



Landesabitur 2007
Beispielaufgaben

Handreichungen zum Lehrplan Chemie Präzisierungen im Hinblick auf das Landesabitur

Erläuterungen zum Umgang

Die Struktur des Chemie-Lehrplanes wird in Punkt 3 des Teiles A des Lehrplanes erläutert. Dort heißt es: „Für jede Jahrgangsstufe sind Themen angegeben, die in knapper Form begründet sind.“ Und weiter: „In der tabellarischen Anordnung sind auf der linken Seite ... „Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben“ formuliert. Die in der rechten Spalte aufgeführten Stichworte sind Empfehlungen und dienen der Ausschärfung, Konkretisierung und Erläuterung. Alle verbindlichen Unterrichtsinhalte können nicht mit gleicher Intensität unterrichtet werden, d.h. es ist eine Schwerpunktbildung erforderlich.“

Die hier vorliegenden „Präzisierungen“ geben die im Lehrplan für jede Jahrgangsstufe angegebenen Themen mit den kurzen Begründungen wieder. Ebenso ist die tabellarische Anordnung der verbindlichen Inhalte/Aufgaben und der Stichworte (zur Auswahl), die als Empfehlung der Ausschärfung, Konkretisierung und Erläuterung dienen, identisch aus dem Lehrplan entnommen. Nicht übernommen wurden die fakultativen Unterrichtsinhalte und die folgenden Arbeitsmethoden und Querverweise. Für die abiturrelevanten Kurse (12.1 bis 13.1) ist auf der rechten Seite die Spalte „Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur“ neu hinzugefügt. Allgemeine Prinzipien der Chemie können an unterschiedlichen Inhalten festgemacht werden. Der Lehrplan lässt dementsprechend in der Spalte „Stichworte“ hinsichtlich der in Klammern gesetzten Beispiele Wahlmöglichkeiten offen. An diesen Stellen präzisiert Hinweis „hierzu in jedem Fall“ diejenigen Inhalte, die in Form von reproduzierbarem Wissen zur Verfügung stehen müssen, so dass in den Aufgaben für das Landesabitur die Anforderungsbereiche 1 bis 3 für alle Schülerinnen und Schüler vergleichbar sind.

Demgegenüber ist die Anmerkung „freigestellt“ dahingehend zu interpretieren, dass die hier angegebenen konkreten Inhalte nicht Gegenstand einer Prüfungsaufgabe im Anforderungsbereich 1 sein können. An derartigen Inhalten können lediglich die in anderem Zusammenhang gelernten spezifischen Denkweisen und Techniken des Faches Anwendung finden, wobei solche Aufgabenstellungen alle dazu erforderlichen Materialvorgaben enthalten werden.

Im Hinblick auf eine praktikable Handhabung sind in einigen Fällen bei bestimmten Inhalten vertiefende Details explizit ausgeschlossen [z. B. Punkt 5 - aromatische Kohlenwasserstoffe - des Grundkurses der Jahrgangsstufe 12.1: Mesomeriemodell (kein Orbitalmodell)]

Den oben gemachten Ausführungen folgend, wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die für die landesweit einheitlichen Prüfungsaufgaben relevanten verbindlichen Unterrichtsinhalte nicht die hier formulierten Präzisierungen beschränkt sind, sondern immer im Kontext der beiden im Lehrplan vorgegebenen tabellarisch angeordneten Spalten zu lesen sind.

Unabhängig von Anordnung der Unterrichtsinhalte im und deren Auswahl durch die jeweiligen Fachkonferenzen dienen die Inhalte der Jahrgangsstufe 11 als Grundlagenwissen. Zur besseren Übersicht ist der Lehrplan für die Jahrgangsstufe 11 hier mit abgedruckt.

