



Schuleigener Arbeitsplan

Version für Schülerinnen und Schüler

für den Fachunterricht Chemie in den Jahrgängen 12 und 13

am Gymnasium Am Kattenberge, Buchholz

basierend auf dem niedersächsischen Kerncurriculum für das Gymnasium für das Fach Chemie (2022)

gültig ab dem Schuljahr 2020/2021 laut Beschluss der Fachkonferenz vom 12.01.2021,
geändert auf den Fachkonferenzen am 22.11.2022, 09.01.2024 und 10.12.2024.

Schulbuch

Der Arbeitsplan orientiert sich an der inhaltlichen Themenabfolge des Lehrwerks, dessen Nutzung auf der Fachkonferenz am 02.04.2024 beschlossen wurde:

- J. Peters (Hg.), *Fokus Chemie Qualifikationsphase Niedersachsen*, Cornelsen, Berlin, **2023**, ISBN 978-3-06-011327-9.

Formelsammlung

Auf der Fachkonferenz am 10.12.2024 wurde die Nutzung der folgenden Formelsammlung beschlossen, die auch als Hilfsmittel in Klausuren zugelassen ist:

- Mathematisch-Naturwissenschaftliche Formelsammlung*, Westermann, Braunschweig, **2024**, ISBN 978-3-14-127795-1.

Diese Formelsammlung basiert inhaltlich auf der vom IQB verfassten Formelsammlung, die unter <https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/dokumente/naturwissenschaften/> zu finden ist.

Klausuren

Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau (5 Wochenstunden)

Semester	12.1	12.2	13.1	13.2
Anzahl	2	1	1	1
Dauer	90 min	135 min	270 min	90 min
Anteil	50 %	40 %	40 %	50 %

Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau (3 Wochenstunden)

Semester	12.1	12.2 (P4, P5)	12.2 (EF)	13.1 (P4)	13.1 (P5, EF)	13.2
Anzahl	1	2	1 (erster Termin)	1 (Probeabitur)	1 (erster Termin)	1
Dauer	90 min	90 min	90 min	220 min	90 min	90 min
Anteil	40 %	50 %	40 %	40 %	40 %	50 %

Die Leistungen der Klausuren werden pro Semester im Punktesystem nach dem Bewertungsmaßstab der schriftlichen Abiturprüfung bewertet.

ab Prozent	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	33	27	20	00
Punkte	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00

Inhaltliche Konkretisierung und Kompetenzzuordnung

Übersicht der festgelegten Semesterthemen und der Themenabfolge.

Semester	Semesterthema	Themenabfolge		Buchkapitel	
12.1	Energetik, Kinetik und chemisches Gleichgewicht	A	Energetik	3	Energetik
		B	Kinetik und chemisches Gleichgewicht	4	Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht
12.2	Donator-Akzeptor-Reaktionen	C	Säure-Base-Reaktionen	5	Säure-Base-Reaktionen
		D	Redox-Reaktionen	6	Von Redoxreaktionen zu elektrochemischen Anwendungen
13.1	Organische Chemie	E	Organische Chemie	7	Stoffklassen der organischen Chemie
				8	Reaktionswege für organische Produkte
				9	Aromatische Kohlenwasserstoffe
13.2	Makromoleküle	F	Makromoleküle	10	Moderne Werkstoffe und Nanomaterialien
				11	Kohlenhydrate und Proteine

Die Tabellen auf den Folgeseiten konkretisieren die Inhalte der Themen und ordnen die Kompetenzen aus dem Kerncurriculum zu. Die Angaben zur Dauer verstehen sich als Richtwerte und können je nach Leistungsstand der Lerngruppe variieren.

Wettbewerbe

- *Internationale Chemie Olympiade (IChO)*

Die Aufgaben kommen im Frühling, interessierte Schüler wenden sich bitte an Gd. Informationen auf <https://wettbewerbe.ipn.uni-kiel.de/icho/>.

- *Jugend forscht (JuFo)*

Der Einstieg in *Jugend forscht*-Projekte ist jederzeit möglich, interessierte SuS wenden sich bitte an Gd. Informationen auf www.jugend-forscht.de.

- *Dechemax*

Die erste Runde ist eine Online-Runde auf www.dechemax.de, beginnt im November/Dezember.

0 Organisation und Grundlagen (12.1, 1 Woche)

Inhaltliche Konkretisierung

weitere Hinweise

01 Sicherheit

- Sicherheitsbesprechung (zu Beginn jedes Semesters)
- persönliche Schutzbrille

02 Organisation

- Klausurplan, Notentransparenz
- Verweis auf SAP auf der Homepage
- Arbeitsweisen in Sek. II

03 Wiederholung und Lernvoraussetzungen

- Operatorenliste
- Formelsammlung
- Wiederholung relevanter Inhalte aus den Vorjahren

Die drei Basiskonzepte laut KC 2022:

- Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen
- Konzept der chemischen Reaktion
- Energiekonzept

A Energetik (12.1)

Inhaltliche Konkretisierung
(*Buchkapitel kursiv*)

Kompetenzen mit den Kompetenzbereichen: Sachkompetenz (SK), Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK), Kommunikationskompetenz (KK), Bewertungskompetenz (BK)
Themengebiet im KC: Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen (E)

A1 Grundlagen der Energetik

- **Chemische Reaktionen und Energie (3.1)**
 - Energieerhaltung
 - innere Energie, chemische Energie
 - thermodynamische Systeme, System und Umgebung

- | | | | |
|---|----|----|--|
| 1 | E1 | SK | beschreiben die innere Energie eines stofflichen Systems als Summe aus Kernenergie, chemischer Energie und thermischer Energie dieses Systems. |
| 2 | E1 | KK | übersetzen die Alltagsbegriffe „Energiequelle“, „Wärmeenergie“, „verbrauchte Energie“ und „Energieverlust“ in Fachsprache. |
| 3 | E2 | SK | nennen den ersten Hauptsatz der Thermodynamik. |

A2 Kalorimetrie

- **Reaktionswärme und Kalorimetrie (3.2)**
 - Reaktionswärme und Reaktionsenthalpie
 - Kalorimetrie
 - Wärmekapazität
- **Bestimmung der Wärmekapazität eines Kalorimeters**

- | | | | |
|---|----|----|--|
| 4 | E2 | SK | erklären die Enthalpieänderung als ausgetauschte Wärme bei konstantem Druck. |
|---|----|----|--|

A3 Enthalpie

- **Lösungsenthalpie (3.3)**
 - Gitterenthalpie
 - Hydratationsenthalpie
 - Prozesse auf Teilchenebene
- **Reaktionsenthalpien (3.4)**
 - molare Standard-Reaktionsenthalpie
 - Verbrennungsenthalpie, Heizwert
- **Satz von Hess (3.5)**
 - molare Standard-Bildungsenthalpie
 - Reaktionsenthalpien aus Bildungsenthalpien berechnen

- | | | | |
|----|----|----|---|
| 5 | E2 | SK | nennen die Definition der Standard-Bildungsenthalpie. |
| 6 | E2 | SK | beschreiben den unterschiedlichen Energiegehalt von Modifikationen. |
| 7 | E2 | EK | führen Experimente zur Ermittlung von Reaktionsenthalpien in einfachen Kalorimetern durch und reflektieren ihre Ergebnisse. |
| 8 | E2 | EK | erklären die Lösungsenthalpie als Summe aus Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie. |
| 9 | E2 | EK | nutzen den Satz von Hess, um Reaktionsenthalpien zu berechnen. |
| 10 | E2 | EK | nutzen tabellierte Daten zur Berechnung von Standard-Reaktionsenthalpien aus Standard-Bildungsenthalpien. |
| 11 | E2 | KK | stellen die Enthalpieänderungen in einem Enthalpiediagramm dar. |
| 12 | E2 | KK | interpretieren Enthalpiediagramme. |
| 13 | E2 | BK | beurteilen ausgewählte Prozesse ihrer Lebenswelt aus energetischer Perspektive. |
| 14 | E2 | BK | beurteilen ökologische und ökonomische Aspekte herkömmlicher und alternativer Energieträger |

A4 Entropie und freie Enthalpie (nur eA)

