

SCHULINTERNER LEHRPLAN FÜR DAS FACH CHEMIE

Stand: Dezember 2016



INHALTSVERZEICHNIS

I. Die Fachgruppe Chemie am Pius-Gymnasium	3
1. SEKUNDARSTUFE I	
1.1. INHALTSFELDER UND FACHLICHE KONTEXTE	4
1.2. FÄCHERÜBERGREIFENDES ARBEITEN	6
1.3. KOMPETENZEN	7
1.3.1. KONZEPTBEZOGENE KOMPETENZEN	7
1.3.2. PROZESSBEZOGENE KOMPETENZEN	11
1.3.2.1. KOMPETENZBEREICH ERKENNTNISGEWINNUNG	11
1.3.2.2. KOMPETENZBEREICH KOMMUNIKATION	12
1.3.2.3. KOMPETENZBEREICH BEWERTUNG	13
2. SEKUNDARSTUFE II	
2.1. INHALTSFELDER	14
2.1.1. EINFÜHRUNGSPHASE	14
2.1.2. QUALIFIKATIONSPHASE GRUNDKURS	25
2.1.3. QUALIFIKATIONSPHASE LEISTUNGSKURS	45
2.2. ÜBERSICHTSRASTER KOMPETENZEN	64
3. STUFENÜBERGREIFENDE ASPEKTE	
3.1. METHODEN SELBSTSTÄNDIGEN ARBEITENS	65
3.2. MÖGLICHKEITEN ZUM IT-EINSATZ UND DER VERWENDUNG ANALOGER MEDIEN	66
3.3. BEWERTUNGSKRITERIEN	69
3.3.1. PÄDAGOGISCHER LEISTUNGSBEGRIFF	69
3.3.2. BEURTEILUNGSBEREICH „SONSTIGE MITARBEIT“	69
3.3.3. BEURTEILUNGSBEREICH „KLAUSUREN“	72
3.4. WERTEERZIEHUNG IM CHEMIEUNTERRICHT	73
3.5. ASPEKTE DES UMWELTSCHUTZES IM CHEMIEUNTERRICHT	74
3.6. AUßERSCHULISCHE KONTAKTE	75

I. Die Fachgruppe Chemie am Pius-Gymnasium

Der Fachkonferenz Chemie ist aus Umfragen bewusst, dass ihr Fach bei der Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler noch keinen Spitzenplatz in der Beliebtheitskala der Fächer belegt. Daher sehen sich die Lehrkräfte vor die schwierige Aufgabe gestellt, einerseits durch interessante und z.T. spektakuläre Experimente und Einzelaktionen nachhaltig Begeisterung bei den Schülerinnen und Schülern zu wecken, andererseits aber auch die erforderlichen fachwissenschaftlichen Grundlagen für die spätere, intensivere Beschäftigung mit Chemie zu legen. Sei es in einem klassischen Chemie Studium, oder in einem Studium der Ingenieurs- oder Materialwissenschaften.

In den letzten Jahren konnten stets Leistungskurse in Chemie eingerichtet werden. Auch die Kooperation mit dem St. Ursula Gymnasium machte dies möglich. Allgemein verzeichnet das Fach in der Oberstufe einen regen Zulauf, so dass neben dem Leistungskurs auch immer mehr als ein oder sogar drei Grundkurse angeboten werden.

Der folgende Lehrplan stellt eine komplette Überarbeitung dar. In der Sekundarstufe I wurden die bisher getrennt behandelten prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen miteinander verzahnt und direkt mit den Kontexten und Inhaltsfeldern verknüpft, sodass sich für den Leser ein nun schlüssiges Bild ergibt, welche Inhaltsfelder an welchen Kontexten gelehrt werden und welche Kompetenzen hieran von den Schülerinnen und Schülern erworben werden können.

Darüber hinaus ist der Lehrplan für die Einführungsphase und die Qualifikationsphase am neuen Kernlehrplan für die Oberstufe angepasst. In diesem richten wir uns an dem für die Oberstufe angeschafften Lehrwerk von Klett, Chemie Elemente, welches wir in diesem Bereichen zitieren.

Das Pius-Gymnasium befindet sich in Aachen, der westlichsten Großstadt Deutschlands. Zurzeit unterrichten ca. 80 Lehrerinnen und Lehrer um die 1000 Schülerinnen und Schüler, die sowohl aus dem Stadtteil des Schulstandorts stammen aber auch zum Teil erhebliche Anfahrtswege aus weiter gelegenen Aachener Stadtteilen haben. Insgesamt ist die Schülerschaft in ihrer Zusammensetzung vom Leistungspotential eher heterogen.

Auch mit Blick auf diese Zusammensetzung besteht ein wesentliches Leitziel der Schule in der individuellen Förderung. Die Fachgruppe Chemie versucht in besonderem Maße, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung möglichst weit zu bringen. Außerdem wird angestrebt, Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken. In diesem Rahmen sollen u.a. Schülerinnen und Schüler mit besonderen Stärken im Bereich Chemie unterstützt werden. Dieses drückt sich in der regelmäßigen Teilnahme von Schülergruppen an Wettbewerben wie *Jugend forscht*, des *Fuel Cell Wettbewerbs* oder der *Chemieolympiade* aus.

Der Unterricht wird – soweit möglich – innerhalb der Unter- und Mittelstufe parallelisiert, es findet auch ein reger Materialaustausch zwischen den Kollegen statt. Auch in der Oberstufe ist der Austausch zu Inhalten, methodischen Herangehensweisen und zu fachdidaktischen Problemen intensiv. Die Fachgruppe nimmt darüber hinaus regelmäßig an Fortbildungen teil, um sich immer weiterzubilden. Hierzu gehören auch Fortbildungen unter den Aspekten der Neuen Medien. Im Fach Chemie gehört dazu auch die Erfassung von Daten und Messwerten mit modernen digitalen Medien. An der Schule existieren zwei Computerräume, die nach Reservierung auch von Chemiekursen für bestimmte Unterrichtsprojekte genutzt werden können. Die Ausstattung des Übungsraums und der Chemiesammlung ist äußerst zufriedenstellend.

Fachkonferenz Chemie
Dezember 2016

1. Sekundarstufe I

1.1. Inhaltsfelder und fachliche Kontexte

Jahrgang (Stunden)	Inhaltsfelder	fachliche Kontexte
7 (~15)	Stoffe und Stoffveränderungen <ul style="list-style-type: none"> Gemische und Reinstoffe Stoffeigenschaften Stofftrennverfahren Einfache Teilchenvorstellung Kennzeichen chemischer Reaktionen 	Speisen und Getränke – alles Chemie <ul style="list-style-type: none"> Was ist drin? Wir untersuchen Lebensmittel/Getränke und ihre Bestandteile (Stationenlernen Stoffeigenschaften mit Binnendifferenzierung an den Stationen) Wir gewinnen Stoffe aus Lebensmitteln Kochen, backen, konservieren: wir verändern Lebensmittel
7 (~21)	Stoff- und Energieumsätze bei Chemischen Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> Oxidationen Elemente und Verbindungen Analyse und Synthese Exotherme und endotherme Reaktionen Aktivierungsenergie Gesetz von der Erhaltung der Masse Reaktionsschemata (in Worten) 	Brände und Brandbekämpfung <ul style="list-style-type: none"> Feuer und Flamme (Stationenlernen am Beispiel Kerzenflamme) Brände und Brennbarkeit Die Kunst des Feuerlöschens Verbrannt ist nicht vernichtet
7 (~18)	Luft und Wasser <ul style="list-style-type: none"> Luftzusammensetzung Luftverschmutzung, saurer Regen Wasser als Oxid Nachweisreaktionen Lösungen und Gehaltsangaben Abwasser und Aufbereitung 	Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen <ul style="list-style-type: none"> Luft zum Atmen Treibhauseffekt durch menschliche Eingriffe Bedeutung des Wassers als Trink- und Nutzwasser, Gewässer als Lebensräume Transportwege und Freizeitstätten
7 (~17)	Metalle und Metallgewinnung <ul style="list-style-type: none"> Gebrauchsmetalle Reduktion/Redoxreaktion Gesetz der konstanten Massenverhältnisse Recycling 	Aus Rohstoffen werden Gebrauchsgegenstände. <ul style="list-style-type: none"> scharfe Messer, starke Träger: Werkstoff Stahl Das Beil des Ötzi Eisen und Stahl: großtechnische Herstellung Schrott – Abfall oder Rohstoff
8 (~20)	Elementfamilien, Atombau und Periodensystem <ul style="list-style-type: none"> Alkali- oder Erdalkalimetalle (Unterrichtsreihe mit Binnendifferenzierung; Elementfamilien am Beispiel der Alkalimetalle) Halogene Nachweisreaktionen Kern-Hülle-Modell Elementarteilchen Atomsymbole Schalenmodell und Besetzungsschema Periodensystem Atomare Masse, Isotope 	Böden und Gesteine – Vielfalt und Ordnung <ul style="list-style-type: none"> Aus tiefen Quellen Natürliche Baustoffe Streusalz und Dünger – Wie viel verträgt der Boden?

Jahrgang (Stunden)	Inhaltsfelder	fachliche Kontexte
8 (~18)	Ionenbindung und Ionenkristalle <ul style="list-style-type: none"> • Leitfähigkeit von Salzlösungen • Ionenbildung und Bindung • Salzkristalle • Chemische Formelschreibweise und Reaktionsgleichungen 	Die Welt der Mineralien <ul style="list-style-type: none"> • Salzbergwerke • Salze und Gesundheit
8 (~18)	Freiwillige und erzwungene Elektronenübertragungen <ul style="list-style-type: none"> • Oxidationen als Elektronenübertragungsreaktionen (Experten-Novizen-Runde am Beispiel der Kupferverarbeitung) • Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen 	Metalle schützen und veredeln <ul style="list-style-type: none"> • Dem Rost auf der Spur • unedel – dennoch stabil • Metallüberzüge: nicht nur Schutz vor Korrosion
8 (~18)	Unpolare und polare Elektronenpaarbindung <ul style="list-style-type: none"> • Die Atombindung/unpolare und polare Elektronenpaarbindung • Wasser-, Ammoniak- und Chlorwasserstoffmoleküle als Dipole 	Wasser – mehr als ein einfaches Lösungsmittel <ul style="list-style-type: none"> • Wasser und seine besonderen Eigenschaften und Verwendbarkeit • Wasser als Reaktionspartner
9 (~25)	Saure und alkalische Lösungen <ul style="list-style-type: none"> • Ionen in sauren und alkalischen Lösungen (Unterrichtsreihe mit Binnendifferenzierung zu „Metall und Säuren – ein explosives Gemisch“) • Neutralisation • Protonenaufnahme und -abgabe an einfachen Beispielen • stöchiometrische Berechnungen 	Reinigungsmittel, Säuren und Laugen im Alltag <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungen von Säuren in Alltag und Beruf • Haut und Haar, alles im neutralen Bereich
9 (~22)	Energie aus chemischen Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> • Einfache Batterien • Oxidationszahlen • Brennstoffzelle • Alkane als Erdölprodukte • Biodiesel • Energiebilanzen • Positionslinie zu aktuellen Themen der Energiegewinnung 	Zukunftssichere Energieversorgung <ul style="list-style-type: none"> • Strom ohne Steckdose • Mobilität – die Zukunft des Autos • Nachwachsende Rohstoffe
9 (~22)	Organische Chemie <ul style="list-style-type: none"> • Typische Eigenschaften organischer Verbindungen • Van-der-Waals-Kräfte • Funktionelle Gruppen • Struktur-Eigenschaftsbeziehungen • Veresterung und Hydrolyse • Makromoleküle • Katalysatoren 	Der Natur abgeschaut <ul style="list-style-type: none"> • Vom Traubenzucker zum Alkohol • Vom Fett zur Seife • Moderne Kunststoffe – nicht nur aus Erdöl • Helfer zum Steuern chemischer Reaktionen

Hinweise zur Verknüpfung von Methoden selbstständigen Arbeitens mit einzelnen Unterrichtsinhalten werden in Kapitel 3.1 gegeben. Beispiele zum IT-Einsatz findet man in Kapitel 3.2.

