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Mechanismus der Polyester-Bildung → <i>Esterbildung und Esterspaltung (3.3)</i> ○ Mechanismus der Polyamid-Bildung 	9.2 Radikalische Polymerisation 9.3 Polykondensation 9.3 Polykondensation 9.3 Polykondensation, Aufgabe 2	
13.2 Struktur und Eigenschaften		GK: P, 5h LK: P, 5h & W, +2h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Einfluss der Makromolekülstruktur auf mechanisch-thermische Kunststoffeigenschaften (Vernetzungsgrad, zwischenmolekulare Wechselwirkungen) ○ Einteilung in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere ○ Verarbeitungstechnologien (Urformen, Umformen, Fügeverfahren) ○ Additive <u>optionales Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ weitere Möglichkeiten der Beeinflussung von Kunststoffeigenschaften (z. B. Kristallinitätsgrad, Taktizität, Copolymere, Druckvariation, Blends, Aufschäumen, Verstrecken ...) 	9.1 Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe 9.1 Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe 10.5 Verarbeitung von Kunststoffen <i>Weichmacher in PVC:</i> 9.2 Polymerisation 9.2 Polymerisation 9.11 Exkurs Polypropen - ein technischer Weg zum Massenprodukt	

13.3 Spezialkunststoffe		GK: W, 3h LK: W, 5h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> o z. B. Faserstoffe, Medizinprodukte, Klebstoffe, Baustoffe, Kautschuk, Verbundwerkstoffe, Silicone, Ionenaustauscher, Superabsorber, Carbonfaser, Lacke, Halbleiterpolymere 	9.6 Impulse Kunststoffe im Alltag 9.8 Praktikum Klebstoffe 9.12 Exkurs Silikone 9.14 Exkurs Carbonfasern	
<u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> o eingehendere Betrachtung der Spezialkunststoffe 	s.o.	
13.4 ökologisch-ökonomische Betrachtungen		GK: P, 5h LK: P, 5h & W, +2h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> o Müllproblematik o Recyclingarten (werkstofflich, rohstofflich, thermisch) o Biokunststoffe (biobasiert, biologisch abbaubar) o Additive (Weichmacher, Stabilisatoren, Flammschutzmittel ...) o Mikro- und Nanoplastik o ... 	9.7 Impulse Kunststoffmüll - Endstation Meer? 9.9 Verwertung von Kunststoffabfall 9.13 Impulse Biologisch abbaubare Kunststoffe <i>Weichmacher:</i> 9.2 Polymerisation 9.7 Impulse Kunststoffmüll - Endstation Meer?	
<u>Additum Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> o eingehendere Betrachtung der ökologisch-ökonomischen Beziehungen 	s.o.	

14 Moderne Werkstoffe - Nanomaterialien u.a.		
14.1 Struktur und Eigenschaften der Nanomaterialien		GK: W, 2h LK: P, 2h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u> <ul style="list-style-type: none"> o Definition, Einteilung o natürliches Vorkommen (z. B. Lotos-Pflanze, Insektenbeine, DNA-Strang, Caseinmicellen ...) o mindestens eine Nanostruktur (z. B. Plättchen, Kugel, Röhrchen, Fasern, Poren ...) o mindestens eine Eigenschaft von Nanostrukturen (z. B. Lotus-Effekt, Farbwirkung und optische Effekte, Fotokatalyse, Nanopartikel in der Halbleitertechnik, magnetische Nanopartikel, Reflektoren, Nanobehälter, Schutz- und Pflegezusätze in Kosmetika ...) 	9.15 Herstellung in Eigenschaften von Nanomaterialien 9.18 Nanomaterialien in der Anwendung 9.16 Nanomaterialien aus Kohlenstoff 9.17 Praktikum Nanochemie 9.18 Nanomaterialien in der Anwendung	