- **Entropie (3.7)**
 - freiwillige Prozesse
 - Entropie und Unordnung
- **Reaktionsentropie**
 - molare Standard-Reaktionsentropie
- **Freiwilligkeit chemischer Reaktionen (3.8)**
 - Gibbs-Helmholtz-Gleichung
 - molare freie Standard-Reaktionsenthalpie

- | | | | |
|----|----|----|--|
| 15 | E3 | SK | nennen den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (eA). |
| 16 | E3 | SK | beschreiben die Entropie eines Systems (eA). |
| 17 | E3 | SK | erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (eA). |
| 18 | E3 | SK | beschreiben Energieentwertung als Zunahme der Entropie (eA). |
| 19 | E4 | SK | beschreiben die Aussagekraft der freien Enthalpie (eA). |
| 20 | E4 | SK | führen Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durch (eA). |
| 21 | E4 | KK | nutzen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung, um Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse zu machen (eA). |

B Kinetik und chemisches Gleichgewicht (12.1)

Inhaltliche Konkretisierung
(Buchkapitel kursiv)

Kompetenzen mit den Kompetenzbereichen: Sachkompetenz (SK), Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK), Kommunikationskompetenz (KK), Bewertungskompetenz (BK)
Themengebiete im KC: Energetische und kinetische Aspekte chem. Reaktionen (E), Chemisches Gleichgewicht (G)

B1 Kinetik

- **Reaktionsgeschwindigkeit (4.1)**
 - **Konzentrations-Zeit-Diagramme**
 - mittlere Reaktionsgeschwindigkeit
 - momentane Reaktionsgeschwindigkeit
 - **Modell der wirksamen Stöße**
 - Geschwindigkeitsgleichung
 - Stoßtheorie
 - **Energiediagramme**
 - Kinetische Energie, Aktivierungsenergie
 - Übergangszustand
 - **Katalyse**
 - Heterogene Katalyse
 - Homogene Katalyse
 - Autokatalyse

- | | | | |
|----|----|----|--|
| 22 | E5 | SK | beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie. |
| 23 | E5 | EK | nutzen die Modellvorstellung des Übergangszustands zur Beschreibung der Katalysatorwirkung. |
| 24 | E5 | KK | stellen die Wirkung eines Katalysators in einem Energiediagramm dar. |
| 25 | E5 | BK | beurteilen den Einsatz von Katalysatoren in technischen Prozessen. |
| 26 | E6 | SK | definieren den Begriff der Reaktionsgeschwindigkeit als Änderung der Stoffmengenkonzentration pro Zeiteinheit. |
| 27 | E6 | SK | erklären den Einfluss von Temperatur, Druck, Stoffmengenkonzentration und Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe der Stoßtheorie. |
| 28 | E6 | EK | planen geeignete Experimente zum Einfluss von Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und führen diese durch. |
| 29 | E6 | KK | recherchieren zu technischen Verfahren in unterschiedlichen Quellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA). |
| 30 | E6 | BK | beschreiben die Bedeutung unterschiedlicher Reaktionsgeschwindigkeiten alltäglicher Prozesse. |
| 31 | E6 | BK | beurteilen die Steuerungsmöglichkeiten von chemischen Reaktionen in technischen Prozessen. |

B2 Beschreibung chemischer Gleichgewichte

- **Umkehrung von Vorgängen (4.2)**
 - **Dynamisches Gleichgewicht**
- **Chemisches Gleichgewicht (4.3)**
- **Massenwirkungsgesetz (4.4)**

- | | | | |
|----|----|----|--|
| 32 | G1 | SK | beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene. |
| 33 | G1 | SK | beschreiben die Notwendigkeit eines geschlossenen Systems für die Einstellung des chemischen Gleichgewichts. |
| 34 | G1 | SK | unterscheiden zwischen Ausgangskonzentration und Gleichgewichtskonzentration. |
| 35 | G1 | SK | stellen den Term für die Gleichgewichtskonstante (K_c) auf (Massenwirkungsgesetz). |
| 36 | G1 | SK | treffen anhand der Gleichgewichtskonstanten Aussagen zur Lage des Gleichgewichts. |
| 37 | G1 | SK | berechnen Gleichgewichtskonstanten und Gleichgewichtskonzentrationen (eA). |
| 38 | G1 | EK | führen Experimente zum chemischen Gleichgewicht durch. |
| 39 | G1 | EK | schließen aus Versuchsdaten auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts. |
| 40 | G1 | EK | schließen aus einem Modellversuch auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts. |
| 41 | G1 | EK | diskutieren die Übertragbarkeit von Modellvorstellungen. |
| 42 | G1 | KK | nutzen das Modell zur Erklärung des chemischen Gleichgewichts. |

B3 Einflüsse auf das chemische Gleichgewicht

- **Störung des chemischen Gleichgewichts (4.5)**
 - Prinzip von Le Chatelier
 - Einflussfaktoren auf das chem. Gleichgewicht
- **Das Haber-Bosch-Verfahren (S. 120/121)**

- | | | | |
|----|----|----|---|
| 43 | G2 | SK | beschreiben den Einfluss von Stoffmengenkonzentration, Druck und Temperatur auf den Gleichgewichtszustand (Prinzip von Le Chatelier). |
| 44 | G2 | EK | beschreiben, dass die Gleichgewichtskonstante temperaturabhängig ist. |
| 45 | G2 | SK | beschreiben, dass Katalysatoren die Einstellung des chemischen Gleichgewichts beschleunigen. |
| 46 | G2 | SK | beschreiben homogene und heterogene Katalyse in technischen Prozessen. |
| 47 | G2 | KK | führen Experimente zu Einflüssen auf die Lage des chemischen Gleichgewichts |

			durch.
48	G2	KK	recherchieren in unterschiedlichen Quellen und überprüfen deren Vertrauenswürdigkeit.
50	G2	BK	analysieren und beurteilen Inhalte unterschiedlicher Quellen.
49	G2	KK	beschreiben die Möglichkeiten zur Steuerung technischer Prozesse mithilfe des Massenwirkungsgesetzes.
51	G2	BK	bewerten die Bedeutung der Beeinflussung chemischer Gleichgewichte in der Industrie und in der Natur.

B4 Löslichkeit von Salzen

- **Löslichkeitsgleichgewicht und Löslichkeitsprodukt (4.6)**
 - dynamisches Löslichkeitsgleichgewicht
 - Löslichkeitsprodukt
 - **Löslichkeitsprodukt und Fällungsreaktionen**

52	G3	SK	beschreiben Löslichkeitsgleichgewichte als heterogene Gleichgewichte (eA).
53	G3	SK	nennen das Löslichkeitsprodukt (eA).
54	G3	EK	nutzen Tabellendaten, um Aussagen zur Löslichkeit von Salzen zu treffen (eA).
55	G3	EK	nutzen Tabellendaten zur Erklärung von Fällungsreaktionen (eA).
56	G3	KK	beschreiben das Prinzip von Fällungsreaktionen zum Nachweis von Halogenid-Ionen (eA).

C Säure-Base-Reaktionen (12.2)

Inhaltliche Konkretisierung
(*Buchkapitel kursiv*)

Kompetenzen mit den Kompetenzbereichen: Sachkompetenz (SK), Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK), Kommunikationskompetenz (KK), Bewertungskompetenz (BK)
Themengebiet im KC: Protonenübertragungsreaktionen (P)

C1 Brönsted-Säuren und Brönsted-Basen

- **Entwicklung des Säure-Base-Begriffs (5.1)**
 - saure, alkalische, neutrale Lösungen
 - Arrhenius-Säure-Base-Konzept
 - Brönsted-Säure-Base-Konzept
 - Protolyse, Protonendonator, Protonenakzeptor
- **Autoprotolyse des Wassers (5.2)**
 - Autoprotolyse
 - Ionenprodukt des Wassers
- **pH- und pOH-Wert (5.3)**