1.2. Fächerübergreifendes Arbeiten

Biologie	Physik	Chemie
Erstellen von Koordinatensystem (Klasse 5/6)	Methodentraining (Straße des Lernens) in Klasse 7: Grafische Auswertung von Messreihen – Erstellung klassischer x-y-Diagramme	
Nachweisreaktion von Fetten, Kohlenhydraten und Eiweißen sowie von CO ₂		Nachweisreaktion von Wasser, Sauerstoff (Glimmspanprobe) und CO ₂ (hier auch Verweisen auf Biologie Klasse 5)
Energiefluss Ökosystem/Nahrungspyramiden (Klasse 7.1)	Energiewandler/ Verbraucher als Energiewandler/Energieflussdiagramme (Klasse 7.2)	Stoff und Energieumsätze bei chemischen Reaktion Kontext: Brände und Brandbekämpfung (Klasse 7.1)
Nahrung als Energielieferant, Arbeit am Begriff entwertete Energie/gebundene Energie/Arbeitsenergie; Ausblick mit Bildung fachspezifischer Energiebegriffe in der Biologie, Physik und Chemie		
Treibhauseffekt und Klimawandel(Klasse 7); Verweis auf Chemie		Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen (Treibhauseffekte durch menschliche Eingriffe) (Klasse 7); Verweis auf Biologie
	Radioaktivität und Kernenergie (Klasse 9.2); Physik kann zurückgreifen auf Kern-Hülle-Modell, Elementarteilchen, Schalenmodell der Klasse 8.1 Chemie	
		Atomaufbau und Periodensystem (8.1) Chemie kann zurückgreifen auf Ladungsbegriff, Modellvorstellung des Elektrons und Kern-Hülle-Modell (rudimentär)
	Physik Klasse 6.2 (Leitfähigkeit von Festkörpern und Flüssigkeiten)	Ionenbindung und Ionenkristalle (Leitfähigkeit von Salzlösungen) (Klasse 8.1)
Nervensystem: Grundvorstellung von Membranpotentialen und Impulsleitung (Klasse 9) Verweis auf Chemie (Klasse 9); Verweis auf Q.2.1 sehr intensiv Informationsverarbeitung		Energie aus chemischen Reaktionen (einfache Batterien/Brennstoffzellen) (Klasse 9.1) in der Chemie Verweis auf Nervensystem in der Biologie; Verweis auf Oberstufe (Q.1)
Dialyse (Klasse 9) zurückgreifen auf Energie aus chemischen Reaktionen (Klasse 9)		
Datierung mittels Isotope Q2	Halbwertszeiten und radioaktiver Zerfall von α -, β - und γ -Strahlen in Klasse 9 sowie in der Q2	Isotope in der Klasse 8

1.3. Kompetenzen

1.3.1. Konzeptbezogene Kompetenzen

Klasse 7

Konzeptbezogene Kompetenzen zum Basiskonzept **“Chemische Reaktion“**

Die Schülerinnen und Schüler können:

- Stoffumwandlungen beobachten und beschreiben
- chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit neuen Eigenschaften erkennen, und diese von der Herstellung beziehungsweise Trennung von Gemischen unterscheiden.
- chemische Reaktionen von Aggregatzustandsänderungen unterscheiden.
- Stoffumwandlungen herbeiführen.
- Stoffumwandlungen in Verbindung mit Energieumsätzen als chemische Reaktion deuten.
- den Erhalt der Masse bei chemischen Reaktionen durch die konstante Atomzahl erklären.
- chemische Reaktionen durch Reaktionsschemata in Wortformulierungen beschreiben.
- chemische Reaktionen zum Nachweis chemischer Stoffe nutzen.
- das Verbrennungsprodukt Kohlenstoffdioxid identifizieren und dessen Verbleib in der Natur diskutieren.
- Verbrennungen als Reaktionen mit Sauerstoff (Oxidation) deuten, bei denen Energie freigesetzt wird.
- saure und alkalische Lösungen mithilfe von Indikatoren nachweisen.

Konzeptbezogene Kompetenzen zum Basiskonzept **“Struktur der Materie“**

Die Schülerinnen und Schüler können:

- zwischen Gegenstand und Stoff unterscheiden.
- Ordnungsprinzipien für Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften und Zusammensetzung nennen, beschreiben und begründen: Reinstoffe, Gemische; Elemente, Verbindungen
- Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften identifizieren (Farbe, Geruch, ...)
- Stoffe aufgrund ihrer Zusammensetzung und Teilchenstruktur ordnen.
- Atome als kleinste Teilchen von Stoffen benennen.
- Stoffe aufgrund von Stoffeigenschaften (Löslichkeit, Dichte) bezüglich ihrer Verwendungsmöglichkeiten bewerten.
- Stoffeigenschaften zur Trennung einfacher Stoffgemische nutzen.
- die Teilchenstruktur ausgewählter Stoffe/Aggregate mithilfe einfacher Modelle beschreiben.
- die Aggregatzustandsänderungen unter Hinzuziehung der Anziehung von Teilchen deuten.
- Einfache Modelle zur Beschreibung von Stoffeigenschaften nutzen.
- Lösevorgänge und Stoffgemische auf der Ebene einfacher Teilchenvorstellung beschreiben.

Konzeptbezogene Kompetenzen zum Basiskonzept **“Energie“**

Die Schülerinnen und Schüler können:

- chemische Reaktionen energetisch differenziert beschreiben.
- Energie gezielt einsetzen, um den Übergang von Aggregatzuständen herbeizuführen (zum Beispiel bei Stoffgemischen)
- Siede – und Schmelzvorgänge energetisch beschreiben.
- Erläutern, dass bei einer chemischen Reaktion immer Energie aufgenommen oder abgegeben wird.
- energetische Erscheinungen bei exothermen chemischen Reaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärmeenergie zurückführen, bei endothermen Reaktionen den umgekehrten Vorgang erkennen.
- das Prinzip der Gewinnung nutzbarer Energie durch Verbrennung erläutern.

Klasse 8

Konzeptbezogene Kompetenzen zum Basiskonzept **“Chemische Reaktion“**

Die Schülerinnen und Schüler können:

- Stoff- und Energieumwandlungen als Veränderung in der Anordnung von Teilchen und als Umbau chemischer Bindungen erklären
- mithilfe eines angemessenen Atommodells und Kenntnissen des Periodensystems erklären, welche Bindungsarten bei chemischen Reaktionen gelöst werden und welche entstehen
- chemische Reaktionen als Umgruppierung von Atomen beschreiben.
- chemische Reaktionen durch Reaktionsschemata in Symbolformulierungen unter Angabe des Atomzahlverhältnisses beschreiben und die Gesetzmäßigkeit der konstanten Atomanzahlverhältnisse erläutern.
- chemische Reaktionen zum Nachweis chemischer Stoffe benutzen.
- Redoxreaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip als Reaktionen deuten, bei denen Sauerstoff abgegeben und vom Reaktionspartner aufgenommen wird.
- Kenntnisse über Reaktionsabläufe nutzen, um die Gewinnung von Stoffen zu erklären (Verhüttungsprozesse)

Konzeptbezogene Kompetenzen zum Basiskonzept **“Struktur der Materie“**

Die Schülerinnen und Schüler können:

- Aufbauprinzipien des Periodensystems der Elemente beschreiben und als Ordnungs- und Klassifikationsschema nutzen, Haupt- und Nebengruppen unterscheiden.
- die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Atomen mithilfe von Bindungsmodellen erklären(Ionenverbindungen, anorganische Molekülverbindungen, polare und unpolare Stoffe).
- einfache Atommodelle zur Beschreibung chemischer Reaktionen nutzen.

Konzeptbezogene Kompetenzen zum Basiskonzept **“Energie“**

Die Schülerinnen und Schüler können:

- erläutern, dass Veränderungen von Elektronenzuständen mit Energieumsätzen verbunden sind und angeben, dass das Erreichen energieärmer Zustände die Triebkraft chemischer Reaktionen darstellt.
- konkrete Beispiele von Oxidationen (Reaktionen mit Sauerstoff) und Reduktionen als wichtige chemische Reaktionen benennen sowie deren Energiebilanz darstellen.
- erläutern, dass zur Auflösung einiger chemischer Reaktionen Aktivierungsenergie nötig ist, und die Funktion eines Katalysators deuten.

Klasse 9

Konzeptbezogene Kompetenzen zum Basiskonzept **“Chemische Reaktion“**

Die Schülerinnen und Schüler können:

- Möglichkeiten der Steuerung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen beschreiben und gegebenenfalls experimentell umsetzen.
- mithilfe eines angemessenen Atommodells und Kenntnissen des Periodensystems erklären, welche Bindungsarten bei chemischen Reaktionen gelöst werden und welche entstehen.
- Stoffe durch Formeln und Reaktionen durch Reaktionsgleichungen beschreiben und dabei in quantitativen Aussagen die Stoffmenge benutzen und einfache stöchiometrische Berechnungen durchführen
- elektrochemische Reaktionen (Elektrolyse und elektrochemische Spannungsquellen) nach dem Donator – Akzeptor - Prinzip als Aufnahme und Abgabe von Elektronen deuten, bei denen Energie umgesetzt wird.
- die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel der Bildung und Zersetzung von Wasser beschreiben.
- Säuren als Stoffe einordnen, deren wässrige Lösungen Wasserstoff - Ionen enthalten.
- die alkalische Reaktion von Lösungen auf das Vorhandensein von Hydroxid - Ionen zurückführen.
- den Austausch von Wasserstoff - Ionen als Donator – Akzeptor – Prinzip einordnen.
- einen Stoffkreislauf als eine Abfolge verschiedener Reaktionen deuten.
- wichtige technische Umsetzungen chemischer Reaktionen vom Prinzip her erläutern (Eisenherstellung, Säureherstellung, Kunststoffpolymerisation).
- Prozesse zur Bereitstellung von Energie erläutern.
- typische Reaktionen organischer Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen erläutern, unter anderem Veresterung und Hydrolyse.

