

## Handreichungen zum Lehrplan Chemie

Die vorliegenden Handreichungen geben die im Lehrplan für jede Jahrgangsstufe angegebenen Themen wieder. Ebenso ist die tabellarische Anordnung der verbindlichen Unterrichtsinhalte/Aufgaben, aus dem Lehrplan entnommen. Für die abiturrelevanten Kurse (Q1 bis Q3) ist auf der rechten Seite die Spalte „Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur“ hinzugefügt. Allgemeine Prinzipien der Chemie können an unterschiedlichen Inhalten festgemacht werden. Der Lehrplan lässt hinsichtlich der in Klammern gesetzten Beispiele Wahlmöglichkeiten offen. An diesen Stellen präzisiert der 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 I bis III für alle Prüflinge vergleichbar sind.

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

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die für die landesweit einheitlichen Prüfungsaufgaben relevanten verbindlichen Unterrichtsinhalte nicht durch die hier formulierten Präzisierungen beschränkt werden. Vielmehr sind die Präzisierungen immer im Kontext des Lehrplans zu verstehen. Die Inhalte der Sekundarstufe I sowie der Einführungsphase dienen als Grundlagenwissen.

| Q1 GK   |  | Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen I:<br>Kohlenwasserstoffverbindungen und funktionelle Gruppen   |
|---|--|---|
| Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben  |  | Präzisierung im Hinblick auf<br>das Landesabitur  |
| <b>1. Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen</b> |  |   |
| Alkane, Alkene, Alkine, Halogenkohlenwasserstoffe                               | Auf der Grundlage der Unterrichtsinhalte von E2: (Nomenklatur, homologe Reihen, Isomerie, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen)   |   |
|   | Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution   |   |
|   | Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der Addition von Molekülen des Typs $X_2$ an C-C-Mehrfachbindung (Nachweis der C-C-Doppelbindung mit Brom)   |   |
| <b>2. Alkanole</b>  | Auf der Grundlage der Unterrichtsinhalte von E2: (Nomenklatur, Homologe Reihen, Isomerie, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen)   |   |
|   | Reaktionen der Alkanole; Reaktionstyp der Substitution; Redox-Reaktionen primärer und sekundärer Alkanole; Unterschied zu tert. Alkanolen, Anwendung von Oxidationszahlen<br>Mehrwertige Alkanole (Glycol, Glycerin): Verwendung, Eigenschaften und Reaktionen | Zu chemischen Reaktionen auch: Verbrennung und unvollständige Oxidation<br>Anwendung von Oxidationszahlen; als Oxidationsmittel in jedem Fall: Kupfer-(II)-oxid, Dichromat- Ionen |
| <b>3. Carbonylverbindungen</b>  | Strukturmerkmal der Aldehydgruppe<br>Eigenschaften und Verwendung von Methanal und Ethanal   |   |
|   | Nachweis der reduzierenden Wirkung der Aldehydgruppe   | hierzu in jedem Fall: Fehlingsche Probe   |
|   | Ketone   |   |

| Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben            |  | Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur  |
|---|--|--|
| <b>4. Alkansäuren und ihre Derivate</b>             | Homologe Reihe und ausgewählte Eigenschaften von Monocarbonsäuren; Salze | bei der Acidität in jedem Fall auch: positiver und negativer induktiver Effekt         |
|   | Ester und ihre Bedeutung (Fruchtessenzen und Lösungsmittel)              |  |
|   | Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der Esterbildung und Esterspaltung | bei der Esterspaltung in jedem Fall: <i>alkalische</i> Hydrolyse (nach Schul-Lehrbuch) |
|   | Derivate der Monocarbonsäuren (Hydroxy- und Aminosäuren)                 | struktureller Aufbau   |
| <b>5. Aromatische Kohlenwasserstoffverbindungen</b> | Benzen: Eigenschaften und aromatische Struktur; Mesomerie                | Mesomeriemodell (kein Orbitalmodell)   |
|   | Geschichte der Strukturaufklärung des Benzens                            | freigestellt   |
|   | Homologe und Derivate des Benzens  |  |