- | | | | |
|----|----|----|---|
| 57 | P1 | SK | erläutern die Säure-Base-Theorie nach Brönsted. |
| 58 | P1 | SK | stellen Protolysegleichungen auf und kennzeichnen korrespondierende Säure-Base-Paare. |
| 59 | P1 | SK | erklären die Neutralisationsreaktion. |
| 67 | P1 | KK | recherchieren zu Säuren und Basen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen und präsentieren ihre Ergebnisse. |
| 68 | P1 | KK | argumentieren sachgerecht auf Stoff- und Teilchenebene. |
| 69 | P1 | BK | beschreiben den historischen Weg der Entwicklung des Säure-Base-Begriffs bis Brönsted. |
| 73 | P2 | SK | beschreiben die Autoprotolyse des Wassers als Gleichgewichtsreaktion. |
| 74 | P2 | SK | erklären den Zusammenhang zwischen der Autoprotolyse des Wassers und dem pH-Wert. |
| 75 | P2 | SK | nennen die Definition des pH-Werts. |
| 76 | P2 | EK | beschreiben den Zusammenhang zwischen pH-Wert-Änderung und Änderung der Stoffmengenkonzentration. |

C2 Säurestärke und pH-Wert

- **Stärke von Säuren und Basen (5.4)**
 - Säure-Base-Gleichgewichte
 - Säure-Base-Paare
 - Säurekonstante, pK_S -Wert
 - Basenkonstante, pK_B -Wert
 - Protolysegrad α
- **Vorhersage von Gleichgewichten (5.5)**
 - starke und schwache Säuren und Basen
 - saure und alkalische Salzlösungen
- **Berechnung von pH-Werten (5.6)**
 - pH/pOH-Werte starker Säuren und Basen
 - pH/pOH-Werte schwacher Säuren und Basen

- | | | | |
|----|----|----|--|
| 64 | P1 | EK | messen pH-Werte verschiedener wässriger Lösungen. |
| 65 | P1 | EK | führen die Nachweisreaktion von Hydronium/Oxonium- und Hydroxid-Ionen mit Indikatoren durch. |
| 70 | P1 | BK | beurteilen den Einsatz von Säuren und Basen sowie Neutralisationsreaktionen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen. |
| 71 | P1 | BK | reflektieren die Bedeutung von pH-Wert-Angaben in ihrem Alltag. |
| 77 | P3 | SK | beschreiben die Säurekonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. |
| 78 | P3 | SK | berechnen pH-Werte von Lösungen starker und schwacher einprotoniger Säuren. |
| 79 | P3 | SK | beschreiben die Basenkonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. |
| 80 | P3 | SK | berechnen pH-Werte von wässrigen Hydroxid-Lösungen. |
| 82 | P3 | SK | differenzieren starke und schwache Säuren bzw. Basen anhand der pK_S - und pK_B -Werte. |
| 84 | P3 | EK | messen den pH-Wert äquimolarer Lösungen einprotoniger Säuren und schließen daraus auf die Säurestärke. |
| 87 | P3 | KK | argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte. |
| 81 | P3 | SK | berechnen die pH-Werte alkalischer Lösungen (eA). |
| 83 | P3 | SK | erklären die pH-Werte von Salzlösungen anhand von pK_S - und pK_B -Werten (eA). |
| 85 | P3 | EK | messen pH-Werte verschiedener Salzlösungen (eA). |
| 86 | P3 | EK | nutzen Tabellen zur Vorhersage und Erklärung von Säure-Base-Reaktionen (eA). |

C3 Säure-Base-Titration

- **Wichtige Säuren (5.7)**
- **Berechnung von Stoffmengenkonzentrationen (5.8)**
- **Säure-Base-Indikatoren (5.11)**
- **Puffersysteme (5.9)**
- **Säure-Base-Titration (5.10)**
 - Titrationskurven schwacher und starker Säuren und Basen
 - Titrationskurven rechnerisch ermitteln

- | | | | |
|----|----|----|--|
| 60 | P1 | SK | beschreiben die Funktion von Säure-Base-Indikatoren bei Titrationen. |
| 61 | P1 | SK | berechnen ausgehend von Neutralisationsreaktionen die Stoffmengenkonzentration saurer und alkalischer Probelösungen. |
| 62 | P1 | SK | berechnen den Massegehalt von Säuren in Alltagsprodukten. |
| 63 | P1 | SK | wenden die Berechnung der Stoffmengenkonzentration auf mehrprotonige Säuren an (eA). |
| 66 | P1 | EK | ermitteln die Stoffmengenkonzentration von Säuren und Basen durch Titration. |
| 72 | P1 | BK | erkennen und beschreiben die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt. |
| 88 | P4 | SK | erklären und berechnen charakteristische Punkte von Titrationskurven ausgewählter einprotoniger starker/schwacher Säuren und starker/schwacher Basen (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt, End-pH-Wert) (eA). |
| 89 | P4 | EK | nehmen mit einem pH-Meter Titrationskurven einprotoniger starker und schwacher Säuren auf (eA). |
| 90 | P4 | EK | ermitteln experimentell den Halbäquivalenzpunkt (eA). |
| 91 | P4 | KK | zeichnen Titrationskurven für ein- protonige starke und schwache Säuren (eA). |
| 92 | P4 | KK | vergleichen Titrationskurven einprotoniger und mehrprotoniger Säuren (eA). |
| 93 | P5 | SK | erklären die Wirkungsweise von Puffersystemen mit der Säure-Base-Theorie nach Brönsted (eA). |
| 94 | P5 | SK | wenden die Henderson-Hasselbalch-Gleichung auf Puffersysteme an (eA). |
| 95 | P5 | SK | nennen den Zusammenhang zwischen dem Halbäquivalenzpunkt und dem Pufferbereich (eA). |
| 96 | P5 | EK | ermitteln die Funktionsweise von Puffern im Experiment (eA). |
| 97 | P5 | EK | identifizieren Pufferbereiche in Titrationskurven (eA). |
| 98 | P5 | KK | erklären die Pufferwirkung in technischen und biologischen Systemen (eA). |
| 99 | P5 | BK | beurteilen die Bedeutung von Puffersystemen im Alltag (eA). |

D Redox-Reaktionen (12.2)

Inhaltliche Konkretisierung
(*Buchkapitel kursiv*)

Kompetenzen mit den Kompetenzbereichen: Sachkompetenz (SK), Erkenntnisgewinnungs-
kompetenz (EK), Kommunikationskompetenz (KK), Bewertungskompetenz (BK)
Themengebiet im KC: Elektronenübertragungsreaktionen (R)

D1 Grundlagen

- **Metallbindung (2.5)**
 - Elektronengasmodell
 - Struktur und Eigenschaften von Metallen

114 R3 SK beschreiben die Metallbindung (Elektronengasmodell).

D2 Redoxreaktionen

- **Reaktionen mit Elektronenübertragung (6.1)**
 - Oxidation, Reduktion, Redoxreaktion
 - Redoxpaare
 - Redoxreihe der Metalle
- **Redoxreaktionen und Oxidationszahlen (6.2)**
 - *Aufstellen von Redoxgleichungen*
 - *Methode: Entwickeln von Redoxgleichungen*
 - *Geschichte des Redoxbegriffs*
- **Redoxtitration (6.3) (nur eA)**

100 R1 SK erläutern Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen.
101 R1 SK beschreiben mithilfe der Oxidationszahlen korrespondierende Redoxpaare.
102 R1 SK stellen Redoxgleichungen in Form von Teil- und Gesamtgleichungen auf.
103 R1 SK vergleichen Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen.
104 R1 SK wenden das Donator-Akzeptor-Konzept an.
105 R1 EK planen Experimente zur Aufstellung der Redoxreihe der Metalle und führen diese durch.
106 R1 EK prüfen unter Anwendung von Oxidationszahlen, ob eine Redoxreaktion vorliegt.
107 R1 KK beschreiben Redoxreaktionen als Donator-Akzeptor-Reaktionen.
108 R1 BK reflektieren die historische Entwicklung des Redoxbegriffs.
109 R2 SK **berechnen die Stoffmengenkonzentration einer Probelösung (eA).**
110 R2 EK **führen eine Redoxtitration durch (eA).**
111 R2 BK **erkennen die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (eA).**

D3 Galvanische Zellen

- **Das Batterieprinzip (6.4)**
 - Daniell-Element
 - elektrochemische Doppelschicht
- **Die elektrochemische Spannungsreihe (6.5)**
 - galvanische Zellen
 - Elektrodenpotenzial
 - Standardwasserstoffhalbzelle
 - Zellspannung
 - Zelldiagramm
- **Konzentrationsabhängigkeit des Potenzials (6.6)**
 - Nernst-Gleichung
- **Batterietypen (6.7)**
- **Akkumulatoren (6.8)**
- **Brennstoffzellen (6.9)**