Der Unterricht in der Sekundarstufe II**3 Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte in den Jahrgangsstufen 11 bis 13****3.2 Die Jahrgangsstufe 12****3.2.1 12.1**

GK 12.1	Kohlenstoffchemie I: Kohlenstoffverbindungen und funktionelle Gruppen	Std.: 36
----------------	--	-----------------

Begründung: Die umfassende Bedeutung der Kohlenstoffverbindungen für die Ernährung des Menschen, zur Energiegewinnung und bei der chemischen Produktion sowie die vielfältige Verwendung dieser Stoffe in einer modernen Industrienation machten es notwendig, die Schülerinnen und Schüler mit diesen Stoffklassen vertraut zu machen. Makroskopisch beobachtbare Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoffverbindungen werden durch Strukturaussagen auf der Teilchenebene gedeutet. Die Leitlinien „Korrelation zwischen Struktur und Eigenschaft“ sowie „Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen“ werden integriert behandelt. Diese Leitlinien gelten ebenso für die Behandlung technisch und biologisch wichtiger Kohlenstoffverbindungen (Jahrgangsstufe 12.2). Daneben sind gerade in diesem Bereich zahlreiche fachübergreifende Aspekte von Bedeutung und auch im Unterricht zu nutzen. Für die Betrachtung räumlicher Strukturvorstellungen organischer Moleküle genügt im Grundkurs in der Regel ein einfaches Tetraedermodell. Methoden der qualitativen und quantitativen Elementaranalyse können an geeigneten Stellen in den Unterricht integriert werden.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:	Stichworte (zur Auswahl):	Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur
1. Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen		Die Inhalte zu den Alkanen, Alkenen und Alkinen werden als Grundlagenwissen vorausgesetzt
Alkane	s. Unterrichtsinhalte	
Alkene, Alkine, Polyene	Klassenstufe 11: Nur soweit dort nicht behandelt. Herstellung ungesättigter Kohlenwasserstoffe (auch als Crack-Produkte langkettiger Alkane);	Zu den chemischen Reaktionen: Reaktionstyp und Mechanismus der Addition von X ₂ und Nachweis der C-C-Mehrfachbindung (Addition von Brom).
2. Alkanole	s. Unterrichtsinhalte der Alternative 2 (Klassenstufe 11).	Als Grundlage in jedem Fall: Primäre, sekundäre, tertiäre Alkanole; Isomerie (Konstitutionsisomerie); Chemische Reaktionen (Verbrennung und unvollständige Oxidation);

		Anwendung von Oxidationszahlen; Oxidationsmittel (Hierzu in jedem Fall: Kupfer(II)-oxid, Permanganat-Ionen); Nachweis der organischen Reaktionsprodukte.
	Zusätzlich: Reaktionen der Alkanole; Reaktionstyp der Substitution; Redox-Reaktionen primärer und sekundärer Alkanole; Unterschied zu tert. Alkanolen. Mehrwertige Alkanole (Glycol, Glycerin): Verwendung, Eigenschaften und Reaktionen	
3. Carbonylverbindungen	Strukturmerkmal der Aldehydgruppe Eigenschaften und Verwendung von Methanal und Ethanal Nachweis der reduzierenden Wirkung der Aldehydgruppe Ketone	Hierzu in jedem Fall: Fehlingsche Probe
4. Alkansäuren und ihre Derivate	Homologe Reihe und ausgewählte Eigenschaften von Monocarbonsäuren; Salze; Ester und ihre Bedeutung (Fruchtessenzen und Lösungsmittel) Reaktionstyp und Mechanismus der Esterbildung und -verseifung Derivate der Monocarbonsäuren (Hydroxy- und Aminosäuren)	Bei der Acidität in jedem Fall auch: Positiver und negativer induktiver Effekt Bei der Esterspaltung in jedem Fall: <u>Alkalische</u> Hydrolyse (nach Schul-Lehrbuch) Struktureller Aufbau
5. Aromatische Kohlenwasserstoffe	Benzol: Eigenschaften und aromatische Struktur; Mesomerie; Geschichte der Strukturaufklärung des Benzols; Homologe und Derivate des Benzols	Mesomeriemodell (kein Orbitalmodell) Hierzu in jedem Fall: Mechanismus der elektrophilen Substitution am Beispiel der Halogenierung