| Q2 GK                                    |   | Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen II:<br>Technisch und biologisch wichtige Kohlenwasserstoff-<br>verbindungen  |
|--|---|---|
| Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben |   | Präzisierung im Hinblick auf<br>das Landesabitur  |
| <b>1. Naturstoffe</b>                    |   |   |
| Fette                                    | Bau, Eigenschaften, Reaktionen;<br>Gewinnung und Verarbeitung;<br>Bedeutung für die Ernährung | bei Bau und Eigenschaften in jedem<br>Fall auch Unterscheidung von<br>gesättigten und ungesättigten<br>Fettsäureresten;<br>bei Reaktionen in jedem Fall:<br>alkalische Hydrolyse von Fetten;<br>Bedeutung für die Ernährung<br>freigestellt |
| Kohlenhydrate                            | Mono-, Di- und Polysaccharide:<br>Vorkommen, Eigenschaften und<br>Strukturen                  | hierzu in jedem Fall: Glucose,<br>Fructose, Maltose, Saccharose,<br>Stärke, Cellulose; Haworth/Fischer  |
|  | Optische Aktivität und<br>Stereoisomerie  | hierzu in jedem Fall:<br>asymmetrisches C-Atom; D-/L-<br>Konfiguration; Enantiomere;<br>Racemat; Anomere  |
|  | Reaktionen/Nachweisreaktionen;<br>Bedeutung und Verwendung                                    | bei den Nachweisen in jedem Fall:<br>Fehlingsche Probe, Iod-Stärke-<br>Reaktion   |
| Aminosäuren, Peptide,<br>Polypeptide     | Struktur und Eigenschaften<br>natürlicher Aminosäuren<br>Peptidbindung                        | hierzu in jedem Fall:<br>Zwitterionenstruktur; isoelektrischer<br>Punkt   |
|  | Strukturen und Strukturaufklärung<br>von Eiweißen   | Strukturaufklärung freigestellt   |
|  | Vorkommen und Bedeutung   |   |
|  | Nachweisreaktionen für<br>Aminosäuren und Eiweiße   | freigestellt  |
|  | Hydrolyse von Peptiden  | Mechanismus freigestellt  |

| Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben |   | Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur   |
|--|---|---|
| <b>2. Synthetische Makromoleküle</b>     | Klassifizierung von Kunststoffen  |   |
|  | Aufbau von Makromolekülen   |   |
|  | Modifizierte Naturstoffe  | freigestellt  |
|  | Reaktionstypen zur Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen (Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition)               | Synthesereaktionen von PE, PVC, Polystyrol, Polyester, Polyamide, PU (keine technische Darstellung)<br><br>bei Polymerisation: In jedem Fall: Mechanismus der <i>radikalischen</i> Polymerisation |
|  | Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften   |   |
|  | Vor- und Nachteile bei der Verarbeitung und Verwendung  | freigestellt  |
|  | Umweltprobleme bei der Herstellung, Verarbeitung, Wiederverwertung und Beseitigung; Pyrolyse und Recycling; Kunststoffabfälle | freigestellt  |

| Q3 GK  |   | Das Chemische Gleichgewicht  |
|--|---|--|
| Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben                     |   | Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur  |
| <b>1. Umkehrbare Reaktionen und chemisches Gleichgewicht</b> | Nachweis des gleichzeitigen Vorliegens von Edukten und Produkten an ausgewählten Beispielen (Lösungsgleichgewichte, Gasgleichgewichte, Säure-Base-Gleichgewichte, Redox-Gleichgewichte) | als Beispiele hierzu in jedem Fall: Iod-Wasserstoff-Gleichgewicht, Ester-Gleichgewicht<br><br>Stoffmengen- und Konzentrationsberechnungen (molare Masse, molares Volumen etc.) |
|  | Analysemethoden zum Nachweis von Ionen und Molekülen (z. B. Fällungen, Fotometrie)  | hierzu in jedem Fall: Nachweis für Halogenidionen und Kohlenstoffdioxid  |
|  | Definition des chemischen Gleichgewichts  |  |
|  | Modellversuche zum chemischen Gleichgewicht und seiner Einstellung  |  |
|  | Statische und dynamische Vorstellungen  |  |
| <b>2. Massenwirkungsgesetz</b>                               | Experimentelle Erarbeitung (z. B. Bildung und saure Hydrolyse eines Esters)   | hierzu in jedem Fall: Bildung und saure Hydrolyse eines Esters;  |
|  | Berechnung von Gleichgewichtskonstanten   | Berechnungen zur Massenwirkungskonstante aus gegebenen Gleichgewichtskonzentrationen   |
| <b>3. Prinzip vom Zwang</b>                                  | 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             | hierzu in jedem Fall: Haber-Bosch-Verfahren mit Ammoniakgleichgewicht  |
|  | Gleichgewichte an Membranen   | freigestellt   |
| <b>4. Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes</b>             | Stärke von Säuren und Basen ( $pK_S$ - und $pK_B$ -Werte); Ionenprodukt des Wassers   |  |
|  | pH-Werte und ihre Berechnung  | bei den Berechnungen: in jedem Fall Berechnung von pH-Werten starker Säuren/Basen sowie von pH-Werten schwacher Säuren mit Hilfe von $pK_S$ -Werten                            |
|  | Säure-Base-Indikatoren  | allgemeines Prinzip  |