112 R3 SK beschreiben den Bau galvanischer Zellen.
113 R3 SK beschreiben die elektrochemische Doppelschicht als Redoxgleichgewicht in einer Halbzelle.
115 R3 SK beschreiben den Austritt von Ionen aus dem Metallgitter unter Verbleib von Elektronen im Elektronengas.
116 R3 SK erklären die Potenzialdifferenz/ Spannung mit der Lage der elektrochemischen Gleichgewichte.
117 R3 SK erläutern die Funktionsweise galvanischer Zellen.
118 R3 EK planen Experimente zum Bau funktionsfähiger galvanischer Zellen und führen diese durch.
119 R3 EK messen die Spannung unterschiedlicher galvanischer Zellen.
120 R3 EK nutzen Modelle zur Darstellung von galvanischen Zellen.
121 R3 KK stellen galvanische Zellen in Form von Skizzen dar.
122 R3 KK erstellen Zelldiagramme.
123 R3 BK beurteilen den Einsatz von galvanischen Zellen in Alltag und Technik.
124 R4 SK beschreiben den Aufbau der Standard- Wasserstoffelektrode.
125 R4 SK definieren das Standard-Elektrodenpotenzial.
126 R4 SK berechnen die Spannung galvanischer Zellen (Zellspannung) unter Standardbedingungen.
127 R4 EK nutzen Tabellen von Standard-Elektrodenpotenzialen zur Vorhersage des Ablaufs von Redoxreaktionen.
128 R4 KK wählen aussagekräftige Informationen aus.
129 R4 KK argumentieren sachlogisch unter Verwendung von Tabellenwerten.

130	R5	SK	beschreiben die Abhängigkeit der Potenziale von der Stoffmengenkonzentration anhand der Nernst-Gleichung (eA).
131	R5	SK	berechnen die Potenziale von Halbzellen verschiedener Stoffmengenkonzentrationen ohne Berücksichtigung des pH-Werts und der Temperatur (eA).
155	R10	SK	erklären die Funktionsweise ausgewählter Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen (eA).
156	R10	SK	nennen die prinzipiellen Unterschiede zwischen Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen (eA).
157	R10	KK	recherchieren exemplarisch zu Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA).
158	R10	BK	beurteilen ökonomische und ökologische Aspekte der Energiespeicherung (eA).

D4 Elektrolyse

- **Elektrolyse (6.10)**
 - Zersetzungs- und Überspannung
 - Faraday'sche Gesetze
- **Chloralkali-Elektrolyse (6.11)**
- **Aluminiumgewinnung (6.12)**

141	R8	SK	beschreiben den Bau von Elektrolysezellen.
142	R8	SK	erläutern das Prinzip der Elektrolyse.
143	R8	SK	deuten die Elektrolyse als Umkehrung der Vorgänge in der galvanischen Zelle.
146	R8	EK	führen ausgewählte Elektrolysen durch.
147	R8	KK	stellen Elektrolysezellen in Form von Skizzen dar.
148	R8	KK	vergleichen Elektrolysezelle und galvanische Zelle.
149	R8	KK	erläutern Darstellungen zu technischen Anwendungen.
150	R8	BK	beurteilen den Einsatz von Elektrolysen in Alltag und Technik.
151	R9	SK	beschreiben die Zersetzungsspannung (eA).
152	R9	SK	beschreiben das Phänomen der Überspannung (eA).
153	R9	SK	beschreiben den Zusammenhang zwischen der Zersetzungsspannung und der Zellspannung einer entsprechenden galvanischen Zelle (eA).
154	R9	EK	nutzen Spannungsdiagramme als Entscheidungshilfe zur Vorhersage und Erklärung von Elektrodenreaktionen (eA).
144	R8	SK	beschreiben die Proportionalität zwischen der abgeschiedenen Stoffmenge und der geflossenen Ladung (1. Faraday-Gesetz) (eA).
145	R8	SK	berechnen mit dem 2. Faraday-Gesetz abgeschiedene Masse, Stromstärke und Elektrolysezeit (eA).

D5 Korrosion

- **Korrosion (6.13)**
 - Lokalelement
 - Sauerstoffkorrosion
 - Säurekorrosion
- **Korrosionsschutz (6.14)**

132	R6	SK	wenden ihre Kenntnisse zu galvanischen Zellen auf Lokalelemente an.
133	R6	SK	unterscheiden Sauerstoff- und Säure-Korrosion.
134	R6	SK	erklären den Korrosionsschutz durch eine Opferanode.
135	R6	SK	beschreiben die koordinative Bindung als Wechselwirkung von Metall-Kationen und Teilchen mit freien Elektronenpaaren (eA).
136	R6	EK	führen Experimente zur Korrosion und zum Nachweis von Eisen-Ionen durch.
137	R6	EK	führen Experimente zum Korrosionsschutz durch.
138	R6	KK	nutzen ihre Kenntnisse über Redoxreaktionen zur Erklärung von Alltags- und Technikprozessen.
139	R6	BK	beurteilen den Einsatz und das Auftreten von Redoxreaktionen in Alltag und Technik.
140	R6	BK	beurteilen die wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden.

E Organische Chemie (13.1)

Inhaltliche Konkretisierung
(*Buchkapitel kursiv*)

Hinweise und Vereinbarungen

Kompetenzen mit den Kompetenzbereichen: Sachkompetenz (SK), Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK), Kommunikationskompetenz (KK), Bewertungskompetenz (BK)
Themengebiet im KC: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege (O)

E1 Halogenalkane und radikalische Substitution

- **Organische Stoffklassen (7.1)**
- **Alkane – gesättigte Kohlenwasserstoffe (7.2)**
 - *Homologe Reihe der Alkane*
 - *Isomerie bei Alkanen*
- **Struktur und Eigenschaften von Alkanen (7.3)**
 - *Halogenalkane*
- **Vom Alkan zum Halogenalkan (8.1)**
 - *Räumliche Orientierung bei rad. Substitutionen*
- **Gaschromatografie (7.4)**

- | | | | |
|-----|----|----|---|
| 159 | O1 | SK | beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution. |
| 160 | O1 | SK | beschreiben die Molekülstruktur von Alkanen und Halogenalkanen. |
| 161 | O1 | EK | wenden Nachweisreaktionen (Chlorid-, Bromid-, Hydronium/ Oxonium-Ionen) zur Produktidentifikation an. |
| 162 | O1 | KK | stellen Reaktionsmechanismen in Strukturformeln dar. |
| 163 | O1 | KK | wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. |
| 164 | O1 | BK | beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag. |
| 181 | O3 | SK | beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen unterschiedliche Reaktionsprodukte entstehen können. |
| 183 | O3 | EK | stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her. |
| 186 | O3 | KK | argumentieren sachlogisch und begründen die Entstehung der Produkte. |
| 187 | O3 | BK | reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege. |

- | | | | |
|-----|----|----|--|
| 182 | O3 | SK | erklären das Funktionsprinzip der Gaschromatografie anhand von Wechselwirkungen (eA). |
| 184 | O3 | EK | nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktionsprodukten (eA). |
| 185 | O3 | EK | stellen Zusammenhänge zwischen Reaktionsprodukten und R _f -Werten auf (eA). |
| 188 | O3 | BK | beurteilen die Bedeutung der Gaschromatografie in der Analytik (eA). |

E2 Organische Sauerstoffverbindungen

- **Vom Halogenalkan zum Alkohol (8.2)**
 - nucleophile Substitution S_N1-Mechanismus
 - nucleophile Substitution S_N2-Mechanismus
- **Alkohole (7.7)**
 - *Struktur und Eigenschaften von Alkanolen*
 - *Mehrwertige Alkohole*
- **Redoxreaktionen mit Alkoholen (7.9)**
- **Vom Alkohol zum Aldehyd und Keton (7.10)**
- **Eigenschaften der Aldehyde und Ketone (7.11)**
 - *Nachweis und Unterscheidung von Aldehyden und Ketonen*
- **Durch Oxidation zur Carbonsäure (7.12)**
- **Struktur und Eigenschaften der Carbonsäuren (7.13)**