14.2 Anwendungsgebiete von Nanomaterialien		GK: W, 4h LK: P, 4h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> ○ Anwendungen von Nanomaterialien (mindestens zwei), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kunststoffe, z. B. Verstärkung durch Kohlenstoffnanoröhrchen, kratzfeste Kunststofflacke ... ▪ Lebensmittel, z. B. Nanocontainer für Geschmacksträger, Verbesserung der Löslichkeit von Stoffen, Optimierung von Antioxidation, bessere Bioverfügbarkeit von Vitaminen ... ▪ Kosmetik, z. B. Titandioxid in Sonnencreme, ... ▪ Reinigungs- und Pflegemittel, z. B. Imprägnierspray ... ▪ Keramiken, z. B. als Katalysatorträger, Ultrafilter, Elektrolytschichten für Brennstoffzellen ... ▪ Energietechnik, z. B. Nanotinten zur Herstellung flexibler Solarzellen, Nanochips in Smartphones ... ▪ Medizin, z. B. Implantat mit nanostrukturierten Oberflächen zur besseren Verträglichkeit, Nanocarrier, Krebstherapie mit Nanopartikeln aus Eisenoxid, smarte Nanomedizin ... ▪ Baustoffe, z. B. Wärmedämmung, Oberflächenbeschichtung ... ▪ Fotokatalysatoren, z.B. Titandioxid in selbstreinigenden Oberflächen ... ▪ ... 		<p>9.15 Herstellung in Eigenschaften von Nanomaterialien</p> <p>9.17 Praktikum Nanochemie</p> <p>9.18 Nanomaterialien in der Anwendung</p>
14.3 Potentiale und Risiken von Nanomaterialien		GK: W, 2h LK: P, 2h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> ○ ausgehend von physikalisch-chemischen Eigenschaften, Persistenz, Bioakkumulation, ... z. B.: <ul style="list-style-type: none"> ▪ große, reaktionsfreudige Oberflächen ▪ kleine Partikel, die die natürlichen biologischen Barrieren passieren können (Gefahr beim Einatmen oder Essen, Toxikokinetik ...) ▪ lange Verweildauer im Körper ○ ausgehend von der Freisetzung und Umweltbelastung, z. B. <ul style="list-style-type: none"> ▪ über Waschwasser ▪ über mechanische Verwitterung (z. B. Nanoplastik) 		<p>9.15 Herstellung in Eigenschaften von Nanomaterialien</p> <p>9.19 Durchblick Zusammenfassung und Übung, Aufgabe A7</p> <p>9.18 Nanomaterialien in der Anwendung</p>
13.4 Weitere innovative Materialien		GK und LK: W, 3h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> ○ Mit diesem Baustein erhalten Sie die Gelegenheit, moderne, zukunftssträchtige Materialien im Unterricht zu behandeln, die zur Zeit der Drucklegung noch keine Relevanz hatten. 		-

15 Protonenübergangsreaktionen (Säure-Base-Chemie)

15.1 Donator-Akzeptor-Prinzip (BRØNSTED-Konzept)

GK und LK: P, 3h

Grund- und Leistungsfach:

- BRØNSTED-Säure (Protonendonator), BRØNSTED-Base (Protonenakzeptor)
- Säure-Base-Reaktion (Protolyse, Protonenübertragungsreaktion) und Protolysegleichgewicht
- (korrespondierende) Säure-Base-Paare
- amphoterer Stoff (Ampholyt)
- Autoprotolyse und Autoprotolysegleichgewicht
- Ionenprodukt, K_w und pK_w

3.1 Die Säure-Base-Theorie nach Brønsted

3.1 Die Säure-Base-Theorie nach Brønsted

3.1 Die Säure-Base-Theorie nach Brønsted

3.1 Die Säure-Base-Theorie nach Brønsted

3.2 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert

3.2 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert

15.2 Lösungen von Säuren und Basen

GK: P, 6h LK: P, 10h

Grund- und Leistungsfach:

- Definition: pH-Wert, pOH-Wert
- pH-Wert-Skala: saure Lösungen, neutrale Lösungen, alkalische Lösungen (Laugen)
- Säure versus saure Lösung, Base (Alkalie) versus alkalische Lösung
- Stärke von Säuren und Basen: Säurekonstante K_S (Säureexponent pK_S), Basenkonstante K_B (Basenexponent pK_B)
- pH-Wert-Berechnungen bei wässrigen Lösungen von starken Säuren und starken Basen

3.2 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert

3.2 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert

Unterscheidung in einzelnen Unterkapiteln

3.3 Die Stärke von Säuren und Basen

3.7 Säurestärke und pH-Wert saurer Lösungen

3.8 Basenstärke und pH-Wert alkalischer Lösungen

Additum Leistungsfach:

- pH-Wert-Berechnungen bei wässrigen Lösungen von schwachen Säuren und schwachen Basen
- pH-Wert und (einfache) pH-Wert-Berechnungen bei wässrigen Salzlösungen

3.7 Säurestärke und pH-Wert saurer Lösungen

3.8 Basenstärke und pH-Wert alkalischer Lösungen

3.7 Säurestärke und pH-Wert saurer Lösungen

3.8 Basenstärke und pH-Wert alkalischer Lösungen

3.9 Protolysen in Salzlösungen

15.3 Säure-Base-Indikatoren

GK: P, 1h LK: P, 2h

Grund- und Leistungsfach:

- Definition
- Wirkungsweise (qualitativ)

3.2 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert

3.5 Protolysen bei Nachweisreaktionen

Additum Leistungsfach:

- Indikatorgleichung
- Umschlagsbereich

3.14 Titration und Indikator

3.14 Titration und Indikator

15.4 Puffersysteme		GK: P, 1h LK: P, 3h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u>		
○ Definition		3.10 Puffersysteme
○ Wirkungsweise (qualitativ)		3.10 Puffersysteme
<u>Additum Leistungsfach:</u>		
○ Puffergleichung (HENDERSON-HASSELBALCH-Gleichung)		3.10 Puffersysteme
○ Pufferbereich		3.10 Puffersysteme
○ Pufferkapazität		3.10 Puffersysteme

15.5 Säure-Base-Titration - Neutralisationstiteration		GK und LK: P
<u>Grund- und Leistungsfach:</u>		
→ <i>Maßanalyse (1.2)</i>		3.11 Praktikum Titration mit Endpunktsbestimmung
<u>Additum Leistungsfach:</u>		
→ <i>Maßanalyse (1.2)</i>		3.12 pH-metrische Titration
		3.14 Titration und Indikator

16 Tenside

16.1 Struktur und Eigenschaften		GK und LK: W, 4h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u>		
○ Einteilung (kationisch, anionisch, nichtionisch, amphoter)		11.5 Tenside als waschaktive Stoffe
○ physikalische und chemische Eigenschaften, z. B.		11.3 Seifen als waschaktive Stoffe
▪ TYNDALL-Effekt		
▪ Grenzflächenaktivität		
▪ Bildung von Micellen		
▪ emulgierende und dispergierende Wirkung		
▪ Nachteile von Seifen (alkalische Reaktion, Säure- und Härteempfindlichkeit)		
16.2 Herstellung und Verwendung		GK und LK: W, 4h
<u>Grund- und Leistungsfach:</u>		
○ Herstellung		11.1 Praktikum Herstellung von Seife
▪ aus nachwachsenden Rohstoffen durch alkalische Hydrolyse (Verseifung)		11.2 Verseifung von Fetten
▪ aus Erdöl		
○ Verwendung, z. B. als		11.6 Inhaltsstoffe von Waschmitteln
▪ waschaktive Substanz (Waschprozess, Zusammensetzung moderner Waschmittel)		
▪ Emulgator		
▪ Netzmittel		
▪ Schaumbildner		
▪ Weichspüler (kationische Tenside)		
○ ökologische Aspekte, z. B. Umweltbelastung, Nachhaltigkeit, Verträglichkeit ...		11.6 Inhaltsstoffe von Waschmitteln