Konzeptbezogene Kompetenzen zum Basiskonzept **“Struktur der Materie“**

Die Schülerinnen und Schüler können:

- Kenntnisse über Struktur und Stoffeigenschaften zur Trennung, Identifikation, Reindarstellung anwenden und zur Beschreibung großtechnischer Produktion von Stoffen nutzen.
- Zusammensetzung und Strukturen verschiedener Stoffe mithilfe von Formelschreibweisen darstellen (Summen-/ Strukturformel, Isomere)
- Kräfte zwischen Molekülen und Ionen beschreiben und erklären.
- Kräfte zwischen Molekülen als Van – der – Waals – Kräfte, Dipol – Dipol – Wechselwirkungen und Wasserstoffbrückenbindungen bezeichnen.
- den Zusammenhang zwischen Stoffeigenschaften und Bindungsverhältnissen (Ionenbindung, Elektronenpaarbindung und Metallbindung) erklären.
- chemische Bindungen (Ionenbindung, Elektronenpaarbindung) mithilfe geeigneter Modelle erklären und Atome mithilfe eines differenzierten Kern – Hülle – Modells beschreiben.
- mithilfe eines Elektronenpaarabstoßungsmodells die räumliche Struktur von Molekülen erklären.

Konzeptbezogene Kompetenzen zum Basiskonzept **“Energie“**

Die Schülerinnen und Schüler können:

- die bei chemischen Reaktionen umgesetzte Energie quantitativ erfassen.
- die Umwandlung von chemischer in elektrische Energie und umgekehrt von elektrischer in chemische Energie bei elektrochemischen Phänomenen beschreiben und erklären.
- vergleichende Betrachtungen zum Energieumsatz durchführen.
- den Einsatz von Katalysatoren in technischen oder biochemischen Prozessen beschreiben und begründen.

- beschreiben, dass die Nutzung fossiler Brennstoffe zur Energiegewinnung einhergeht mit der Entstehung von Luftschadstoffen und damit verbundenen negativen Umwelteinflüssen (Treibhauseffekt, Smog).
- das Funktionsprinzip verschiedener chemischer Energiequellen mit angemessenen Modellen beschreiben und erklären (Batterie, Brennstoffzelle).
- die Nutzung verschiedener Energieträger (Atomenergie, Oxidation fossiler Brennstoffe, elektrochemische Vorgänge, erneuerbare Energien) aufgrund ihrer jeweiligen Vor- und Nachteile kritisch beurteilen.

1.3.2. Prozessbezogene Kompetenzen

1.3.2.1. Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Schülerinnen und Schüler ...

- beobachten und beschreiben Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung.
- erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe chemischer und naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind.
- analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen.
- führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch und protokollieren diese
- dokumentieren die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen auch computergestützt.
- recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus.
- wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht.
- stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus.
- interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen.
- stellen Zusammenhänge zwischen chemischen beziehungsweise naturwissenschaftlichen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her und grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab.
- beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische und naturwissenschaftliche Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen und Darstellungen.

1.3.2.2. Kompetenzbereich Kommunikation

Schülerinnen und Schüler ...

- argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig
- vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten und reflektieren Einwände selbstkritisch
- planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team.
- Beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache, gegebenenfalls mit Hilfe von Modellen und Darstellungen
- dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen, auch unter Nutzung elektronischer Medien.
- veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln.
- beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen beziehungsweise alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien.
- Prüfen Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit
- Protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen und Diskussionen in angemessener Form

1.3.2.3. Kompetenzbereich Bewertung

Schülerinnen und Schüler ...

- beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen Daten und Informationen kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten.
- stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen chemische und naturwissenschaftliche Kenntnisse bedeutsam sind.
- nutzen chemisches und anderes naturwissenschaftliches Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten, im Alltag und bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien.
- beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung.
- benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen an ausgewählten Beispielen.
- binden chemische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an
- nutzen Modelle und Modellvorstellungen zur Bearbeitung, Erklärung und Beurteilung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge.
- beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells
- beschreiben und beurteilen an ausgewählten Beispielen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt.
- bewerten an ausgewählten Beispielen die Beeinflussung globaler Kreisläufe und Stoffströme unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung.
- erörtern an ausgewählten Beispielen Handlungsoptionen im Sinne der Nachhaltigkeit.
- erkennen Fragestellungen, die einen engen Bezug zu anderen Unterrichtsfächern aufweisen und zeigen diese Bezüge auf
- nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen
- entwickeln aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie beantwortet werden können
- diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven

2. Sekundarstufe II

2.1. Inhaltsfelder

2.1.1. Einführungsphase

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben I:</p> <p>Kontext: Nicht nur Graphit und Diamant - Erscheinungsformen des Kohlenstoffs</p> <p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none">• UF4 Vernetzung• E6 Modelle• E7 Arbeits- und Denkweisen• K3 Präsentation <p>Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Nanochemie des Kohlenstoffs <p>Zeitbedarf: ca. 8 Stunden à 45 Minuten</p>	<p>Unterrichtsvorhaben II:</p> <p>Kontext: Kohlenstoffdioxid und das Klima - Die Bedeutung der Ozeane</p> <p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none">• E1 Probleme und Fragestellungen• E4 Untersuchungen und Experimente• K4 Argumentation• B3 Werte und Normen• B4 Möglichkeiten und Grenzen <p>Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Gleichgewichtsreaktionen• Stoffkreislauf in der Natur <p>Zeitbedarf: ca. 22 Stunden à 45 Minuten</p>
<p>Unterrichtsvorhaben III:</p> <p>Kontext: Methoden der Kalkentfernung im Haushalt</p> <p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none">• UF1 Wiedergabe• UF3 Systematisierung• E3 Hypothesen• E5 Auswertung• K1 Dokumentation <p>Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Gleichgewichtsreaktionen <p>Zeitbedarf: ca. 18 Stunden à 45 Minuten</p>	<p>Unterrichtsvorhaben IV:</p> <p>Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff</p> <p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none">• UF1 Wiedergabe• UF2 Auswahl• UF3 Systematisierung• E2 Wahrnehmung und Messung• E4 Untersuchungen und Experimente• K2 Recherche• K3 Präsentation• B1 Kriterien• B2 Entscheidungen <p>Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen <p>Zeitbedarf: ca. 38 Stunden à 45 Minuten</p>
<p>Summe Einführungsphase: 86 Stunden</p>	

Planung zum Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Nicht nur Graphit und Diamant - Erscheinungsformen des Kohlenstoffs	
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen	
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Nanochemie des Kohlenstoffs Zeitbedarf: 8 Std. à 45 Minuten	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: <ul style="list-style-type: none"> • UF4 Vernetzung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation Basiskonzepte (Schwerpunkt): <ul style="list-style-type: none"> • Basiskonzept Struktur-Eigenschaft

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
Graphit, Diamant und mehr <ul style="list-style-type: none"> • Modifikation • Elektronenpaarbindung • Strukturformeln 	nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6). stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3). erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7). beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4).	Test zur Selbsteinschätzung Atombau, Bindungslehre, Kohlenstoffatom, Periodensystem Gruppenarbeit „Graphit, Diamant und Fullerene“	Der Einstieg dient zur Angleichung der Kenntnisse zur Bindungslehre, ggf. muss Zusatzmaterial zur Verfügung gestellt werden. Beim Graphit und beim Fulleren werden die Grenzen der einfachen Bindungsmodelle deutlich. (Achtung: ohne Hybridisierung)
Nanomaterialien <ul style="list-style-type: none"> • Nanotechnologie • Neue Materialien • Anwendungen • Risiken 	recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3). stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3). bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie und reflektieren diese Technologie somit vor dem Hintergrund des christlichen Menschenbildes (B4).	Recherche zu neuen Materialien aus Kohlenstoff und Problemen der Nanotechnologie (z.B. Kohlenstoff-Nanotubes in Verbundmaterialien zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit in Kunststoffen) <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau • Herstellung • Verwendung • Risiken • Besonderheiten Präsentation (Poster, Museumsgang) Die Präsentation ist nicht auf Materialien aus Kohlenstoff beschränkt.	Unter vorgegebenen Rechercheaufträgen können die Schülerinnen und Schüler selbstständig Fragestellungen entwickeln. (Niveaudifferenzierung, individuelle Förderung) Die Schülerinnen und Schüler erstellen Lernplakate in Gruppen, beim Museumsgang hält jeder/ jede einen Kurzvortrag.