- | | | | |
|-----|----|----|--|
| 171 | O2 | SK | beschreiben die Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution (eA). |
| 179 | O2 | KK | vergleichen die Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution (eA). |

- | | | | |
|-----|----|----|---|
| 189 | O4 | SK | beschreiben die Molekülstruktur von Alkanolen. |
| 190 | O4 | SK | benennen die Hydroxy-Gruppe als funktionelle Gruppe der Alkanole. |
| 191 | O4 | SK | beschreiben die Nachweisreaktion mit dem Benedict-Reagenz. |
| 192 | O4 | SK | stellen Redoxgleichungen in Form von Teil- und Gesamtgleichungen auf. |
| 193 | O4 | SK | beschreiben die Molekülstruktur von Alkanalen, Alkanonen und Alkansäuren. |
| 194 | O4 | SK | benennen die funktionellen Gruppen: Carbonyl- (Aldehyd-, Keto-), Carboxy-Gruppe. |
| 195 | O4 | EK | führen die Benedict-Probe durch. |
| 196 | O4 | EK | beschreiben die Funktion einer Blindprobe / eines Kontrollexperiments. |
| 197 | O4 | EK | prüfen unter Anwendung von Oxidationszahlen, ob eine Redoxreaktion vorliegt. |
| 198 | O4 | KK | wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. |
| 199 | O4 | BK | reflektieren den Nutzen der IUPAC-Nomenklatur. |
| 208 | O6 | SK | erklären Stoffeigenschaften neu eingeführter Stoffklassen mithilfe von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen: London-Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Ionen-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken. |
| 209 | O6 | EK | wenden ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten an. |
| 210 | O6 | KK | stellen die Zusammenhänge zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar. |

211	O6	BK	betrachten ein technisches Verfahren und führen den Einsatz von Stoffen auf ihre Stoffeigenschaften zurück.
-----	----	----	---

E3 Eliminierung und Addition

- *Alkene – ungesättigte Kohlenwasserstoffe (7.5)*
- *Alkine (7.6)*
- *Vom Alkohol zum Alken (8.3)*
 - *Mesomerie und mesomere Grenzstrukturen bei Alkenen*

165	O2	SK	beschreiben die Molekülstruktur von Alkenen und Alkinen.
166	O2	SK	benennen die Mehrfachbindung als funktionelle Gruppe der Alkene und Alkine.
167	O2	SK	unterscheiden Strukturisomerie und cis-trans-Isomerie.
168	O2	SK	beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen und asymmetrischen Verbindungen.
169	O2	SK	erklären induktive Effekte.
170	O2	SK	nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen und unterschiedlichen Reaktivitäten.
172	O2	EK	entwickeln die homologen Reihen der Alkene und Alkine.
173	O2	EK	beschreiben die Reaktion mit Brom als Nachweis für Doppelbindungen.
174	O2	KK	wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an.
175	O2	KK	stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktions-mechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt.
176	O2	KK	verwenden geeignete Formelschreibweisen zur Erklärung von Elektronenverschiebungen.
177	O2	KK	unterscheiden zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung.
178	O2	KK	unterscheiden radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen.
180	O2	BK	reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie.

E4 Veresterung

- *Carbonsäureester (7.15)*
- *Esterbildung – Additions-Eliminierungs-Reaktion (8.5)*
- *Optimierung der Estersynthese (8.6)*
- *Synthese von Biodiesel durch Umesterung (8.7)*

200	O5	SK	beschreiben die Ester-Synthese.
201	O5	SK	beschreiben den Mechanismus der Ester-Synthese (eA).
202	O5	SK	beschreiben die Molekülstruktur der Ester.
203	O5	SK	benennen die Ester-Gruppe als funktionelle Gruppe.
204	O5	EK	führen eine Ester-Synthese durch.
205	O5	KK	stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA).
206	O5	KK	benennen Ester mit ihrem Trivialnamen.
207	O5	BK	beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag.

E5 Aromatische Kohlenwasserstoffe

- *Benzol (9.1)*
- *Die Stoffklasse der Aromaten (9.2)*
- *Elektrophile Substitution am Aromaten (9.3)*
- *Derivate des Benzols (9.4)*
- *Elektrophile Zweitsubstitution (9.5)*

212	O7	SK	erklären die Mesomerie des Benzol-Moleküls mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise (eA).
213	O7	SK	beschreiben die Mesomerieenergie des Benzols (eA).
214	O7	SK	beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution (Erstsubstitution am Benzol-Molekül) (eA).
215	O7	EK	wenden das Mesomeriemodell zur Erklärung des aromatischen Zustands des Benzol-Moleküls an (eA).
216	O7	EK	diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (eA).
217	O7	KK	stellen die Mesomerieenergie des Benzols in einem Enthalpiediagramm dar (eA).
218	O7	KK	stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA).

E6 Synthesewege

- *Übersicht: Reaktionstypen und reaktive Teilchen (8.8)*

- **Planung von Synthesewegen – Retrosynthese (8.9)**

219	O8	SK	unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Kondensation und Eliminierung.
220	O8	SK	begründen anhand funktioneller Gruppen die Reaktionsmöglichkeiten organischer Moleküle.
221	O8	EK	planen einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA).
222	O8	KK	stellen Synthesewege als Flussdiagramm dar.
223	O8	KK	stellen Flussdiagramme von Synthesewegen fachsprachlich dar.

F Makromoleküle (13.2)

Inhaltliche Konkretisierung
(Buchkapitel kursiv)

Kompetenzen mit den Kompetenzbereichen: Sachkompetenz (SK), Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK), Kommunikationskompetenz (KK), Bewertungskompetenz (BK)
Themengebiet im KC: Makromoleküle und Nanostrukturen (M)

F1 Kunststoffe

- *Ein erster Blick in die Welt der Kunststoffe (10.1)*
- *Molekülstruktur und Eigenschaften von Kunststoffen (10.2)*
- *Kettenpolymerisation (10.3)*
- *Maßgeschneiderte Kunststoffe (10.6)*
- *Verarbeitung von thermoplastischen Kunststoffen (10.7)*
- *Verwertung und Recycling von Kunststoffen (10.8)*

- 224 M1 SK teilen Kunststoffe in Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere ein.
- 225 M1 SK erklären die Eigenschaften der drei Kunststofftypen anhand der Molekülstruktur.
- 226 M1 SK beschreiben einen Wertstoffkreislauf beim Recycling von Kunststoff.
- 227 M1 EK entwickeln chemische Fragestellungen zu Kunststoffen.
- 228 M1 KK recherchieren zu Anwendungsbereichen von Kunststoffen.
- 229 M1 KK nutzen ihre Fachkenntnisse zur Erklärung der Funktionalität ausgewählter Kunststoffe.
- 230 M1 BK beurteilen den Einsatz von Kunststoffen in Alltag und Technik.
- 231 M1 BK beurteilen ökonomische und ökologische Aspekte des Kunststoffrecyclings im Sinne der Nachhaltigkeit (eA).**
- 232 M1 BK erkennen Tätigkeitsfelder im Umfeld der Kunststoffchemie.
- 233 M2 SK beschreiben den Reaktionstyp der Polymerisation.
- 234 M2 SK beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation (eA).**
- 235 M2 KK stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA)**

F2 Nanoteilchen

- *Nanopartikel und Nanomaterialien (10.10)*
- *Lotuseffekt in Natur und Technik (10.11)*

- 247 M4 SK definieren Nanoteilchen anhand ihrer Größe (eA).
- 248 M4 SK beschreiben, dass Nanoteilchen aufgrund ihrer Größe besondere Eigenschaften haben (eA).
- 249 M4 SK beschreiben eine Nanostruktur und eine Oberflächeneigenschaft (eA).
- 250 M4 EK nutzen ein Modell zur Oberflächenvergrößerung (eA).
- 251 M4 KK nutzen ihre Kenntnisse zu intermolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung der Oberflächeneigenschaft einer Nanostruktur (eA).
- 252 M4 BK beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Nanomaterialien (eA).