Grund- und Leistungsfach:

- Zusammenwirken von Umweltkompartimenten (Atmosphäre, Hydrosphäre, Lithosphäre, Biosphäre, Pedosphäre)
- Kohlenstoffkreislauf
- natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt, Treibhausgase, Klimawandel, Versauerung von Meeren bzw. Böden
- Reduktion der Emission von Treibhausgasen, alternative Energieträger, z. B. Wasserstoff, Biogas, synthetische Kraftstoffe ...
- Betrachtung von mindestens einem weiteren Umweltproblem und entsprechender Umweltschutzmaßnahmen, z. B. Ozonloch, fotochemischer Smog, Fotolyse, intensive Landwirtschaft, Mikro- und Nanoplastik
→ *ökologisch-ökonomische Betrachtungen bei Kunststoffen (13.4), Potentiale und Risiken von Nanomaterialien (14.3)*

Additum Leistungsfach:

- Betrachtung von mindestens einem weiteren Elementkreislauf, z. B. Stickstoffkreislauf, Phosphorkreislauf, Schwefelkreislauf
- Betrachtung eines weiteren Umweltproblems und entsprechender Umweltschutzmaßnahmen

15.8 Erdatmosphäre und Treibhauseffekt

15.5 Der Kreislauf der Kohlenstoff-Atome

15.7 Kohlenstoffdioxid im Ozean
15.8 Erdatmosphäre und Treibhauseffekt15.10 **Impulse** Erneuerbare Energiequellen15.13 Chemische Reaktionen in der Troposphäre
15.14 Ozon in der Stratosphäre - die Ozonschicht15.18 Der Kreislauf der Stickstoff-Atome
15.19 Der Kreislauf der Phosphor-Atome

15.23 Belastung der Umwelt durch Nitrate und Phosphate

Grund- und Leistungsfach:

- **Alternative 1:** Gewässeranalytik, z. B. am Fließgewässer durch Bestimmung der chemischen Gewässergüte (chemischer Index)
 - Temperatur
 - pH-Wert
 - elektrische Leitfähigkeit
 - Sauerstoffsättigung in %, Sauerstoffgehalt und BSB₅ in mg O₂/l (z. B. Sauerstoffelektrode, Maßanalyse nach WINKLER, VIS-Spektroskopie in Anlehnung an die WINKLER-Methode)
 - Gehalt an Phosphat-, Nitrat- und Ammonium-Ionen (z. B. VIS-Spektroskopie)

- **Alternative 2:** Bodenanalytik, z. B. im Ober- und Unterboden verschiedener Bodentypen, z. B.
 - Bodenacidität
 - elektrische Leitfähigkeit
 - pflanzenverfügbarer Gehalt an Phosphat-, Nitrat- und Ammonium-Ionen (z. B. VIS-Spektroskopie)

Additum Leistungsfach:

- zu Alternative 1: Gewässeranalytik, z. B. CSB in mg O₂/l (z. B. VIS-Spektroskopie)

- zu Alternative 2: Bodenanalytik, z. B.
 - Wasser- und Humusgehalt (z. B. Gravimetrie)
 - pflanzenverfügbarer Gehalt an Erdalkalimetall-Kationen (z. B. Chelatometrie)
 - pflanzenverfügbarer Gehalt an Kalium-Kationen (z. B. Turbidimetrie)
 - Carbonatgehalt (z. B. Gasvolumetrie nach SCHEIBLER)

4.4 Redox titrationen

4.5 **Praktikum** Iodometrie und Permanganometrie*Elemente Chemie 7-10 Rheinland-Pfalz (756050),
9.9 **Praktikum** Wasseruntersuchung*

15.24 Bodenuntersuchung

15.25 **Praktikum** Untersuchung eines Bodens*Die Themen des Additums werden im Buch nicht behandelt.*