Planung zum Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Kohlenstoffdioxid und das Klima - Die Bedeutung der Ozeane	
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen	
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf in der Natur • Gleichgewichtsreaktionen Zeitbedarf: 22 Std. à 45 Minuten	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: <ul style="list-style-type: none"> • E1 Probleme und Fragestellungen • E4 Untersuchungen und Experimente • K4 Argumentation • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen Basiskonzepte (Schwerpunkt): <ul style="list-style-type: none"> • Basiskonzept Struktur-Eigenschaft • Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
Kohlenstoffdioxid <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften • Treibhauseffekt • Anthropogene Emissionen • Reaktionsgleichungen • Umgang mit Größengleichungen 	unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1).	Kartenabfrage Begriffe zum Thema Kohlenstoffdioxid Information Eigenschaften/ Treibhauseffekt z.B. Zeitungsartikel Berechnungen zur Bildung von CO ₂ aus Kohle und Treibstoffen (Alkane) <ul style="list-style-type: none"> • Aufstellen von Reaktionsgleichungen • Berechnung des gebildeten CO₂s • Vergleich mit rechtlichen Vorgaben • weltweite CO₂-Emissionen Information Aufnahme von CO ₂ u.a. durch die Ozeane	Der Einstieg dient zur Anknüpfung an die Vorkenntnisse aus der SI und anderen Fächern Implizite Wiederholung: Stoffmenge n, Masse m und molare Masse M

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Löslichkeit von CO₂ in Wasser</p> <ul style="list-style-type: none"> • qualitativ Bildung einer sauren Lösung • quantitativ Unvollständigkeit der Reaktion • Umkehrbarkeit 	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p> <p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1).</p> <p>nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2).</p>	<p>Schülerexperiment Löslichkeit von CO₂ in Wasser (qualitativ) Aufstellen von Reaktionsgleichungen</p> <p>Lehrervortrag Löslichkeit von CO₂ (quantitativ):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Löslichkeit von CO₂ in g/l • Berechnung der zu erwartenden Oxoniumionen Konzentration • Nutzung einer Tabelle zum erwarteten pH-Wert • Vergleich mit dem tatsächlichen pH-Wert <p>Ergebnis Unvollständigkeit der ablaufenden Reaktion</p> <p>Lehrer-Experiment Löslichkeit von CO₂ bei Zugabe von Salzsäure bzw. Natronlauge</p> <p>Ergebnis Umkehrbarkeit/ Reversibilität der Reaktion</p>	<p>Wiederholung der Stoffmengenkonzentration c</p> <p>Wiederholung: Kriterien für Versuchsprotokolle</p> <p>Vorgabe einer Tabelle zum Zusammenhang von pH-Wert und Oxoniumionenkonzentration</p>
<p>Chemisches Gleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition • Beschreibung auf Teilchenebene • Modellvorstellungen 	<p>erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1).</p> <p>beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6).</p>	<p>Lehrervortrag Chemisches Gleichgewicht als allgemeines Prinzip vieler chemischer Reaktionen, Definition</p> <p>Arbeitsblatt Umkehrbare Reaktionen auf Teilchenebene ggf. Simulation</p> <p>Modellexperiment z.B. Stechheber-Versuch, Kugelspiel</p> <p>Vergleichende Betrachtung Chemisches Gleichgewicht auf der Teilchenebene, im Modell und in der Realität</p>	
<p>Ozean und Gleichgewichte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme CO₂ • Einfluss der Bedingungen der Ozeane auf die Löslichkeit von CO₂ • Prinzip von Le Chatelier • Kreisläufe 	<p>formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3).</p> <p>erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3).</p> <p>formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1).</p> <p>veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf grafisch oder durch Symbole (K3).</p>	<p>Wiederholung CO₂- Aufnahme in den Meeren</p> <p>Schülerexperimente Einfluss von Druck und Temperatur auf die Löslichkeit von CO₂ ggf. Einfluss des Salzgehalts auf die Löslichkeit</p> <p>Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten (Verallgemeinerung)</p> <p>Puzzlemethode Einfluss von Druck, Temperatur und Konzentration auf Gleichgewichte, Vorhersagen</p> <p>Erarbeitung Wo verbleibt das CO₂ im Ozean?</p> <p>Partnerarbeit Physikalische/ Biologische Kohlenstoffpumpe</p> <p>Arbeitsblatt Graphische Darstellung des marinen Kohlenstoffdioxid-Kreislaufs</p>	<p>Hier nur Prinzip von Le Chatelier, kein MWG</p> <p>Mögliche Ergänzungen (auch zur individuellen Förderung) (fakultativ):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tropfsteinhöhlen • Kalkkreislauf • Korallen

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Klimawandel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationen in den Medien • Möglichkeiten zur Lösung des CO₂-Problems 	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4).</p> <p>beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7).</p> <p>beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3).</p> <p>zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein; sie reflektieren das Phänomen des Klimawandels somit unter dem Aspekt „Bewahrung der Schöpfung“ (B3, B4).</p>	<p>Recherche</p> <ul style="list-style-type: none"> • aktuelle Entwicklungen • Versauerung der Meere • Einfluss auf den Golfstrom/Nordatlantikstrom <p>Podiumsdiskussion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prognosen • Vorschläge zu Reduzierung von Emissionen • Verwendung von CO₂ <p>Zusammenfassung z.B. Film „Treibhaus Erde“ aus der Reihe „Total Phänomenal“ des SWR</p> <p>Weitere Recherchen</p>	

Planung zum Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Methoden der Kalkentfernung im Haushalt	
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen	
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Gleichgewichtsreaktionen Zeitbedarf: 18 Std. à 45 Minuten	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: <ul style="list-style-type: none"> • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E3 Hypothesen • E5 Auswertung • K1 Dokumentation Basiskonzepte (Schwerpunkt): <ul style="list-style-type: none"> • Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht • Basiskonzept Energie

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans <small>Die Schülerinnen und Schüler ...</small>	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Kalkentfernung <ul style="list-style-type: none"> • Reaktion von Kalk mit Säuren • Beobachtungen eines Reaktionsverlaufs • Reaktionsgeschwindigkeit berechnen 	planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren die Ergebnisse (E2, E4). stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1). erläutern den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzquotienten $\Delta c/\Delta t$ (UF1).	Brainstorming Kalkentfernung im Haushalt Schülerversuch Entfernung von Kalk mit Säuren Ideen zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufs Schülerexperiment Planung, Durchführung und Auswertung eines entsprechenden Versuchs (z.B. Auffangen des Gases) (Haus)aufgabe Ermittlung von Reaktionsgeschwindigkeiten an einem Beispiel	Anbindung an CO ₂ -Kreislauf: Sedimentation Wiederholung Stoffmenge SuS berechnen die Reaktionsgeschwindigkeiten für verschiedene Zeitintervalle im Verlauf der Reaktion
Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Einflussmöglichkeiten • Parameter (Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad) • Kollisionshypothese • Geschwindigkeitsgesetz für bimolekulare Reaktion • RGT-Regel 	formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3). interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5). erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie nur für Gase) (E6). beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).	Geht das auch schneller? Arbeitsteilige Schülerexperimente Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration, des Zerteilungsgrades und der Temperatur Lerntempoduett Stoßtheorie, Deutung der Einflussmöglichkeiten Erarbeitung Einfaches Geschwindigkeitsgesetz, Vorhersagen Diskussion RGT-Regel, Ungenauigkeit der Vorhersagen	ggf. Simulation

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Einfluss der Temperatur <ul style="list-style-type: none"> • Ergänzung Kollisionshypothese • Aktivierungsenergie • Katalyse 	<p>interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3).</p> <p>beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).</p>	<p>Wiederholung Energie bei chemischen Reaktionen</p> <p>Unterrichtsgespräch Einführung der Aktivierungsenergie</p> <p>Schülerexperiment Katalysatoren, z.B. bei der Zersetzung von Wasserstoffperoxid</p>	<p>Empfohlen wird der Film „Wilhelm Ostwald und die Katalyse“ (Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik)</p>
Chemisches Gleichgewicht quantitativ <ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung Gleichgewicht • Hin- und Rückreaktion • Massenwirkungsgesetz • Beispielreaktionen 	<p>formulieren für die ausgewählten Gleichgewichtsreaktionen ein Massenwirkungsgesetz (UF3).</p> <p>interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4).</p> <p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1).</p> <p>beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).</p>	<p>Arbeitsblatt Von der Reaktionsgeschwindigkeit zum chemischen Gleichgewicht</p>	<p>Lehrervortrag Einführung des Massenwirkungsgesetz</p> <p>Übungsaufgaben</p> <p>Trainingsaufgabe Das Eisen-Thiocyanat-Gleichgewicht (mit S-Experiment)</p>

Planung zum Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff	
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen <p>Zeitbedarf: 38 Std. à 45 Minuten</p>	<p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF1 Wiedergabe • UF2 Auswahl • UF3 Systematisierung • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • K2 Recherche • K3 Präsentation • B1 Kriterien • B2 Entscheidungen <p>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basiskonzept Struktur-Eigenschaft • Basiskonzept Donator-Akzeptor