Der Unterricht in der Sekundarstufe II**3 Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte in den Jahrgangsstufen 11 bis 13****3.2 Die Jahrgangsstufe 12****3.2.1 12.1**

LK 12.1	Kohlenstoffchemie I: Kohlenstoffverbindungen und funktionelle Gruppen	Std.: 63
----------------	--	-----------------

Begründung: In Erweiterung der bisherigen Kenntnisse zur Kohlenstoffchemie aus Jahrgangsstufe 11 werden Kohlenstoffverbindungen mit weiteren funktionellen Gruppen kennen gelernt und untersucht. Makroskopisch beobachtbare Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoffverbindungen werden durch Strukturaussagen auf der Teilchenebene gedeutet: Die Leitlinien „Korrelation zwischen Struktur und Eigenschaft“ sowie „Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen“ sind übergeordnet. Die Vielzahl der Reaktionen wird nach Reaktionstypen eingeteilt. An ausgewählten Beispielen werden Reaktionsmechanismen formuliert. Diese Leitlinien gelten ebenso für die Behandlung technisch und biologisch wichtiger Kohlenstoffverbindungen (12.2). Daneben sind gerade in diesem Bereich zahlreiche fachübergreifende Aspekte von Bedeutung und auch im Unterricht zu nutzen. Für die Betrachtung räumlicher Strukturvorstellungen organischer Moleküle, besonders zur Deutung des aromatischen Charakters, ist im Leistungskurs die Einführung eines differenzierten Bindungsmodells erforderlich. Methoden der qualitativen und quantitativen Elementaranalyse sowie moderne Methoden der Strukturaufklärung sollen an geeigneten Stellen in den Unterricht integriert werden.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:	Stichworte (zur Auswahl):	Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur
1. Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen		Die Inhalte zu den Alkanen, Alkenen und Alkinen werden als Grundlagenwissen vorausgesetzt
Alkane und Cycloalkane	Vgl. Unterrichtsinhalte Klassenstufe 11: Nur soweit dort nicht behandelt.	
Alkene, Alkine, Polyene	Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition (X_2 , HX) und der Eliminierung Herstellung ungesättigter Kohlenwasserstoffe (auch als Crack-Produkte langkettiger Alkane);	Hierzu in jedem Fall: Einfluss des positiven und des negativen induktiven Effektes auf die Addition Keine Differenzierung nach E_1 und E_2 .

<p>2. Alkanole</p>	<p>Vgl. Unterrichtsinhalte der Alternative 2 (Klassenstufe 11)</p> <p>Zusätzlich: Reaktionen der Alkanole; Reaktionstypen (Substitution, Alkanolatbildung) Reaktionsmechanismus der nukleophilen Substitution; induktive / sterische Effekte Redox-Reaktionen primärer und sekundärer Alkanole; Unterschied zu tert. Alkanolen Mehrwertige Alkanole (Glycol, Glycerin): Verwendung, Eigenschaften und Reaktionen</p>	<p>Als Grundlage in jedem Fall: Primäre, sekundäre, tertiäre Alkanole; Isomerie (Konstitutionsisomerie): Chemische Reaktionen (Verbrennung und unvollständige Oxidation); Anwendung von Oxidationszahlen; Oxidationsmittel (Hierzu in jedem Fall: Kupfer(II)-oxid, Permanganat-Ionen); Nachweis der organischen Reaktionsprodukte.</p> <p>Bei der nukleophilen Substitution: Differenzierung in S_N1 und S_N2</p>
<p>3. Carbonylverbindungen</p>	<p>Strukturmerkmal der Aldehydgruppe; Eigenschaften und Verwendung von Methanal und Ethanal Nachweis der reduzierenden Wirkung der Aldehydgruppe Additionsreaktionen Ketone, Bindungsverhältnisse der Keto-Gruppe</p>	<p>Hierzu in jedem Fall: Fehlingsche Probe</p> <p>Hierzu in jedem Fall: Hydratisierung, Acetalbildung</p>
<p>4. Alkansäuren und ihre Derivate</p>	<p>Homologe Reihe und ausgewählte Eigenschaften von Monocarbonsäuren; Salze Ester und ihre Bedeutung (Fruchtessenzen und Lösungsmittel) Reaktionstyp und Mechanismus der Esterbildung und -verseifung Derivate der Monocarbonsäuren (Hydroxy- und Aminosäuren,</p>	<p>Bei der Acidität in jedem Fall auch: Positiver und negativer induktiver Effekt</p> <p>Bei der Esterspaltung in jedem Fall: <u>Alkalische Hydrolyse</u> (nach Schul-Lehrbuch)</p> <p>Struktureller Aufbau</p>