| Q1 LK   | <b>Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen I:<br/>Kohlenwasserstoffverbindungen und funktionelle Gruppen</b>   |  |
|---|---|--|
|   | <b>Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben</b>   | <b>Präzisierung im Hinblick auf<br/>das Landesabitur</b>   |
| <b>1. Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen</b> |   |  |
| Alkane, Cycloalkane, Alkene, Alkine, Halogenkohlenwasserstoffe                  | Auf der Grundlage der Unterrichtsinhalte von E2: (Nomenklatur, homologe Reihen, Isomerie, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen)                                  |  |
|   | Nomenklatur, räumliche Strukturen (Konstitution/Konfiguration), Isomerie (E/Z-Isomerie); induktive Effekte  |  |
|   | Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution  |  |
|   | Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition ( $X_2$ , HX) und der Eliminierung; Nachweis der C-C-Mehrfachbindung (Addition von Brom)     | hierzu in jedem Fall: Einfluss des positiven und des negativen induktiven Effektes auf die Addition; <b>keine</b> Differenzierung nach E <sub>1</sub> und E <sub>2</sub> .       |
| <b>2. Alkanole</b>  | Auf der Grundlage der Unterrichtsinhalte von E2: (Nomenklatur, Homologe Reihen, Isomerie/Konstitutionsisomerie, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen)            | zu chemischen Reaktionen auch: Verbrennung und unvollständige Oxidation<br>Anwendung von Oxidationszahlen; als Oxidationsmittel in jedem Fall: Kupfer-(II)-oxid, Dichromat-Ionen |
|   | Reaktionen der Alkanole; Reaktionstypen (Substitution, Alkanolatbildung)  |  |
|   | Reaktionsmechanismus der nukleophilen Substitution (S <sub>N</sub> 1 und S <sub>N</sub> 2); induktive/sterische Effekte                                       |  |
|   | Redox-Reaktionen primärer und sekundärer Alkanole; Unterschied zu tert. Alkanolen, Anwendung von Oxidationszahlen, Nachweis der organischen Reaktionsprodukte |  |

| Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben |  | Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur  |
|--|--|--|
|  | Mehrwertige Alkanole (Glycol, Glycerin): Verwendung, Eigenschaften und Reaktionen          |  |
| <b>3. Carbonylverbindungen</b>           | Strukturmerkmal der Aldehydgruppe<br>Eigenschaften und Verwendung von Methanal und Ethanal |  |
|  | Nachweis der reduzierenden Wirkung der Aldehydgruppe                                       | hierzu in jedem Fall: Fehlingsche Probe  |
|  | Additionsreaktionen  | hierzu in jedem Fall: Hydratisierung, Acetalbildung                                    |
|  | Ketone, Bindungsverhältnisse der Keto-Gruppe   |  |
| <b>4. Alkansäuren und ihre Derivate</b>  | Homologe Reihe und ausgewählte Eigenschaften von Monocarbonsäuren; Salze                   | bei der Acidität in jedem Fall auch: positiver und negativer induktiver Effekt         |
|  | Ester und ihre Bedeutung (Fruchtessenzen und Lösungsmittel)                                |  |
|  | Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der Esterbildung und Esterspaltung                   | bei der Esterspaltung in jedem Fall: <i>alkalische</i> Hydrolyse (nach Schul-Lehrbuch) |
|  | Derivate der Monocarbonsäuren (Hydroxy- und Aminosäuren, Halogenalkansäuren)               | struktureller Aufbau   |
|  | Beispiele für Di-/Trisäuren  |  |
| Spiegelbildisomerie                      | Milchsäure, Weinsäure, asymmetrisches Kohlenstoffatom, Fischer-Projektion                  |  |

| Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben            |  | Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur   |
|---|--|---|
| <b>5. Aromatische Kohlenwasserstoffverbindungen</b> | Benzen: Eigenschaften und aromatische Struktur; Mesomerie  |   |
|   | Geschichte der Strukturaufklärung des Benzens  | freigestellt  |
|   | Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution   | hierzu in jedem Fall: Mechanismus der Halogenierung, Nitrierung; positive und negative mesomere Effekte |
|   | Reaktionsmechanismus der elektrophilen Zweitsubstitution   | hierzu in jedem Fall auch: dirigierende Wirkung des Ersts substituieren                                 |
| Homologe und Derivate des Benzens                   | hierzu in jedem Fall: Phenol, Anilin, Toluol<br><br>hierzu in jedem Fall: <i>vereinfachtes</i> Orbitalmodell zu pi- und sigma-Bindung ( <i>keine</i> HOMO-, LUMO-Zustände), Hybridisierung (sp, sp <sup>2</sup> , sp <sup>3</sup> ) im Hinblick auf C- und O-Atome |   |

| Q2 LK                                    |   | <b>Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen II:<br/>Technisch und biologisch wichtige Kohlenwasserstoff-<br/>verbindungen</b>   |
|--|---|---|
| Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben |   | <b>Präzisierung im Hinblick auf<br/>das Landesabitur</b>  |
| <b>1. Naturstoffe</b>                    |   |   |
| Fette                                    | Bau, Eigenschaften, Reaktionen;<br>Gewinnung und Verarbeitung   | Gewinnung und Verarbeitung<br>freigestellt;<br>bei Bau und Eigenschaften in jedem<br>Fall auch Unterscheidung von<br>gesättigten und ungesättigten<br>Fettsäureresten |
|  | Fetthärtung (Margarineherstellung)  |   |
|  | Untersuchung von Speisefett (z. B.<br>Bestimmung der Iodzahl,<br>Verseifungszahl; Gehalt an<br>gesättigten und ungesättigten<br>Fettsäuren) | freigestellt  |
|  | Bedeutung für die Ernährung;<br>Kosmetika   | freigestellt  |
| Kohlenhydrate                            | Mono-, Di- und Polysaccharide:<br>Vorkommen, Eigenschaften und<br>Strukturen  | hierzu in jedem Fall: Glucose,<br>Fructose, Maltose, Saccharose,<br>Lactose, Stärke, Cellulose;<br>Haworth/Fischer  |
|  | Optische Aktivität und<br>Stereoisomerie  | hierzu in jedem Fall:<br>asymmetrisches C-Atom;<br>D-/L-Konfiguration; Enantiomere;<br>Racemat; Diastereomere; Anomere  |
|  | Reaktionen/Nachweisreaktionen;<br>Bedeutung und Verwendung  | bei den Nachweisreaktionen in<br>jedem Fall: Fehlingsche Probe,<br>Jod-Stärke-Reaktion  |
| Aminosäuren, Peptide,<br>Polypeptide     | Struktur und Eigenschaften<br>natürlicher Aminosäuren   |   |
|  | Peptidbindung   |   |
|  | Strukturen und Strukturaufklärung<br>von Eiweißen   | Strukturaufklärung freigestellt   |
|  | Vorkommen und Bedeutung   |   |
|  | Nachweisreaktionen für<br>Aminosäuren und Eiweiße   | freigestellt  |
|  | Hydrolyse von Peptiden  | Mechanismus freigestellt  |
|  | Zwitter-Ion, isoelektrischer Punkt  |   |

| Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben |   | Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur   |
|--|---|---|
| <b>2. Synthetische Makromoleküle</b>     | Klassifizierung von Kunststoffen  |   |
|  | Aufbau von Makromolekülen   |   |
|  | Modifizierte Naturstoffe  | freigestellt  |
|  | Reaktionstypen zur Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen (Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition) | Synthesereaktionen von PE, PVC, Polystyrol, Polyester, Polyamide, PU (keine technische Darstellung) |
|  | Reaktionsmechanismen  | bei der Polymerisation in jedem Fall: Radikalischer Mechanismus                                     |
|  | Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften   |   |
|  | Vor- und Nachteile bei der Verarbeitung und Verwendung  | freigestellt  |
|  | Umweltprobleme bei der Herstellung, Verarbeitung, Wiederverwertung und Beseitigung                              | freigestellt  |
|  | Pyrolyse und Recycling; Kunststoffabfälle   | freigestellt  |

| Q3 LK  |   | Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen  |  |
|--|---|--|--|
| Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben                     |   | Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur  |  |
| <b>1. Enthalpie, Entropie</b>                                | Energieformen; Reaktionswärme bei konstantem Druck (Standardbildungs- und Reaktionsenthalpie); Messung einer Reaktionsenthalpie; spontan ablaufende endotherme Vorgänge; Unordnung; Entropie (Standard- und Reaktionsentropie); Energiediagramme; Berechnung von $\Delta H_R^\circ$ -Werten                             |  |  |
|  | <b>2. Geschwindigkeit chemischer Reaktionen</b>   | Reaktionszeit; Reaktionsgeschwindigkeit (Definition und experimentelle Ermittlung; c/t-Diagramme)  | Berechnungen hier freigestellt   |
|  |   | Anwendung analytischer Verfahren zur Messung der Änderung des Reaktionsverlaufs (z. B. Fotometrie, Maßanalyse, Leitfähigkeitsmessungen)          | freigestellt   |
|  |   | Einfluss verschiedener Faktoren (z. B. Stoff, Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad, Druck); Aktivierungsenergie und Katalyse/Katalysatoren | Berechnungen hier freigestellt   |
| <b>3. Umkehrbare Reaktionen und chemisches Gleichgewicht</b> | 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) | als Beispiele hierzu in jedem Fall: Iod-Wasserstoff-Gleichgewicht, Ester-Gleichgewicht   | Stoffmengen- und Konzentrationsberechnungen (molare Masse, molares Volumen etc.) |
|  | Redox-Gleichgewichte und ihre quantitative Betrachtung (Nernst-Gleichung)   | Berechnungen mit Hilfe der Nernst-Gleichung freigestellt   |  |
|  | Analysemethoden zum Nachweis von Ionen und Molekülen (z. B. Fällungen, Fotometrie)  | hierzu in jedem Fall: Nachweis für Halogenidionen und Kohlenstoffdioxid  |  |
|  | Gleichgewichtszustände an Beispielen  |  |  |

| Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben         |   | Präzisierung im Hinblick auf das Landesabitur  |
|--|---|--|
| <b>4. Massenwirkungsgesetz</b>                   | Experimente zum und Anwendung des Massenwirkungsgesetzes (z. B. Bildung oder saure Hydrolyse eines Esters)  | hierzu in jedem Fall: Bildung und saure Hydrolyse eines Esters   |
|  | Berechnung von Gleichgewichtskonstanten   |  |
| <b>5. Prinzip vom Zwang</b>                      | 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.) | hierzu in jedem Fall: Haber-Bosch-Verfahren mit Ammoniakgleichgewicht  |
| <b>6. Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes</b> | Autoprotolyse und Ionenprodukt des Wassers; auch mehrstufige Protolysen und Protolysen von Salzlösungen; pH-Werte und ihre Berechnung; Stärke von Säuren und Basen ( $pK_S$ - und $pK_B$ -Werte)  | Berechnungen bei starken und schwachen Säuren bzw. Basen (pH-Werte, $pK_S$ - und $pK_B$ -Werte)  |
|  | Säure-Basen-Indikatoren   | hierzu in jedem Fall: Titration jeweils einer schwachen und einer starken einprotonigen Säure; Interpretation von Titrationskurven mit Berechnungen zu Ausgangskonzentration und Äquivalenzpunkt |

Stand: 20.06.2012