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Wenn Wein umkippt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oxidation von Ethanol zu Ethansäure • Aufstellung des Redoxschemas unter Verwendung von Oxidationszahlen • Regeln zum Aufstellen von Redoxschemata 	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2).</p> <p>beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6).</p>	<p>Test zur Eingangsdiagnose</p> <p>Mind Map</p> <p>Demonstration von zwei Flaschen Wein, eine davon ist seit 2 Wochen geöffnet.</p> <p>Schülerexperiment pH-Wert-Bestimmung, Geruch, Farbe von Wein und "umgekipptem" Wein</p>	<p>Anlage einer Mind Map, die im Laufe der Unterrichtssequenz erweitert wird</p> <p>Diagnose Begriffe, die aus der SI bekannt sein müssten: funktionelle Gruppen, Hydroxygruppe, intermolekulare Wechselwirkungen, Redoxreaktionen, Elektronendonator/ -akzeptor, Elektronegativität, Säure, saure Lösung.</p> <p>Nach Auswertung des Tests: Bereitstellung von individuellem Fördermaterial zur Wiederholung an entsprechenden Stellen in der Unterrichtssequenz.</p>
<p>Alkohol im menschlichen Körper</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ethanal als Zwischenprodukt der Oxidation • Nachweis der Alkanale • Biologische Wirkungen des Alkohols • Berechnung des Blutalkoholgehaltes Alkotest mit dem Drägerröhrchen (fakultativ) 	<p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufs) (K1).</p> <p>zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).</p>	<p>Concept-Map zum Arbeitsblatt „Wirkung von Alkohol“</p> <p>Schülerexperiment Fehling- und Tollens-Probe</p> <p>Film Historischer Alkotest (fakultativ)</p> <p>Niveaudifferenzierte Aufgabe zum Redoxschema der Alkotest Reaktion (fakultativ)</p>	<p>Wiederholung Redoxreaktionen</p> <p>Vertiefung Essigsäure oder Milchsäuregärung.</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Ordnung schaffen: Einteilung organischer Verbindungen in Stoffklassen</p> <p>Alkane und Alkohole als Lösemittel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Löslichkeit • funktionelle Gruppe • intermolekulare Wechselwirkungen: van-der-Waals Ww. und Wasserstoffbrücken • homologe Reihe und physikalische Eigenschaften • Nomenklatur nach IUPAC • Formelschreibweise: Verhältnis-, Summen-, Strukturformel • Verwendung ausgewählter Alkohole <p>Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren - Oxidationsprodukte der Alkanole</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oxidation von Propanol • Unterscheidung primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole durch ihre Oxidierbarkeit • Gerüst- und Positionsisomere am Beispiel der Propanole • Molekülmodelle • Homologe Reihe der Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren • Nomenklatur der Stoffklassen und funktionellen Gruppen • Eigenschaften und Verwendung 	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).</p> <p>benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3).</p> <p>ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3).</p> <p>erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2).</p> <p>beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüst-Isomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3).</p> <p>erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3).</p> <p>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3).</p> <p>wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3).</p> <p>beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüst-Isomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3).</p>	<p>Schülerexperiment Löslichkeit von Alkoholen und Alkanen in verschiedenen Lösemitteln</p> <p>Arbeitspapiere</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nomenklaturregeln und -Übungen • intermolekulare Wechselwirkungen <p>Schülerexperiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oxidation von Propanol mit Kupferoxid • Oxidationsfähigkeit von primären, sekundären und tertiären Alkanolen, z.B. mit KMnO_4 <p>Gruppenarbeit Darstellung von Isomeren mit Molekülbaukästen</p> <p>Schülerexperiment Lernzirkel Carbonsäuren</p>	<p>Wiederholung Elektronegativität, Atombau, Bindungslehre, intermolekulare Wechselwirkungen</p> <p>Fächerübergreifender Aspekt Biologie Intermolekulare Wechselwirkungen sind Gegenstand der EF in Biologie (z.B. Proteinstrukturen)</p> <p>Wiederholung Säuren und saure Lösungen.</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Künstlicher Wein? a) Aromen des Weins</p> <p>Gaschromatographie zum Nachweis der Aromastoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktion eines Gaschromatographen • Identifikation der Aromastoffe des Weins durch Auswertung von Gaschromatogrammen <p>Vor- und Nachteile künstlicher Aromastoffe Beurteilung der Verwendung von Aromastoffen, z.B. von künstlichen Aromen in Joghurt oder Käseersatz</p> <p>Stoffklassen der Ester und Alkene</p> <ul style="list-style-type: none"> • funktionelle Gruppen • Stoffeigenschaften • Struktur-Eigenschafts-Beziehungen 	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5).</p> <p>nutzen angeleitet und selbständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2).</p> <p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</p> <p>erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2).</p> <p>analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachverhalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4).</p> <p>zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).</p>	<p>Film künstlich hergestellter Wein: Quarks und Co (10.11.2009) ab 34. Minute</p> <p>Gaschromatographie Animation Virtueller Gaschromatograph</p> <p>Arbeitsblatt Grundprinzip eines Gaschromatographen: Aufbau und Arbeitsweise Gaschromatogramme von Weinaromen</p> <p>Diskussion ("Fishbowl") Vor- und Nachteile künstlicher Obstaromen in Joghurt, künstlicher Käseersatz auf Pizza, etc. (Eine Alternative zur "Fishbowl"-Diskussion ist die Anwendung der Journalistenmethode)</p>	<p>Der Film wird empfohlen als Einführung ins Thema „künstlicher Wein“ und zur Vorbereitung der Diskussion über Vor- und Nachteile künstlicher Aromen.</p>
<p>b) Synthese von Aromastoffen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estersynthese • Vergleich der Löslichkeiten der Edukte (Alkanol, Carbon säure) und Produkte (Ester, Wasser) • Veresterung als unvollständige Reaktion 	<p>ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1).</p> <p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p> <p>stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).</p>	<p>Experiment (Demonstration) Synthese von Essigsäureethylester und Veresterung und Analyse der Produkte</p> <p>Schülerexperiment Synthese von Aromastoffen (Fruchtestern).</p> <p>Gruppenarbeit: Darstellung der Edukte und Produkte der Estersynthese mit Molekülbaukästen</p>	<p>Fächerübergreifender Aspekt Biologie: Veresterung von Aminosäuren zu Polypeptiden in der EF.</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Eigenschaften, Strukturen und Verwendungen organischer Stoffe	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen die Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).</p> <p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</p>	<p>Recherche und Präsentation (als Wiki, Poster oder Kurzvortrag)</p> <p>Eigenschaften und Verwendung organischer Stoffe</p>	<p>Bei den Ausarbeitungen soll die Vielfalt der Verwendungsmöglichkeiten von organischen Stoffen unter Bezugnahme auf deren funktionelle Gruppen und Stoffeigenschaften dargestellt werden.</p> <p>Mögliche Themen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ester als Lösemittel für Klebstoffe und Lacke • Aromastoffe (Aldehyde und Alkohole) und Riechvorgang • Carbonsäuren: Antioxidantien (Konservierungsstoffe) • Weinaromen: Abhängigkeit von Rebsorte oder Anbaubiet • Terpene (Alkene) als sekundäre Pflanzenstoffe
<p>Herstellung eines Parfums (fakultativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Duftpyramide • Duftkreis • Extraktionsverfahren 	<p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p>	<p>Filmausschnitt</p> <p>"Das Parfum"</p> <p>Schülerexperiment</p> <p>Extraktion von Aromastoffen</p>	<p>ggf. Exkursion ins Duftlabor</p>

2.1.2. Qualifikationsphase Grundkurs

Inhaltsfeld 2: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Kapitel 6: Säure-Base-Reaktionen und analytische Verfahren

30 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor
Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen, Säurestärke, pH-Wert, Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen mithilfe einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator und mit einer Leitfähigkeitstimation	Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen, Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln	Merkmale von Säuren bzw. Basen, Leitfähigkeit	Autoprotolyse des Wassers, pH-Wert, Stärke von Säuren	Säure-Base-Konzept von Brønsted, Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<p>identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3),</p> <p>interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3),</p> <p>erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1),</p> <p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2),</p> <p>klassifizieren Säuren mithilfe von K_S- und pK_S-Werten (UF3),</p> <p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).</p>	<p>zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7),</p> <p>planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3),</p> <p>erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),</p> <p>erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6),</p> <p>beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstimation (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5),</p> <p>machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S- und pK_S-Werten (E3),</p> <p>bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).</p>	<p>stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),</p> <p>dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstimation mithilfe graphischer Darstellungen (K1),</p> <p>erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3),</p> <p>recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).</p>	<p>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2),</p> <p>bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).</p>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
6 Einstiegsseite: Säure-Base-Reaktionen und analytische Verfahren	Aufriss der Thematik über Bilder des Schülerbuchs und Stoffproben aus dem Alltag und der Sammlung
6.1 Säuren und Basen im Alltag und im Labor Aspekte: Indikatoren, pH-Wert (phänomenologisch), Säuren und Basen im Alltag, Neutralisation, Stoffmengenkonzentration	Aufgreifen und Vertiefen von Kenntnissen aus der Sek. I und der Einführungsphase; es kann sowohl ein Überblick über das gesamte Inhaltsfeld als auch ein Schwerpunkt gelegt werden.
6.2 Die Entwicklung des Säure-Base-Begriffs	Historische Stationen der Entwicklung des Säure-Base-Begriffes; V1 kann genutzt werden, die Gemeinsamkeiten saurer Lösungen im Schülerversuch zu wiederholen, zusammenzuführen oder zu erschließen; A1 Hausaufgabe.
6.3 Die Säure-Base-Theorie nach BRØNSTED Brønstedsäuren/Protonendonatoren, Brønstedbasen/Protonenakzeptoren, Protolysen, Säure-Base-Paare, Funktionsschema für Säure-Base-Reaktionen, Ampholyte, Schrittweise Protonenabgabe (mehrprotonige Säuren)	Grundlegende Einführung des Säure-Base-Konzepts von BRØNSTED; aus Kap. 6.2 und 6.3 geht die Veränderung des Säure-Base-Begriffs deutlich hervor. Die Deutung der Versuche V2 und V3 untermauert die Verknüpfung der Säure und der Base, der Protonenabgabe mit der Protonenaufnahme. Die Aufgabe A1 erfordert den Umgang mit Strukturformeln, sie kann unterrichts begleitend oder als Hausaufgabe eingesetzt werden. Die Aufgaben A2 bis A6 können für die selbstständige Erarbeitung und Vertiefung (Einzelarbeit, Partnerarbeit, arbeitsgleiche Gruppenarbeit) eingesetzt werden.
6.6 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert Autoprotolyse des Wassers, Ionenprodukt des Wassers, Definition des pH-Wertes, Zusammenhänge zwischen K_w , $c(\text{H}_3\text{O}^+)$, $c(\text{OH}^-)$ bzw. pK_w , pH, pOH	Das Ionenprodukt des Wassers und der pH-Wert lassen sich einseitig und zügig im Lehrervortrag vermitteln. Die Aufgaben A2 bis A6 können wieder für die selbstständige Erarbeitung und Vertiefung (Einzelarbeit, Partnerarbeit, arbeitsgleiche Gruppenarbeit) eingesetzt werden. Durch die intensive Auseinandersetzung mit den Aufgaben gewinnen die Lerngruppenmitglieder Sicherheit. Der Umgang mit Logarithmen und auch Potenzen ist vielen Schülerinnen und Schülern wenig vertraut. Hier bietet sich als Exkurs das Kapitel „Potenzen und Logarithmen“ aus dem Anhang an.
6.7 Die Stärke von Säuren und Basen Protolysegleichgewicht, Säure- und Basenkonstante, K_S -Wert, pK_S -Wert, K_B -Wert, pK_B -Wert	Beim Vergleich der pH-Werte gleich konzentrierter Säuren (V1) wird deutlich, dass nicht der pH-Wert die Säurestärke bestimmt. Die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf die Gleichgewichtsreaktion einer schwachen Säure führt zur Säurekonstante. Für Grundkurse ist die Basenkonstante nicht unmittelbar verbindlich, allerdings müssen die Lerngruppenmitglieder Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktion mithilfe von K_S - und pK_S -Wert machen können. Es ist deshalb sehr sinnvoll, den Zusammenhang zwischen K_S - und K_B -Wert korrespondierender Säure-Base-Paare zu betrachten. Für viele Schülerinnen und Schüler ist der Umgang mit K_S - und K_B -Werten einfacher als der Umgang mit pK_S - und pK_B -Werten. Es ist deshalb durchaus möglich, den pK_S -Wert bei Rechnungen erst im letzten Rechenschritt zu nutzen (vgl. B4 und A2). Die Bearbeitung der Aufgaben A1 und A2 festigt die wichtigen Kompetenzen im Umgang mit dem pH-Wert und der Säurestärke.
6.8 Protolysen in Salzlösungen Kationen als Säuren, Anionen als Säuren, Neutrale Salzlösungen, Inhaltsstoffe von Lebensmitteln und Reinigern	Protolysen in Salzlösungen müssen nach einem ersten Blick auf den Kernlehrplan nicht behandelt werden. Allerdings enthalten viele Produkte des Alltags Salze, bei denen für Schülerinnen und Schüler nicht sofort erkennbar ist, dass die Kationen oder Anionen Säure-Base-Reaktionen eingehen können. Mit Kenntnissen aus diesem Kapitel kann der Lebenswirklichkeit enger begegnet werden. Die Recherchen zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, werden dadurch auf ein solides Fundament gestellt. Es bietet sich an, die Experimente und vielfältigen Aufgaben dieses Kapitels für eine umfangreichere Gruppenarbeit zu nutzen und die Schülerinnen und Schüler im Dialog intensiv zu stützen.
6.9 pH-Werte von Säurelösungen pH-Werte starker Säuren, pH-Werte schwacher Säuren	Die Schülerinnen und Schüler müssen pH-Werte wässriger Lösungen (sehr) starker und schwacher einprotoniger Säuren berechnen können. Die Aufgaben A1 und A3 müssen die Lerngruppenmitglieder lösen können. Die Aufgabe A2 regt zu einer kritischen Auseinandersetzung über den Zusammenhang zwischen der Konzentration einer Säure und dem pH-Wert einer sauren Lösung an.
6.10 pH-Werte von Basenlösungen pH-Werte der wässrigen Lösung starker Basen (Hydroxide)	Schülerinnen und Schüler müssen „nur“ die pH-Wert-Berechnung wässriger Lösungen starker Basen (Hydroxide) beherrschen. Es genügt also, die entsprechenden Abschnitte und Aufgaben des Kapitels, die sich auf die (sehr) starken Basen beziehen, zu nutzen.