Spiegelbildisomerie	Halogenalkansäuren) Beispiele für Di- / Trisäuren Milchsäure, Weinsäure, asymmetrisches Kohlenstoffatom, Fischer- Projektion	
5. Aromatische Kohlenwasserstoffe	Benzol: Eigenschaften und aromatische Struktur; Mesomerie Geschichte der Strukturaufklärung des Benzens Elektrophile Substitution Homologe und Derivate des Benzens	Hierzu in jedem Fall: Mechanismus der Halogenierung, Nitrierung; positive und negative mesomere Effekte Mechanismus der Zweitsubstitution, dirigierende Wirkung des Erstsabstituenten Hierzu in jedem Fall: Phenol, Anilin, Toluol. Hierzu in jedem Fall: Vereinfachtes Orbitalmodell (keine HOMO-, LUMO-Zustände) im Hinblick auf pi- und sigma-Bindung: Hybridisierung (sp, sp ² , sp ³)

Der Unterricht in der Sekundarstufe II

3 Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte in den Jahrgangsstufen 11 bis 13

3.2 Die Jahrgangsstufe 12

3.2.2 12.2

GK 12.2	Kohlenstoffchemie II: Technisch und biologisch wichtige Kohlenstoffverbindungen	Std.: 36
----------------	--	-----------------

Begründung: Die umfassende Bedeutung der Kohlenstoffverbindungen für die Ernährung des Menschen, zur Energiegewinnung und bei der chemischen Produktion sowie die vielfältige Verwendung dieser Stoffe in einer modernen Industrienation machten es notwendig, die Schülerinnen und Schüler mit diesen Stoffklassen vertraut zu machen. **Wegen der Vielzahl der Verbindungen und Stoffklassen zum 1. Thema muss die Fachkonferenz in Absprache mit der Fachlehrerin / dem Fachlehrer jedoch eine individuelle Auswahl mit Schwerpunktsetzungen treffen.** Daneben besteht die Möglichkeit, in der Jahrgangsstufe 13.2 („Angewandte Chemie“) einen weiteren Kurs zu speziellen Gebieten der Kohlenstoffchemie anzubieten. Auch in diesem Kurs können die Bereiche „Korrelation Struktur und Eigenschaft“ sowie „Reaktionstypen und -mechanismen“ als übergeordnete Leitlinien integriert werden. Fachübergreifende Bezüge sind an vielen Stellen möglich und prägen als weitere Leitlinie die Behandlung der vorgesehenen Themen. Das Thema Nr. 3. eignet sich besonders als integrierendes Element für die einzelnen Stoffklassen.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:	Stichworte (zur Auswahl):	Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur
1. Naturstoffe (nach Auswahl von Schwerpunkten) Fette Kohlenhydrate Aminosäuren, Peptide, Polypeptide	Bau, Eigenschaften, Reaktionen; Gewinnung und Verarbeitung; Bedeutung für die Ernährung Mono-, Di- und Polysaccharide: Vorkommen, Eigenschaften und Strukturen Reaktionen / Nachweisreaktionen; Bedeutung und Verwendung Struktur und Eigenschaften natürlicher Aminosäuren; Peptidbindung Strukturen und Strukturaufklärung von Eiweißen Vorkommen und Bedeutung Nachweisreaktionen für Aminosäuren und Eiweiße Hydrolyse von Peptiden	Bei Reaktionen in jedem Fall: Alkalische Hydrolyse von Fetten Hierzu in jedem Fall: Glucose, Fructose, Maltose, Saccharose, Stärke, Cellulose; Haworth/Fischer Bei den Nachweisen in jedem Fall: Fehlingsche Probe, Jod-Stärke-Reaktion Hierzu in jedem Fall: Zwitterionenstruktur <u>Strukturaufklärung freigestellt</u> Hierzu in jedem Fall: Biuret-Reaktion phänomenologisch
2. Synthetische Makromoleküle	Klassifizierung von Kunststoffen Aufbau von Makromolekülen Modifizierte Naturstoffe	Freigestellt