F3 Naturstoffe

- *Klassifizierung der Kohlenhydrate (11.1)*
- *Spiegelbildisomerie (11.2)*
- *Glucose – ein Monosaccharid (11.3)*
- *Vielfalt der Monosaccharide (11.4)*
- *Disaccharide (11.5)*
- *Polysaccharide als Speicherstoffe (11.6)*
- *Polysaccharide als Baustoffe (11.7)*
- *Struktur und Einteilung der Aminosäuren (11.8)*
- *Eigenschaften der Aminosäuren (11.9)*
- *Bildung von Peptiden (11.10)*
- *Struktur von Proteinen (11.11)*
- *Eigenschaften von Proteinen (11.12)*

- 236 M3 SK beschreiben die Struktur von Aminosäuren- und Kohlenhydraten -Molekülen (Glucose,- Stärke-Molekül).
- 237 M3 SK benennen die Amino- und die Carboxy-Gruppe als funktionelle Gruppen der Aminosäuren.
- 238 M3 SK beschreiben das Phänomen der Chiralität (eA).**
- 239 M3 SK beschreiben intramolekulare Wechselwirkungen in einem Protein-Molekül (eA).**
- 240 M3 EK führen die Iod-Stärke-Reaktion durch.
- 241 M3 EK führen die Biuret-Probe durch (eA).**
- 242 M3 EK wenden ihre Kenntnisse zu Reaktionstypen auf die Bildung von Polypeptiden an (eA).**
- 243 M3 KK identifizieren funktionelle Gruppen in Naturstoffen und wenden Fachbegriffe an.
- 244 M3 KK erklären Chiralität mit dem Vorhandensein eines asymmetrischen Kohlenstoff-Atoms (eA).**
- 245 M3 KK wenden Fachbegriffe zu inter- und intramolekularen Wechselwirkungen an (eA).**
- 246 M3 BK beurteilen die Bedeutung von Naturstoffen im Alltag.

Kompetenzübersichten in der KC-Darstellung

Auf den folgenden Seiten ist die Darstellung der Kompetenzen aus dem KC wiedergegeben, um die Beziehungen der Kompetenzen untereinander zu verdeutlichen. In diesem SAP wurde jede Tabellenzeile zu einer Kompetenzgruppe definiert, deren Abkürzung auch in den Tabellen mit den inhaltlichen Konkretisierungen angegeben sind.

A Energetik

Themenbereich: Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen (E)

Kompetenzgruppe	Sachkompetenz (SK)	Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK)	Kommunikationskompetenz (KK)	Bewertungskompetenz (BK)
E1	(1) beschreiben die innere Energie eines stofflichen Systems als Summe aus Kernenergie, chemischer Energie und thermischer Energie dieses Systems.		(2) übersetzen die Alltagsbegriffe „Energiequelle“, „Wärmeenergie“, „verbrauchte Energie“ und „Energieverlust“ in Fachsprache.	
E2	(3) nennen den ersten Hauptsatz der Thermodynamik. (4) erklären die Enthalpieänderung als ausgetauschte Wärme bei konstantem Druck. (5) nennen die Definition der Standard-Bildungsenthalpie. (6) beschreiben den unterschiedlichen Energiegehalt von Modifikationen.	(7) führen Experimente zur Ermittlung von Reaktionsenthalpien in einfachen Kalorimetern durch und reflektieren ihre Ergebnisse. (8) erklären die Lösungsenthalpie als Summe aus Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie. (9) nutzen den Satz von Hess, um Reaktionsenthalpien zu berechnen. (10) nutzen tabellierte Daten zur Berechnung von Standard- Reaktionsenthalpien aus Standard-Bildungsenthalpien.	(11) stellen die Enthalpieänderungen in einem Enthalpiediagramm dar. (12) interpretieren Enthalpiediagramme.	(13) beurteilen ausgewählter Prozesse ihrer Lebenswelt aus energetischer Perspektive. (14) beurteilen ökologische und ökonomische Aspekte herkömmlicher und alternativer Energieträger.
E3	(15) nennen den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (eA). (16) beschreiben die Entropie eines Systems (eA). (17) erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (eA). (18) beschreiben Energieentwertung als Zunahme der Entropie (eA).			
E4	(19) beschreiben die Aussagekraft der freien Enthalpie (eA). (20) führen Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durch (eA).		(21) nutzen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung, um Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse zu machen (eA). (K10)	

B1 Kinetik

Themenbereich: Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen (E)

Kompetenz- gruppe	Sachkompetenz (SK)	Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK)	Kommunikationskompetenz (KK)	Bewertungskompetenz (BK)
E5	(22) beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie.	(23) nutzen die Modellvorstellung des Übergangszustands zur Beschreibung der Katalysatorwirkung.	(24) stellen die Wirkung eines Katalysators in einem Energiediagramm dar.	(25) beurteilen den Einsatz von Katalysatoren in technischen Prozessen.
E6	(26) definieren den Begriff der Reaktionsgeschwindigkeit als Änderung der Stoffmengenkonzentration pro Zeiteinheit. (27) erklären den Einfluss von Temperatur, Druck, Stoffmengenkonzentration und Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe der Stoßtheorie.	(28) planen geeignete Experimente zum Einfluss von Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und führen diese durch.	(29) recherchieren zu technischen Verfahren in unterschiedlichen Quellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA).	(30) beschreiben die Bedeutung unterschiedlicher Reaktionsgeschwindigkeiten alltäglicher Prozesse. (31) beurteilen die Steuerungsmöglichkeiten von chemischen Reaktionen in technischen Prozessen.

B2 Chemisches Gleichgewicht

Themenbereich: Chemisches Gleichgewicht (G)

Kompetenzgruppe	Sachkompetenz (SK)	Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK)	Kommunikationskompetenz (KK)	Bewertungskompetenz (BK)
G1	(32) beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene. (33) beschreiben die Notwendigkeit eines geschlossenen Systems für die Einstellung des chemischen Gleichgewichts. (34) unterscheiden zwischen Ausgangskonzentration und Gleichgewichtskonzentration. (35) stellen den Term für die Gleichgewichtskonstante (K_c) auf (Massenwirkungsgesetz). (36) treffen anhand der Gleichgewichtskonstanten Aussagen zur Lage des Gleichgewichts. (37) berechnen Gleichgewichtskonstanten und Gleichgewichtskonzentrationen (eA).	(38) führen Experimente zum chemischen Gleichgewicht durch. (39) schließen aus Versuchsdaten auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts. (40) schließen aus einem Modellversuch auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts. (41) diskutieren die Übertragbarkeit von Modellvorstellungen.	(42) nutzen das Modell zur Erklärung des chemischen Gleichgewichts.	
G2	(43) beschreiben den Einfluss von Stoffmengenkonzentration, Druck und Temperatur auf den Gleichgewichtszustand (Prinzip von Le Chatelier). (44) beschreiben, dass die Gleichgewichtskonstante temperaturabhängig ist. (45) beschreiben, dass Katalysatoren die Einstellung des chemischen Gleichgewichts beschleunigen. (46) beschreiben homogene und heterogene Katalyse in technischen Prozessen.	(47) führen Experimente zu Einflüssen auf die Lage des chemischen Gleichgewichts durch.	(48) recherchieren in unterschiedlichen Quellen und überprüfen deren Vertrauenswürdigkeit. (49) beschreiben die Möglichkeiten zur Steuerung technischer Prozesse mithilfe des Massenwirkungsgesetzes.	(50) analysieren und beurteilen Inhalte unterschiedlicher Quellen. (51) bewerten die Bedeutung der Beeinflussung chemischer Gleichgewichte in der Industrie und in der Natur.
G3	(52) beschreiben Löslichkeitgleichgewichte als heterogene Gleichgewichte (eA). (53) nennen das Löslichkeitsprodukt (eA).	(54) nutzen Tabellendaten, um Aussagen zur Löslichkeit von Salzen zu treffen (eA). (55) nutzen Tabellendaten zur Erklärung von Fällungsreaktionen (eA).	(56) beschreiben das Prinzip von Fällungsreaktionen zum Nachweis von Halogenid-Ionen (eA).	