<p><u>6.12 Praktikum Titration mit Endpunktsbestimmung</u> Bestimmung von Essigsäure im Essig, Titration, Maßlösung, Probelösung, Äquivalenzpunkt, Auswertung einer Titration, Stoffmengenkonzentration, Massenanteil, Massenkonzentration, Umgang mit Bürette, Pipette</p>	<p>Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator erläutern, zielgerichtet durchführen und auswerten können. Die Aufgaben A1 und A2 fördern das Bewerten der durch eigene Experimente gewonnenen Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen). Auch das Bewerten der Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen wird gefördert. Es bietet sich an, unterschiedliche Essigsorten einzusetzen.</p>
<p><u>6.16 Leitfähigkeitstiteration</u> Leitfähigkeit von Ionenlösungen, Unterschiedliche Ionenleitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeit), Durchführung einer Leitfähigkeitstiteration, Dokumentation der Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration mithilfe graphischer Darstellungen</p>	<p>Schülerinnen und Schüler eines Grundkurses müssen das Verfahren einer Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt beschreiben und vorhandene Messdaten auswerten können. Der zentrale Versuch V1 fördert den Erwerb dieser Kompetenz. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Durchführung und den grundlegenden Verlauf der Titrationskurven von starken Basen, starken Säuren und schwachen Säuren kennen. Zur Erklärung ziehen die Lerngruppenmitglieder das Vorhandensein frei beweglicher Ionen mit unterschiedlichen Leitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeiten) heran.</p>
<p><u>6.17 Praktikum Säuren und Basen in Produkten des Alltags</u> V1 Überprüfung des Essigsäureanteils in Essigessenz mit einer Leitfähigkeitstiteration V3 Bestimmung von Säuren in Weißwein mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator V4 Bestimmung von Hydroxid- und Carbonationen in einem festen Rohrreiniger</p>	<p>Das Praktikum vertieft und erweitert die für den Grundkurs verbindlichen Säure-Base-Titrationsverfahren. In V2 wird eine potentiometrische Titration durchgeführt, für den Grundkurs sind potentiometrische Titrationsverfahren nicht verbindlich. Die Bestimmung sowohl der Hydroxid- als auch der Carbonationen in einem festen Rohrreiniger ist anspruchsvoll. Der Versuch bietet sich auch für die Anfertigung einer Facharbeit an. Im Grundkurs kann die Beschränkung auf die Bestimmung der Gesamtbasenkonzentration in einer Titration mit Salzsäure sinnvoll sein. In der Auseinandersetzung mit den Versuchsergebnissen und dem Einsatz der Säuren und Basen dieser Alltagsprodukte werden die Kompetenzen der Bewertung in besonderem Maße gefördert. Der Komplex „Bewahrung der Schöpfung“ wird hier unter dem Aspekt des sorgsamsten Umgangs mit für das Ökosystem schädlichen Stoffen behandelt.</p>
<p><u>6.19 Impulse Konzentrationsberechnungen</u> Berechnung und Ermittlung von Stoffmengenkonzentrationen</p>	<p>Die Impulssseite vermittelt einen Überblick über den Algorithmus der Berechnung einer Stoffmengenkonzentration für Säure-Base-Reaktionen. Die Aufgabe A1 fördert die Auswertung einer Leitfähigkeitstiteration an einem Beispiel aus dem Alltag. Die Aufgabe A2 erfordert den Transfer des an der Konzentrationsbestimmung einer Säure Gelernten auf eine starke Base.</p>
<p><u>6.20 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	<p>Die Begriffe sind mit Ausnahme der Halbtiteration und vertiefter Betrachtungen des K_B- bzw. pK_B-Wertes und des pOH-Wertes verbindlich. Für den Grundkurs eignen sich die folgenden Aufgaben: A1, A2, A4, A5, A8. Die Anfertigung einer Concept Map ermöglicht die Selbstüberprüfung der inhaltlichen Schwerpunkte.</p>

Inhaltsfeld 3: Elektrochemie

Kapitel 7: Elektrochemie

42 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor	Basiskonzept Energie
Elektrochemische Gewinnung von Stoffen, Mobile Energiequellen, Korrosion	Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon, Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle	Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen	Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle, Elektrolyse, Galvanische Zellen, Elektrochemische Korrosion	Faraday-Gesetze, elektrochemische Energieumwandlungen, Standard-Elektrodenpotentiale

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<p>erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3), beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1), berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standard-Elektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3), erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4), beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3), deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4), erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2), erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2), erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3).</p>	<p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7), entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3), planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5), erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6), analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).</p>	<p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1), stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3), recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3), argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</p>	<p>erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3), vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1), diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4), diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).</p>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>7 Einstiegsseite: Elektrochemie</u>	Die Bilder und kurzen Textbausteine umreißen die Thematik.
<u>7.1 Mobile Energiequellen</u> Mobile Energiequellen Historische Batterien Akkus machen mobil Lithium-Ionen-Akkumulatoren Primär- und Sekundärelemente Kondensatoren als Energiespeicher	Mit den Beispielen der Kontextseite wird die Themenbreite der Elektrochemie entfaltet. Batterien und Akkus, mit denen die Lerngruppenmitglieder häufig unbewusst umgehen, werden lose vorgestellt. Es kann eine Batterie zerlegt werden (B2 in Kap. 7.18). Teile der Batterie werden beschrieben. Anschließend wird als erster Themenblock „Aufbau und Funktionsweise einer Batterie“ angestellt. Dazu müssen in der Regel grundlegende Aspekte des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts aufgegriffen werden.
<u>7.2 Oxidation und Reduktion</u> Elektronenübergänge Redoxreaktionen Oxidationsmittel Reduktionsmittel Korrespondierende Redoxpaare	Die Kursmitglieder sind bereits in der Einführungsphase mit Oxidationszahlen und Redoxgleichungen in Berührung gekommen (vgl. Kap. 2.13 und 2.14). In der Regel sind das Auffrischen und Systematisieren dieser Kenntnisse und Kompetenzen notwendig. Die Schülerinnen und Schüler nutzen die Kapitel 7.2 und 7.3 weitgehend selbstständig. Zu ihrer Selbstüberprüfung lösen sie die Aufgaben.
<u>7.3 Oxidationszahlen</u> Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen	
<u>7.4 Impulse Redoxgleichungen</u> Aufstellen einer Redoxgleichung	Die Schülerinnen und Schüler lösen die Aufgaben A1 und A2, stellen in Anlehnung an B1 Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt.
<u>7.5 Praktikum Redoxtitrationen</u> Permanganometrie V1 Titration einer Oxalsäurelösung V2 Bestimmung von Sauerstoff in einer Gewässerprobe	Redoxtitrationen sind nicht verbindlich. Das Kapitel kann z.B. im Rahmen eines Projektes zur Gewässeruntersuchung genutzt werden.
<u>7.6 Die Redoxreihe</u> Redoxreihe der Metalle Redoxreihe der Nichtmetalle	Die Schülerversuche werden arbeitsgleich oder arbeitsteilig eingesetzt, um auf die Redoxreihen hinzuwirken. Die Begriffe „oxidieren, wird oxidiert, reduzieren, wird reduziert“ werden nachhaltig eingefordert.
<u>7.7 Galvanische Elemente</u> Daniell-Element Aufbau einer galvanischen Zelle (Halbelement, Anode, Kathode, Pluspol, Minuspol, Diaphragma) Spannung galvanischer Elemente Modellhafte Darstellung des Zustandekommens der Spannung eines Daniell-Elements Volta-Element	Das Experiment V1 und der „Exkurs Messung von Redoxpotentialen“ sind wie die Inhalte dieses Kapitels grundlegend. Die beiden Aufgaben A1 und A2 werden in Einzelarbeit gelöst und dienen der Überprüfung des Verständnisses. Hinweis: Es sind meist auch grundlegende Aspekte aus der Physik zur Elektrizitätslehre aufzugreifen: Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrische Energie
<u>7.8 Die elektrochemische Spannungsreihe</u> Standardwasserstoffelektrode Standardpotentiale Messung eines Standardpotentials Elektrochemische Spannungsreihe	Die Inhalte des Kapitels sind grundlegend für den Kompetenzerwerb. Der Aufbau und die Funktionsweise der Standardwasserstoffelektrode wird im Lehrvortrag vorgestellt. Es genügt die Messung eines Standardpotentials. Mit den Redoxpotentialen aus Kap. 7.7 und dem gemessenen Standardpotential lässt sich eine elektrochemische Spannungsreihe aufstellen. Der Ausschnitt aus der elektrochemischen Spannungsreihe (B4) wird intensiv besprochen. Mit den Standardpotentialen werden an Beispielen von galvanischen Zellen Spannungen berechnet. Die Aufgaben A1, A2 und A3 werden in Partnerarbeit gelöst. Die Lösungen werden in Kurzvorträgen vorgestellt. Fehlern wird intensiv nachgegangen.
<u>7.9 Ionenkonzentration und Spannung</u> Aufbau eines Konzentrationselements Spannung eines Konzentrationselements	Da die Nernst-Gleichung für den Grundkurs nicht verbindlich ist, muss man sich im Grundkurs mit der Konzentrationsabhängigkeit nicht intensiv befassen. Für die Lehrerin oder den Lehrer ist es in leistungsstarken Grundkursen interessant, die logarithmische Abhängigkeit einer Größe zu verfolgen.
<u>7.10 Die Nernst-Gleichung</u> Nernst Gleichung für Metall/Metallionen- Halbelement Nernst Gleichung für Nichtmetallionen/Nichtmetall-Halbelement Nernst-Gleichung und Massenwirkungsgesetz Berechnung von Spannungen galvanischer Elemente mit der Nernst-Gleichung pH-Wert-Messung mit Wasserstoffelektroden pH-Messung mit der Einstabmesskette pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen	Die Inhalte der Kapitel 7.10 bis 7.12 sind für Grundkurse nicht notwendig. In besonders leistungsstarken Grundkursen bietet es sich an, punktuell Inhalte aufzugreifen, die von Schülerinnen oder Schülern angesprochen werden und der Klärung bedürfen.
<u>7.11 Exkurs Bestimmung extrem kleiner Konzentrationen</u> Löslichkeitsprodukt	
<u>7.12 Impulse Berechnen einer Potentialdifferenz</u> Schritte zur Berechnung einer Potentialdifferenz	