	<p>Reaktionstypen zur Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen (Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition)</p> <p>Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften</p> <p>Vor- und Nachteile bei der Verarbeitung und Verwendung</p> <p>Umweltprobleme bei der Herstellung, Verarbeitung, Wiederverwertung und Beseitigung; Pyrolyse und Recycling; Kunststoffabfälle</p>	<p>Synthesereaktionen von PE, PVC, Polystyrol, Polyester, Polyamide, PU (keine technische Darstellung)</p> <p>Bei Polymerisation: In jedem Fall: Mechanismus der <u>radikalischen</u> Polymerisation</p> <p>Auswahl freigestellt</p> <p>Auswahl freigestellt</p>
<p>3. Identifizierung von Kohlenstoffverbindungen</p>	<p>Qualitative und quantitative Nachweisverfahren für funktionelle Gruppen</p> <p>Chemische Analyseverfahren zur Ermittlung der Summenformel und der Konstitutionsformel</p>	<p>Freigestellt</p> <p>Freigestellt</p>

Der Unterricht in der Sekundarstufe II

3 Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte in den Jahrgangsstufen 11 bis 13

3.2 Die Jahrgangsstufe 12

3.2.2 12.2

LK 12.2	Kohlenstoffchemie II: Technisch und biologisch wichtige Kohlenstoffverbindungen	Std.: 63
----------------	--	-----------------

Begründung: Die umfassende Bedeutung der Kohlenstoffverbindungen für die Ernährung des Menschen, zur Energiegewinnung und bei der chemischen Produktion sowie die vielfältige Verwendung dieser Stoffe in einer modernen Industrienation machten es notwendig, die Schülerinnen und Schüler mit diesen Stoffklassen vertraut zu machen. **Wegen der Vielzahl der Verbindungen und Stoffklassen zum 1. Thema muss die Fachkonferenz in Absprache mit der Fachlehrerin / dem Fachlehrer jedoch eine individuelle Auswahl mit Schwerpunktsetzungen treffen.** Die Themen aus Kapitel 3 können an geeigneten Stelle integriert behandelt werden. Das Thema „Farbstoffe“ wurde bei den fakultativen Unterrichtsinhalten angegeben. Daneben besteht die Möglichkeit, in der Jahrgangsstufe 13.2 („Angewandte Chemie“) einen weiteren Kurs zu speziellen Gebieten der Kohlenstoffchemie (z.B. auch zu Farbstoffen oder synthetischen Makromolekülen) anzubieten. Auch in diesem Kurs können die Bereiche „Korrelation Struktur und Eigenschaft“ sowie „Reaktionstypen und -mechanismen“ als übergeordnete Leitlinien integriert werden. Fachübergreifende Bezüge sind an vielen Stellen möglich und prägen als weitere Leitlinie die Behandlung der vorgesehenen Themen.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:	Stichworte (zur Auswahl):	Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur
I. Naturstoffe (nach Auswahl von Schwerpunkten) Fette Kohlenhydrate	Bau, Eigenschaften, Reaktionen; Gewinnung und Verarbeitung Fetthärtung (Margarineherstellung) Untersuchung von Speisefett (z.B. Bestimmung der Iodzahl, Verseifungszahl; Gehalt an gesättigten und ungesättigten Fettsäuren) Bedeutung für die Ernährung; Kosmetika Mono-, Di- und Polysaccharide: Vorkommen, Eigenschaften und Strukturen Optische Aktivität und Stereoisomerie	Hierzu in jedem Fall: Bestimmung der Jodzahl Kosmetika freigestellt Hierzu in jedem Fall: Glucose, Fructose, Maltose, Saccharose, Lactose, Stärke, Cellulose Haworth/Fischer Hierzu in jedem Fall: Anomere, Enantiomere, Diastereomere, Racemat, relative Konfiguration