C Säure-Base-Reaktionen

Themenbereich: Protonenübertragungsreaktionen (P)

Kompetenzgruppe	Sachkompetenz (SK)	Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK)	Kommunikationskompetenz (KK)	Bewertungskompetenz (BK)
P1	(57) erläutern die Säure-Base-Theorie nach Brönsted. (58) stellen Protolysegleichungen auf und kennzeichnen korrespondierende Säure-Base-Paare. (59) erklären die Neutralisationsreaktion. (60) beschreiben die Funktion von Säure-Base-Indikatoren bei Titrations. (61) berechnen ausgehend von Neutralisationsreaktionen die Stoffmengenkonzentration saurer und alkalischer Probelösungen. (62) berechnen den Massegehalt von Säuren in Alltagsprodukten. (63) wenden die Berechnung der Stoffmengenkonzentration auf mehrprotonige Säuren an (eA).	(64) messen pH-Werte verschiedener wässriger Lösungen. (65) führen die Nachweisreaktion von Hydronium/Oxonium- und Hydroxid-Ionen mit Indikatoren durch. (66) ermitteln die Stoffmengenkonzentration von Säuren und Basen durch Titration.	(67) recherchieren zu Säuren und Basen in Alltags-, Technik- und Umwelt-bereichen und präsentieren ihre Ergebnisse. (68) argumentieren sachgerecht auf Stoff- und Teilchenebene.	(69) beschreiben den historischen Weg der Entwicklung des Säure-Base-Begriffs bis Brönsted. (70) beurteilen den Einsatz von Säuren und Basen sowie Neutralisationsreaktionen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen. (71) reflektieren die Bedeutung von pH-Wert-Angaben in ihrem Alltag. (72) erkennen und beschreiben die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt.
P2	(73) beschreiben die Autoprotolyse des Wassers als Gleichgewichtsreaktion. (74) erklären den Zusammenhang zwischen der Autoprotolyse des Wassers und dem pH-Wert. (75) nennen die Definition des pH-Werts.	(76) beschreiben den Zusammenhang zwischen pH-Wert-Änderung und Änderung der Stoffmengenkonzentration.		
P3	(77) beschreiben die Säurekonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. (78) berechnen pH-Werte von Lösungen starker und schwacher einprotoniger Säuren. (79) beschreiben die Basenkonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. (80) berechnen pH-Werte von wässrigen Hydroxid-Lösungen. (81) berechnen die pH-Werte alkalischer Lösungen (eA). (82) differenzieren starke und schwache Säuren bzw. Basen anhand der pK_s - und pK_b -Werte. (83) erklären die pH-Werte von Salzlösungen anhand von pK_s- und pK_b-Werten (eA).	(84) messen den pH-Wert äquimolarer Lösungen einprotoniger Säuren und schließen daraus auf die Säurestärke. (85) messen pH-Werte verschiedener Salzlösungen (eA). (86) nutzen Tabellen zur Vorhersage und Erklärung von Säure-Base-Reaktionen (eA).	(87) argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte.	
P4	(88) erklären und berechnen charakteristische Punkte von Titrationskurven ausgewählter einprotoniger starker/schwacher Säuren und starker/schwacher Basen (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt, End-pH-Wert) (eA).	(89) nehmen mit einem pH-Meter Titrationskurven einprotoniger starker und schwacher Säuren auf (eA). (90) ermitteln experimentell den Halbäquivalenzpunkt (eA).	(91) zeichnen Titrationskurven für ein- protonige starke und schwache Säuren (eA). (92) vergleichen Titrationskurven einprotoniger und mehrprotoniger Säuren (eA).	

P5	(93) erklären die Wirkungsweise von Puffersystemen mit der Säure-Base-Theorie nach Brönsted (eA). (94) wenden die Henderson-Hasselbalch-Gleichung auf Puffersysteme an (eA). (95) nennen den Zusammenhang zwischen dem Halbäquivalenzpunkt und dem Pufferbereich (eA).	(96) ermitteln die Funktionsweise von Puffern im Experiment (eA). (97) identifizieren Pufferbereiche in Titrationskurven (eA).	(98) erklären die Pufferwirkung in technischen und biologischen Systemen (eA).	(99) beurteilen die Bedeutung von Puffersystemen im Alltag (eA).
----	--	---	--	--

D Redox-Reaktionen

Themenbereich: Elektronenübertragungsreaktionen (R)

Kompetenz-gruppe	Sachkompetenz (SK)	Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK)	Kommunikationskompetenz (KK)	Bewertungskompetenz (BK)
R1	(100) erläutern Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen. (101) beschreiben mithilfe der Oxidations-zahlen korrespondierende Redoxpaare. (102) stellen Redoxgleichungen in Form von Teil- und Gesamtgleichungen auf. (103) vergleichen Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen. (104) wenden das Donator-Akzeptor-Konzept an.	(105) planen Experimente zur Aufstellung der Redoxreihe der Metalle und führen diese durch. (106) prüfen unter Anwendung von Oxidations-zahlen, ob eine Redoxreaktion vorliegt.	(107) beschreiben Redoxreaktionen als Donator-Akzeptor-Reaktionen.	(108) reflektieren die historische Entwicklung des Redoxbegriffs.
R2	(109) berechnen die Stoffmengen-konzentration einer Probelösung (eA).	(110) führen eine Redoxtitration durch (eA).		(111) erkennen die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (eA).
R3	(112) beschreiben den Bau galvanischer Zellen. (113) beschreiben die elektrochemische Doppelschicht als Redoxgleichgewicht in einer Halbzelle. (114) beschreiben die Metallbindung (Elektronengasmodell). (115) beschreiben den Austritt von Ionen aus dem Metallgitter unter Verbleib von Elektronen im Elektronengas. (116) erklären die Potenzialdifferenz/ Spannung mit der Lage der elektrochemischen Gleichgewichte. (117) erläutern die Funktionsweise galvanischer Zellen.	(118) planen Experimente zum Bau funktionsfähiger galvanischer Zellen und führen diese durch. (119) messen die Spannung unter-schiedlicher galvanischer Zellen. (120) nutzen Modelle zur Darstellung von galvanischen Zellen.	(121) stellen galvanische Zellen in Form von Skizzen dar. (122) erstellen Zelldiagramme.	(123) beurteilen den Einsatz von galvanischen Zellen in Alltag und Technik.
R4	(124) beschreiben den Aufbau der Standard-Wasserstoffelektrode. (125) definieren das Standard-Elektrodenpotenzial. (126) berechnen die Spannung galvanischer Zellen (Zellspannung) unter Standardbedingungen.	(127) nutzen Tabellen von Standard-Elektrodenpotenzialen zur Vorhersage des Ablaufs von Redoxreaktionen.	(128) wählen aussagekräftige Informationen aus. (129) argumentieren sachlogisch unter Verwendung von Tabellenwerten.	
R5	(130) beschreiben die Abhängigkeit der Potenziale von der Stoffmengenkonzentration anhand der Nernst-Gleichung (eA). (131) berechnen die Potenziale von Halbzellen verschiedener Stoffmengenkonzentrationen ohne Berücksichtigung des pH-Werts und der Temperatur (eA).			
R6	(132) wenden ihre Kenntnisse zu galvanischen Zellen auf Lokalelemente an. (133) unterscheiden Sauerstoff- und Säure-Korrosion.	(136) führen Experimente zur Korrosion und zum Nachweis von Eisen-Ionen durch. (137) führen Experimente zum Korrosionsschutz durch.	(138) nutzen ihre Kenntnisse über Redoxreaktionen zur Erklärung von Alltags- und Technikprozessen.	(139) beurteilen den Einsatz und das Auftreten von Redoxreaktionen in Alltag und Technik. (140) beurteilen die wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden.