<p><u>7.13 Elektrolysen in wässrigen Lösungen</u> Elektrolyse Elektrolysezelle Zersetzungsspannung Polarisierungsspannung Abscheidungspotential Überspannung Überpotential Abscheidungspotentiale und Elektrolysen</p>	<p>Die Elektrolyse einer Zinkiodidlösung ist das zentrale Einstiegsexperiment, mit dem sich die bei einer Elektrolyse ablaufenden Vorgänge als zwangsweise Umkehrung der Vorgänge einer galvanischen Zelle herausarbeiten lassen. Bei zusätzlichem Einsatz eines Stromstärkemessgerätes lässt sich auch die Umkehrung der Stromrichtung bzw. des Elektronenflusses herausstellen. Die Abbildung B1 unterstützt die Deutung des Versuchs. Der Versuch V2 wird zur Herausarbeitung der Zersetzungsspannung und der Überspannung genutzt. Entscheidend ist es, dass die Lerngruppenmitglieder verstehen, dass eine Elektrolyse erst einsetzt, wenn die Zersetzungsspannung erreicht ist. Die Aufgaben A1, A3 und A4 werden im Unterricht oder als Hausaufgabe bearbeitet. Hinweis: Es lohnt sich, eine gesättigte Natriumsulfatlösung, die mit einigen Tropfen Universalindikatorlösung versetzt wird, in einem Hofmann'schen Apparat zu elektrolysieren. Es wird dann sehr deutlich, dass die Elektrolyse mit der kleinsten Zersetzungsspannung abläuft.</p>
<p><u>7.14 Quantitative Betrachtung der Elektrolyse</u> Faraday-Gesetze</p>	<p>Grundlegend sind der Versuch 1 und die Auswertung bis zum Faraday-Gesetz. Die Aufgaben A1 und A2 müssen von den Lerngruppenmitgliedern sicher gelöst werden.</p>
<p><u>7.15 Gewinnung von Zink</u> Vorkommen von Zink Der Werkstoff Zink Zinkgewinnung Recycling von Zink</p>	<p>Die Kapitel 7.15 und 7.16 sprechen großtechnische Prozesse an. Die Kapitel können als Grundlagen für Schülervorträge oder das Selbststudium genutzt werden.</p>
<p><u>7.16 Gewinnung von Aluminium</u> Schmelzflusselektrolyse</p>	<p>Das Kapitel und die Aufgabe A1 kann als Ausgangspunkt für eine Diskussion zum Einsatz von Aluminium aus ökonomischen und ökologischen Perspektiven genutzt werden.</p>
<p><u>7.17 Batterien</u> Zink-Kohle-Batterie Alkali-Mangan-Batterie Zink-Luft-Knopfzelle Lithium-Mangan-Batterie</p>	<p>Die verschiedenen Batterietypen können im Selbststudium erarbeitet und danach vorgestellt werden. Die Aufgaben A1 bis A4 werden selbstständig von den Kursmitgliedern gelöst. Unter Rückgriff auf Kap. 7.13 werden die SuS in die Lage versetzt, Batterien sachgerecht zu entsorgen und geeignete Recyclingverfahren zu verstehen. Der Komplex „Bewahrung der Schöpfung“ wird hier unter dem Aspekt des sorgsamem Umgangs mit für das Ökosystem schädlichen Stoffen behandelt.</p>
<p><u>7.18 Praktikum Primärelemente</u> V1 Volta-Elemente V2 Leclanché-Elemente</p>	<p>Das Praktikum soll mit dem Kapitel 7.17 integriert bearbeitet werden.</p>
<p><u>7.19 Akkumulatoren</u> Bleiakkumulator Nickel-Metall-Hydrid-Akkumulator Lithium-Ionen-Akkumulator</p>	<p>Für Lerngruppenmitglieder ist es interessant, am Auto die Starterbatterie zu identifizieren und die Funktion von Starterbatterie und Lichtmaschine zu beschreiben. Steht ein aufgesägter Bleiakkumulator zur Verfügung, so sollten die Einzelteile beschrieben werden. Die Abbildung B2 zum Aufbau einer Starterbatterie kann ergänzend oder ersatzweise eingesetzt werden. Der Versuch V1 zum Laden und Entladen eines Bleiakkumulators ist grundlegend. An zwei „Modellbleiakkumulatoren“ können auch Reihen- und Parallelschaltung demonstriert werden. Das Funktionsprinzip einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle ist für Lerngruppenmitglieder in der Regel leicht zu verstehen. Es lohnt sich, die Vorzüge und Schwächen des Einsatzes von Akkumulatoren bzw. Brennstoffzellen für Autos zu diskutieren.</p>
<p><u>7.20 Brennstoffzellen</u> Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle PEM-Brennstoffzelle Direktmethanol-Brennstoffzelle</p>	
<p><u>7.21 Energiespeicherung</u> Energiespeicherung Energieumwandlung Erzeugung von Brennstoffen: - Fotokatalytische Wasserspaltung - Sabatier-Prozess - Power-to-Gas - Power-to-Liquid Wärmespeicher Pumpspeicherwerke</p>	<p>Die Energiespeicherung ist ein Grundpfeiler der Energiewende. Die Aufgaben unterstützen die Forderung nach einer übersichtlichen grafischen Darstellung von Sachverhalten.</p>
<p><u>7.22 Praktikum Brennstoffzellen</u> V1 Wirkungsgrade einer Brennstoffzelle V2 Modellversuch zur Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle</p>	<p>Das Kapitel 7.22 kann mit dem Kapitel 7.20 verknüpft werden.</p>

<p><u>7.23 Korrosion und Korrosionsschutz</u> Lokalelement Säurekorrosion Sauerstoffkorrosion Rosten Passiver Korrosionsschutz Kathodischer Korrosionsschutz</p>	<p>Im Grundkurs ist nur die „Korrosion“ verpflichtend. Es ist sehr sinnvoll, dieses Kapitel mit dem Kapitel 7.24 „Praktikum Korrosion und Korrosionsschutz“ zu behandeln. Die Lerngruppenmitglieder können dann in einem umfangreichen Unterrichtsblock selbststeuernd die Experimente durchführen und sich die Sachverhalte aneignen. Die Aufgaben dienen der Eigenkontrolle der Schülerinnen und Schüler und der Überprüfung des Verständnisses der Lehrkraft. Die Lehrkraft unterstützt die Lerngruppenmitglieder individuell und überzeugt sich im Dialog vom Verständnis der Lerngruppenmitglieder. Die grafischen Darstellungen werden zur Beschreibung und Erklärung durch die Schülerinnen und Schüler herangezogen.</p>
<p><u>7.24 Praktikum Korrosion und Korrosionsschutz</u> V1 Rosten von Eisen V2 Eisen-Sauerstoff-Element V3 Rostbildung unter einem Salzwassertropfen V4 Rostbildung an Lokalelementen V5 Korrosionsschutz durch Metallüberzüge V6 Kathodischer Korrosionsschutz</p>	
<p><u>7.25 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	<p>Die Aufgaben A1, A2, A4, A6, A7, A8 und A10 müssen von Schülerinnen und Schülern des Grundkurses gelöst werden können.</p>

Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Kapitel 8: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege

Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege

18 Stunden à 45 Minuten			
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Organische Verbindungen und Reaktionstypen, radikalische Substitution, nucleophile Substitution, Veresterung und Verseifung, Eliminierung, elektrophile Addition, Reaktionsfolge	Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, Maßgeschneiderte Produkte	Stoffklassen und Reaktionstypen, elektrophile Addition, nucleophile Substitution, zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Reaktionssteuerung

(Variante I) Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<p>beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3),</p> <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1),</p> <p>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4),</p> <p>klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3),</p> <p>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1),</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p>	<p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen (sowohl im niedermolekularen (als auch im makromolekularen) Bereich) (E4),</p> <p>schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p>	<p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),</p> <p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),</p> <p>diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>

(Variante II) Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<p>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1),</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4),</p> <p>erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomerbausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3),</p> <p>beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3),</p> <p>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).</p>	<p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4),</p> <p>untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5),</p> <p>ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).</p>	<p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),</p> <p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3),</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</p>	<p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),</p> <p>diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>8 Einstiegsseite: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege</u>	Die Bilder und Textbausteine umreißen zielführend die Pole organische Verbindungen im Reagenzglas und in der Großtechnik.
<u>Aufbau organischer Moleküle und charakteristische Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihrer chemischen Reaktionen (Veresterung, Oxidationreihe)</u>	Selbstüberprüfung der Schülerinnen und Schüler mithilfe von Aufgabenstellungen durch die Lehrkraft; die Schülerinnen und Schüler arbeiten ihre Lücken im Selbststudium mithilfe des Kapitels 2 „Organische Stoffe in Natur und Technik“ auf. Intensivere Hilfestellungen im Dialog sind in der Regel bei der Behandlung der zwischenmolekularen Wechselwirkungen notwendig.
Variante I	
<u>Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, enger gefasst: Vom Erdöl zum Superbenzin</u>	Die Bedeutung des Erdöls für chemische Produkte, die letztendlich jeden betreffen, wird herausgestellt. Die aufgeführten Aspekte vermitteln Leitideen.
<u>8.1 Erdöl - Grundlage für chemische Produkte</u> Energieträger und Rohstoff Funktionelle Gruppe Vom Reagenzglas zum industriellen Synthesereaktor Zwischenstufen und Endprodukte	Demonstrationsexperiment/Film zur Erdöldestillation, Erarbeitung mit dem Buchkapitel. Die Aufgaben A1 und A2 erfordern die zwischenmolekularen Wechselwirkungen (hier: Van-der-Waals-Kräfte) zur Erklärung der Stoffeigenschaften. Die Aufgabe A3 erfordert die Recherche und fördert Kompetenzen der Bewertung. Lücken können mit Kapitel 1.8 „Eigenschaften der Alkane“ geschlossen werden.
<u>8.2 Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl</u> fraktionierende Destillation Vakuumdestillation Rohölfraktionen	V1 als Demonstrationsexperiment. Vertiefende Betrachtung von Alkanen, Alkenen, Cycloalkanen und Cycloalkenen. Einsatz von Molekülbaukästen bzw. Computereinsatz. Kapitel 2.12 „Exkurs Wichtige Ether - MTBE und ETBE“ kann zur Erläuterung der Arbeitsweise eines Ottomotors genutzt werden.
<u>8.3 Kraftfahrzeugbenzin - Herstellung und Veredelung</u> Klopffestigkeit Reformieren Cracken	