<p>Aminosäuren, Peptide, Polypeptide</p>	<p>Reaktionen / Nachweisreaktionen; Bedeutung und Verwendung</p> <p>Struktur und Eigenschaften natürlicher Aminosäuren</p> <p>Peptidbindung</p> <p>Strukturen und Strukturaufklärung von Eiweißen</p> <p>Vorkommen und Bedeutung</p> <p>Nachweisreaktionen für Aminosäuren und Eiweiße</p> <p>Hydrolyse von Peptiden</p> <p>Zwitter-Ion, isoelektrischer Punkt</p>	<p>Bei den Nachweisreaktionen in jedem Fall: Fehlingsche Probe, Jod-Stärke-Reaktion</p> <p>Strukturaufklärung freigestellt</p> <p>Hierzu in jedem Fall: Biuret- Reaktion und Xanthoprotein- Reaktion phänomenologisch</p>
<p>2. Synthetische Makromoleküle</p>	<p>Klassifizierung von Kunststoffen</p> <p>Aufbau von Makromolekülen</p> <p>Modifizierte Naturstoffe</p> <p>Reaktionstypen zur Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen (Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition)</p> <p>Reaktionsmechanismen</p> <p>Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften</p> <p>Vor- und Nachteile bei der Verarbeitung und Verwendung</p> <p>Umweltprobleme bei der Herstellung, Verarbeitung, Wiederverwertung und Beseitigung</p> <p>Pyrolyse und Recycling; Kunststoffabfälle</p>	<p>Freigestellt</p> <p>Synthesereaktionen von PE, PVC, Polystyrol, Polyester, Polyamide, PU (keine technische Darstellung)</p> <p>Bei der Polymerisation in jedem Fall: Radikalischer Mechanismus</p> <p>Auswahl freigestellt</p> <p>Auswahl freigestellt</p> <p>Auswahl freigestellt</p>
<p>3. Identifizierung von Kohlenstoffverbindungen</p>	<p>Qualitative und quantitative Nachweisverfahren für funktionelle Gruppen</p> <p>Herkömmliche und moderne Analyseverfahren zur Ermittlung der Summenformel und der Konstitutionsformel (z.B. Massenspektroskopie, IR-Spektroskopie)</p>	<p>Auswahl freigestellt</p> <p>Hierzu in jedem Fall: NMR</p>

Der Unterricht in der Sekundarstufe II**3 Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte in den Jahrgangsstufen 11 bis 13****3.3 Die Jahrgangsstufe 13****3.3.1 13.1****GK 13.1****Das Chemische Gleichgewicht****Std.: 36**