	(134) erklären den Korrosionsschutz durch eine Opferanode.			
	(135) beschreiben die koordinative Bindung als Wechselwirkung von Metall-Kationen und Teilchen mit freien Elektronenpaaren (eA).			
R8	(141) beschreiben den Bau von Elektrolysezellen. (142) erläutern das Prinzip der Elektrolyse. (143) deuten die Elektrolyse als Umkehrung der Vorgänge in der galvanischen Zelle.	(146) führen ausgewählte Elektrolysen durch.	(147) stellen Elektrolysezellen in Form von Skizzen dar. (148) vergleichen Elektrolysezelle und galvanische Zelle. (149) erläutern Darstellungen zu technischen Anwendungen.	(150) beurteilen den Einsatz von Elektrolysen in Alltag und Technik.
	(144) beschreiben die Proportionalität zwischen der abgeschiedenen Stoffmenge und der geflossenen Ladung (1. Faraday-Gesetz) (eA). (145) berechnen mit dem 2. Faraday-Gesetz abgeschiedene Masse, Stromstärke und Elektrolysezeit (eA).			
R9	(151) beschreiben die Zersetzungsspannung (eA). (152) beschreiben das Phänomen der Überspannung (eA). (153) beschreiben den Zusammenhang zwischen der Zersetzungsspannung und der Zellspannung einer entsprechenden galvanischen Zelle (eA).	(154) nutzen Spannungsdiagramme als Entscheidungshilfe zur Vorhersage und Erklärung von Elektrodenreaktionen (eA).		
R10	(155) erklären die Funktionsweise aus-gewählter Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen (eA). (156) nennen die prinzipiellen Unterschiede zwischen Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen (eA).		(157) recherchieren exemplarisch zu Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA).	(158) beurteilen ökonomische und ökologische Aspekte der Energiespeicherung (eA).

E Organische Chemie

Themenbereich: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege (O)

Kompetenz-gruppe	Sachkompetenz (SK)	Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK)	Kommunikationskompetenz (KK)	Bewertungskompetenz (BK)
O1	(159) beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution. (160) beschreiben die Molekülstruktur von Alkanen und Halogenalkanen.	(161) wenden Nachweisreaktionen (Chlorid-, Bromid-, Hydronium/ Oxonium-Ionen) zur Produktidentifikation an.	(162) stellen Reaktionsmechanismen in Strukturformeln dar. (163) wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an.	(164) beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag.
O2	(165) beschreiben die Molekülstruktur von Alkenen und Alkinen. (166) benennen die Mehrfachbindung als funktionelle Gruppe der Alkene und Alkine. (167) unterscheiden Strukturisomerie und cis-trans-Isomerie. (168) beschreiben den Reaktions-mechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen und asymmetrischen Verbindungen. (169) erklären induktive Effekte. (170) nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen und unterschiedlichen Reaktivitäten. (171) beschreiben die Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution (eA).	(172) entwickeln die homologen Reihen der Alkene und Alkine. (173) beschreiben die Reaktion mit Brom als Nachweis für Doppelbindungen.	(174) wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. (175) stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktions-mechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt. (176) verwenden geeignete Formelschreibweisen zur Erklärung von Elektronenverschiebungen. (177) unterscheiden zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung. (178) unterscheiden radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen. (179) vergleichen die Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution (eA).	(180) reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie.
O3	(181) beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen unterschiedliche Reaktionsprodukte entstehen können. (182) erklären das Funktionsprinzip der Gaschromatografie anhand von Wechselwirkungen (eA).	(183) stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her. (184) nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktionsprodukten (eA). (185) stellen Zusammenhänge zwischen Reaktionsprodukten und R_f-Werten auf (eA).	(186) argumentieren sachlogisch und begründen die Entstehung der Produkte.	(187) reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege. (188) beurteilen die Bedeutung der Gaschromatografie in der Analytik (eA).
O4	(189) beschreiben die Molekülstruktur von Alkanolen. (190) benennen die Hydroxy-Gruppe als funktionelle Gruppe der Alkanole. (191) beschreiben die Nachweisreaktion mit dem Benedict-Reagenz. (192) stellen Redoxgleichungen in Form von Teil- und Gesamtgleichungen auf. (193) beschreiben die Molekülstruktur von Alkanalen, Alkanonen und Alkansäuren. (194) benennen die funktionellen Gruppen: Carbonyl- (Aldehyd-, Keto-), Carboxy-Gruppe.	(195) führen die Benedict-Probe durch. (196) beschreiben die Funktion einer Blindprobe / eines Kontroll-experiments. (197) prüfen unter Anwendung von Oxidationszahlen, ob eine Redoxreaktion vorliegt.	(198) wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an.	(199) reflektieren den Nutzen der IUPAC-Nomenklatur.
O5	(200) beschreiben die Ester-Synthese. (201) beschreiben den Mechanismus der Ester-Synthese (eA). (202) beschreiben die Molekülstruktur der Ester.	(204) führen eine Ester-Synthese durch.	(205) stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA). (206) benennen Ester mit ihrem Trivialnamen.	(207) beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag.

	(203) benennen die Ester-Gruppe als funktionelle Gruppe.			
O6	(208) erklären Stoffeigenschaften neu eingeführter Stoffklassen mithilfe von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen: London-Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Ionen-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken.	(209) wenden ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten an.	(210) stellen die Zusammenhänge zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar.	(211) betrachten ein technisches Verfahren und führen den Einsatz von Stoffen auf ihre Stoffeigenschaften zurück.
O7	(212) erklären die Mesomerie des Benzol-Moleküls mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise (eA). (213) beschreiben die Mesomerieenergie des Benzols (eA). (214) beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution (Erstsubstitution am Benzol-Molekül) (eA).	(215) wenden das Mesomeriemodell zur Erklärung des aromatischen Zustands des Benzol-Moleküls an (eA). (216) diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (eA).	(217) stellen die Mesomerieenergie des Benzols in einem Enthalpie-Diagramm dar (eA). (218) stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA).	
O8	(219) unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Kondensation und Eliminierung. (220) begründen anhand funktioneller Gruppen die Reaktionsmöglichkeiten organischer Moleküle.	(221) planen einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA).	(222) stellen Synthesewege als Flussdiagramm dar. (223) stellen Flussdiagramme von Synthesewegen fachsprachlich dar.	

F Makromoleküle

Themenbereich: Makromoleküle und Nanostrukturen (M)

Kompetenz-gruppe	Sachkompetenz (SK)	Erkenntnisgewinnungskompetenz (EK)	Kommunikationskompetenz (KK)	Bewertungskompetenz (BK)
M1	(224) teilen Kunststoffe in Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere ein. (225) erklären die Eigenschaften der drei Kunststofftypen anhand der Molekül-Struktur. (226) beschreiben einen Wertstoffkreislauf beim Recycling von Kunststoff.	(227) entwickeln chemische Fragestellungen zu Kunststoffen.	(228) recherchieren zu Anwendungsbereichen von Kunststoffen. (229) nutzen ihre Fachkenntnisse zur Erklärung der Funktionalität ausgewählter Kunststoffe.	(230) beurteilen den Einsatz von Kunststoffen in Alltag und Technik. (231) beurteilen ökonomische und ökologische Aspekte des Kunststoffrecyclings im Sinne der Nachhaltigkeit (eA). (232) erkennen Tätigkeitsfelder im Umfeld der Kunststoffchemie.
M2	(233) beschreiben den Reaktionstyp der Polymerisation. (234) beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation (eA).		(235) stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA)	
M3	(236) beschreiben die Struktur von Aminosäuren- und Kohlenhydraten -Molekülen (Glucose,- Stärke-Molekül). (237) benennen die Amino- und die Carboxy-Gruppe als funktionelle Gruppen der Aminosäuren. (238) beschreiben das Phänomen der Chiralität (eA). (239) beschreiben intramolekulare Wechselwirkungen in einem Protein-Molekül (eA).	(240) führen die Iod-Stärke-Reaktion durch. (241) führen die Biuret-Probe durch (eA). (242) wenden ihre Kenntnisse zu Reaktionstypen auf die Bildung von Polypeptiden an (eA).	(243) identifizieren funktionelle Gruppen in Naturstoffen und wenden Fachbegriffe an. (244) erklären Chiralität mit dem Vorhandensein eines asymmetrischen Kohlenstoff-Atoms (eA). (245) wenden Fachbegriffe zu inter- und intramolekularen Wechselwirkungen an (eA).	(246) beurteilen die Bedeutung von Naturstoffen im Alltag.
M4	(247) definieren Nanoteilchen anhand ihrer Größe (eA). (248) beschreiben, dass Nanoteilchen aufgrund ihrer Größe besondere Eigenschaften haben (eA). (249) beschreiben eine Nanostruktur und eine Oberflächeneigenschaft (eA).	(250) nutzen ein Modell zur Oberflächenvergrößerung (eA).	(251) nutzen ihre Kenntnisse zu intermolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung der Oberflächeneigenschaft einer Nanostruktur (eA).	(252) beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Nanomaterialien (eA).