Begründung: Chemische Reaktionen sind prinzipiell umkehrbar und führen zu einem Gleichgewichtszustand. Die Erschließung des Themenbereichs erfolgt überwiegend experimentell und anwendungsorientiert. Kinetische Modellvorstellungen zum Chemischen Gleichgewicht und zum Massenwirkungsgesetz dienen einerseits der Veranschaulichung, haben darüber hinaus aber auch eine heuristische Funktion. Das Donator-Akzeptor-Prinzip kann auf eine Vielzahl von Reaktionen angewendet werden. Im Sinne eines fächerübergreifenden Unterrichts ergeben sich vielfältige Möglichkeiten: Die dynamischen Vorgänge chemischer Gleichgewichte sind bei vielen technischen und biologischen Prozessen von grundlegender Bedeutung. Wesentliche Lebensvorgänge beruhen auf dem dynamischen Prinzip der beteiligten Gleichgewichte. Auf- und Abbau körpereigener Stoffe können über eine dynamische Betrachtungsweise gedeutet werden. Technisch wichtige Prozesse in der Chemie setzen Grundkenntnisse über kinetische Zusammenhänge voraus. Die Untersuchung des Ablaufs von Reaktionen führt auch zur Frage der Reaktionsbedingungen und deren Steuerung.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:	Stichworte (zur Auswahl):	Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur
1. Umkehrbare Reaktionen und chemisches Gleichgewicht	<p>Nachweis des gleichzeitigen Vorliegens von Edukten und Produkten an ausgewählten Beispielen (Lösungsgleichgewichte, Gasgleichgewichte, Säure-Base-Gleichgewichte, Redox-Gleichgewichte)</p> <p>Analysemethoden zum Nachweis von Ionen und Molekülen (z.B. Fällungen, Fotometrie)</p> <p>Definition des chemischen Gleichgewichts Modellversuche zum chemischen Gleichgewicht und seiner Einstellung Statische und dynamische Vorstellungen</p>	<p>Als Beispiele hierzu in jedem Fall: Jod-Wasserstoff-Gleichgewicht, Ester-Gleichgewicht, Carbonat-Hydrogencarbonat-Gleichgewicht Fotometrie freigestellt; zu den Fällungen in jedem Fall Nachweis für Halogenidionen, Sulfationen und Carbonationen</p>

2. Massenwirkungsgesetz	Experimentelle Erarbeitung (z.B. Bildung und saure Verseifung eines Esters)	Hierzu in jedem Fall: Bildung und saure Verseifung eines Esters
3. Prinzip vom Zwang	Beeinflussung der Lage von Gleichgewichten durch Druck, Temperatur und Konzentration Anwendungen des Prinzips vom Zwang in Natur, Technik und Industrie; z.B. Haber-Bosch-Verfahren; Ostwald-Verfahren; Kontakt-Verfahren; Hochofenprozess; Methanolherstellung; Gleichgewichte an Membranen	Hierzu in jedem Fall: Haber-Bosch-Gleichgewicht, Boudouard-Gleichgewicht am Bsp. Hochofenprozess Freigestellt
4. Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes	Stärke von Säuren und Basen (pK_S – und pK_B – Werte); Ionenprodukt des Wassers pH-Werte und ihre Berechnung Säure-Base-Indikatoren	Bei den Berechnungen: In jedem Fall Berechnung von pH-Werten starker Säuren und schwacher Säuren mit Hilfe von pK_S -Werten Allgemeines Prinzip

Der Unterricht in der Sekundarstufe II**3 Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte in den Jahrgangsstufen 11 bis 13****3.3 Die Jahrgangsstufe 13****3.3.1 13.1****LK 13.1****Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen****Std.: 63**

Begründung: Die Frage, warum chemische Reaktionen stattfinden, berührt mit „Struktur und Bindung“ sowie „Kinetik und Energetik“ wesentliche Aspekte der allgemeinen Chemie. Gerade die letztgenannte Leitlinie schneidet eine Reihe wichtiger Fragen an (z.B. Richtung einer Reaktion, allgemeine Energieproblematik) und muss für den Unterricht elementarisiert werden. Quantitative Experimente (z.B. Messung und Berechnung von ΔH -Werten) und Betrachtungen (z.B. Entropie und Freie Enthalpie) kennzeichnen das leistungskursorientierte Vorgehen. Die Gibbs-Helmholtz-Gleichung kann experimentell in vereinfachter Form abgeleitet werden. Betrachtungen zum chemischen Gleichgewicht erfolgen experimentell und auf Schwerpunkte bezogen (z.B. Untersuchungen zur Zeitdauer von Reaktionen und sie beeinflussenden Faktoren, zu umkehrbaren Reaktionen oder zur Kennzeichnung des Gleichgewichtszustandes sowie zur Beeinflussung der Lage von Gleichgewichten durch äußere Bedingungen). Analytische und mathematische Verfahren zur Lösung chemischer Probleme erfahren vielfältige Anwendungen. Das Donator-Akzeptor-Prinzip kann auf eine Vielzahl von Reaktionen angewendet werden.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:	Stichworte (zur Auswahl):	Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur
1. Enthalpie, Entropie	Energieformen; Reaktionswärme bei konstantem Druck (Standardbildungs- und Reaktionsenthalpie); Messung einer Reaktionsenthalpie; spontan ablaufende endotherme Vorgänge; Unordnung; Entropie (Standard- und Reaktionsentropie); Energiediagramme; Berechnung von ΔH°_R – Werten	Hierzu in jedem Fall: Gibbs-Helmholtz-Gleichung; exergonische und endergonische Reaktionen; Freie Enthalpie; Berechnung von ΔS°_R – und ΔG°_R – Werten
2. Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	Reaktionszeit; Reaktionsgeschwindigkeit (Definition und experimentelle Ermittlung; c/t – Diagramme); Anwendung analytischer Verfahren zur Messung der Änderung des Reaktionsverlaufs (z.B. Fotometrie, Maßanalyse, Leitfähigkeitsmessungen); Einfluss verschiedener Faktoren (z.B. Stoff, Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad, Druck); Aktivierungsenergie und Katalyse / Katalysatoren	Berechnungen hier freigestellt Freigestellt Als Beispiel hierzu in jedem Fall: Landoltsche Zeitreaktion

<p>3. Umkehrbare Reaktionen und chemisches Gleichgewicht</p>	<p>Modellversuche zum chemischen Gleichgewicht und seiner Einstellung; statische und dynamische Gleichgewichte; Nachweis des gleichzeitigen Vorliegens von Edukten und Produkten an ausgewählten Beispielen: (Lösungsgleichgewichte, Gasgleichgewichte, Protolysen als umkehrbare Reaktionen und Säure-Base-Gleichgewichte) Redox-Gleichgewichte und ihre quantitative Betrachtung (Nernst-Gleichung)</p> <p>Analysemethoden zum Nachweis von Ionen und Molekülen (z.B. Fällungen, Fotometrie)</p> <p>Gleichgewichtszustände an Beispielen</p>	<p>Als Beispiele hierzu in jedem Fall: Jod-Wasserstoff-Gleichgewicht, Ester-Gleichgewicht, Carbonat-Hydrogencarbonat-Gleichgewicht</p> <p>Berechnungen mit Hilfe der Nernst-Gleichung freigestellt</p> <p>Fotometrie freigestellt; zu den Fällungen in jedem Fall Nachweis für Halogenidionen, Sulfationen und Carbonationen s.o.</p>
<p>4. Massenwirkungsgesetz</p>	<p>Experimente zum und Anwendung des Massenwirkungsgesetzes (z.B. Bildung oder saure Verseifung eines Esters)</p>	<p>Hierzu in jedem Fall: Bildung und saure Verseifung eines Esters</p>
<p>5. Prinzip vom Zwang</p>	<p>Beeinflussung der Lage von Gleichgewichten durch Druck, Temperatur und Konzentration; Anwendung des Prinzips vom Zwang in der Natur, Technik und Industrie an Beispielen (Haber-Bosch-Verfahren; Ostwald-Verfahren; Kontakt-Verfahren; Hochofenprozess; Methanolherstellung; Gleichgewichte an Membranen; Redox-Gleichgewichte; Methyl-tert.-butylether-Synthese; Biotechnologische Herstellung von Zitronensäure etc.)</p>	<p>Hierzu in jedem Fall: Haber-Bosch-Gleichgewicht, Boudouard-Gleichgewicht am Bsp. Hochofenprozess</p>
<p>6. Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes</p>	<p>Autoprotolyse und Ionenprodukt des Wassers; auch mehrstufige Protolysen und Protolysen von Salz-Lösungen; pH-Werte und ihre Berechnung; Stärke von Säuren und Basen (pK_S – und pK_B - Werte)</p> <p>Säure-Basen-Indikatoren</p>	<p>Keine Berechnungen bei mittelstarken Säuren und Basen</p> <p>Hierzu in jedem Fall: Titration jeweils einer schwachen und einer starken einprotonigen Säure; Interpretation von Titrationskurven</p>