<p><u>8.4 Impulse Molekülstrukturen am Computer</u> Moleküleditoren Zeichnerische Darstellung von Molekülen Molecular Modelling</p>	<p>Nach einer grundlegenden Einführung eines Programms bietet es sich an, dass Schülerinnen und Schüler sich zu Hause mit einem oder unterschiedlichen Programmen auseinandersetzen und ihre Erfahrungen vorstellen.</p>
<p><u>8.13 Reaktionen der Alkene - elektrophile Addition</u> Additionsreaktion elektrophile Addition Verlauf einer elektrophilen Addition nach Markownikow</p>	<p>Einführung von Reaktionsschritten (Reaktionsmechanismus) Mit diesem Kapitel wird der Kompetenzerwerb zur Formulierung und Erläuterung einer elektrophilen Addition in besonderem Maße unterstützt. Die Abbildungen B1 und B2 unterstützen die graphische Darstellung von Reaktionswegen. Die Aufgaben A2 und A3 vertiefen den Inhalt und stützen den Kompetenzerwerb. Die Aufgabe A1 erfordert auch die radikalische Substitution, die für diese Unterrichtseinheit nicht notwendig ist.</p>
<p><u>8.14 Vom C4-Schnitt zur organisch-chemischen Synthese</u> Reaktionsfolge Stoffkreislauf Erhöhung der Klopfestigkeit von Benzin durch MTBE bzw. ETBE</p>	<p>Mit diesem Kapitel ist diese Unterrichtseinheit zunächst abgeschlossen. Sie kann aber sehr sinnvoll mit einem Ausblick auf Biodiesel und Biotreibstoffe erweitert werden. Dadurch werden die Kompetenzerwartungen der Bewertung unterstützt.</p>
<p><u>8.10 Exkurs Biodiesel</u> Aufbau von Fetten Pflanzenöl als Dieseleratz Umesterung von Rapsöl</p>	<p>Anknüpfung an den Aufbau von Estern, Vergleich von Diesel und Biodiesel (V1, A4). Es bietet sich die Einbeziehung des Kapitels 4.12 Erneuerbare Energiequellen mit den Impulsen „Biotreibstoff - pro und contra“ an.</p>
<p>Variante II</p>	
<p><u>Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, enger gefasst:</u> <u>Vom Erdöl zum Kunststoff</u></p>	<p>Die Bedeutung des Erdöls für chemische Produkte, die letztendlich jeden betreffen, wird herausgestellt. Es wird hier Erdöl als Grundlage der Kunststoffindustrie betont.</p>
<p><u>8.1 Erdöl - Grundlage für chemische Produkte</u> Energieträger und Rohstoff Funktionelle Gruppe Vom Reagenzglas zum industriellen Synthesereaktor Zwischenstufen und Endprodukte</p>	<p>Demonstrationsexperiment/Film zur Erdöldestillation/ Erarbeitung mit dem Buchkapitel Die Aufgaben A1 und A2 erfordern die zwischenmolekularen Wechselwirkungen (hier: Van-der-Waals-Kräfte) zur Erklärung der Stoffeigenschaften. Die Aufgabe A3 erfordert die Recherche und fördert Kompetenzen der Bewertung. Lücken können mit Kapitel 1.8 „Eigenschaften der Alkane“ geschlossen werden.</p>
<p><u>8.2 Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl</u> fraktionierende Destillation Vakuumdestillation Rohölfractionen</p>	
<p><u>1.10 Ethen - ein Alken</u> Eigenschaften des Ethens Struktur des Ethenmoleküls Additionsreaktionen Die Alkene - eine homologe Reihe E-Z-Isomerie</p>	<p>Die Kapitel 1.10 und 1.11 werden herangezogen, um Grundlagen zu legen oder aufzugreifen. Es kann damit die elektrophile Addition als neue Herangehensweise an eine chemische Reaktion vorbereitet werden.</p>
<p><u>1.11 Exkurs Die Vielfalt der Kohlenwasserstoffe</u> Alkine Cycloalkane Cycloalkene Benzol</p>	<p>Benzol wird hier kurz vorgestellt, sodass die Strukturformel für Verbindungen der Kunststoffe bekannt ist.</p>
<p><u>8.13 Reaktionen der Alkene - elektrophile Substitution</u> Additionsreaktion elektrophile Addition Verlauf einer elektrophilen Addition nach Markownikow</p>	<p>Einführung von Reaktionsschritten (Reaktionsmechanismus) Mit diesem Kapitel wird der Kompetenzerwerb zur Formulierung und Erläuterung einer elektrophilen Addition in besonderem Maße unterstützt. Die Abbildungen B1 und B2 unterstützen die graphische Darstellung von Reaktionswegen. Die Aufgaben A2 und A3 vertiefen den Inhalt und stützen den Kompetenzerwerb. Die Aufgabe A1 erfordert auch die radikalische Substitution, die für diese Unterrichtseinheit nicht notwendig ist.</p>
<p><u>10.3 Kunststoffe durch Polymerisation</u> Radikalische Polymerisation Polymerisate: - Polyethen - Polypropen - Polystyrol - Polyvinylchlorid - Polyacrylnitril - Polymethylmethacrylat - Polytetrafluorethen</p>	<p>Die Beschreibung und Erläuterung einer radikalischen Polymerisation ist verbindlich. Das Kapitel 8.6 „Exkurs Radikalische Substitution“ kann herangezogen werden. Die Lehrerversuche zur Polymerisation werden zur Demonstration einer Polymerisation genutzt. Die Aufgabe A1 sollte in Einzelarbeit gelöst werden, hierbei können die Lerngruppenmitglieder B2 nutzen. Die Beispiele für wichtige Polymerisate können als Basis für Kurzvorträge oder die Hausaufgabe eingesetzt werden. Am Beispiel von Niederdruckpolyethen und Hochdruckpolyethen kann der Einfluss der Reaktionssteuerung auf die Struktur der Moleküle des Reaktionsproduktes betrachtet werden. Auch der Zusammenhang zwischen der Struktur der Makromoleküle und deren Einfluss auf die Eigenschaften (hier: Dichte und Wärmestabilität) kann beispielhaft erörtert werden.</p>

<p><u>10.4 Copolymere</u> Möglichkeiten der Copolymerisation ABS-Copolymere Styrol-Butadien-Copolymere</p>	<p>Die Bildung der Copolymere verdeutlicht den Schülerinnen und Schüler im besonderen Maße, die Kunststoffe zu variieren und dem gewünschten Zweck anzupassen. Sinnvoll ist es, die Lerngruppenmitglieder komplexere Strukturformeln bzw. Ausschnitte von Darstellungen der Makromoleküle analysieren zu lassen, damit Monomere aufgespürt und Verknüpfungsmöglichkeiten gesehen werden.</p>
<p><u>10.5 Kunststoffe durch Polykondensation</u> Polyester Polycarbonate Polyesterharz Polyamide Perlon</p>	<p>Polyester und Polyamide müssen wie auch die Polykondensation den Lerngruppenmitgliedern vertraut sein. Wichtig ist es, dass die funktionellen Gruppen sowohl der Monomere als auch der Polymere sicher identifiziert werden. Mit dem Versuch V1 führen die Schülerinnen und Schüler selbstständig eine Polyesterbildung durch. Der „Nylonseiltrick“ (V2) kann von der Lehrkraft stumm durchgeführt werden. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und interpretieren die Versuchsdurchführung und die Beobachtungen. Ein Vergleich der beiden Versuche kann unter dem Aspekt der Bildung eines Thermoplastes oder Duroplastes sowie Elastomeren vorgenommen werden.</p>
<p><u>10.6 Kunststoffe durch Polyaddition</u> Polyaddition Epoxidharze Elastanfasern</p>	<p>Die Polyaddition ist nicht verbindlich, allerdings vervollständigt der Blick auf die weit verbreiteten Produkte durch Polyaddition die Möglichkeit der Gewinnung von Polymeren. Schülerinnen und Schüler müssen Polyadditionen nicht selbstständig formulieren können, sie sollen aber eine vorgegebene Reaktionsgleichung erläutern können.</p>
<p><u>10.2 Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe</u> Einteilung der Kunststoffe in: - Thermoplaste- Duroplaste (Duromere) - Elastomere - kristallin, teilkristallin, amorph - zwischenmolekulare Kräfte</p>	<p>Vielen Schülerinnen und Schülern fällt es leichter, die Eigenschaften und Strukturen zu verstehen, wenn ihnen die Strukturformeln über die Synthesen bekannt sind. Einstieg über V1 „Verhalten von thermoplastischen Kunststoffen bei Erwärmen“. Interessant ist es für Schülerinnen und Schüler, einen unbekanntes Kunststoff zu identifizieren, dazu kann auch das Schwimmverhalten (Dichte) in Wasser und Salzlösungen herangezogen werden. Die Einteilung der Kunststoffe wird durch Selbststudium mit der Doppelseite erarbeitet, die scheinbare einfache Aufgabe A1 wird zur Verdeutlichung des räumlichen Aufbaus der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere genutzt; Lerngruppenmitglieder demonstrieren ihre „Wolffädenmodelle“ und referieren über die Einteilung der Kunststoffe.</p>
<p>Kap. 10.7 bis 10.14 Siehe unten im Kapitel „Kunststoffe“</p>	

Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Kapitel 9: Aromaten

Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege

8 Stunden à 45 Minuten		
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Organische Verbindungen und Reaktionstypen, Benzol als aromatisches System und elektrophile Erstsitution, zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Erforschung des Benzols	Stoffklassen und Reaktionstypen, elektrophile Substitution am Benzol, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
erklären die elektrophile Erstsitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3).	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7).	verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3), recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>9 Einstiegsseite: Aromaten</u>	Die Abbildung „Kaffeeverkostung“ versinnbildlicht das Thema.
<u>9.1 Aromaten und Arzneimittel</u> Benzol Aromastoffe	Im Grundkurs genügt es, sich auf das Benzol und die Aromastoffe (A1, A2, A4) zu fokussieren, um dann zum Aufbau des Benzols und zu den Gemeinsamkeiten der Aromastoffe vorzustoßen. Benzol und viele Benzolderivate sind trotz ihres Gefahrenpotentials wichtige Grund- und Zwischenprodukte organischer Synthesen.
<u>9.2 Erforschung des Benzols</u> Isolierung und Benennung des Benzols Eigenschaften des Benzols Molekülbau und Reaktivität des Benzols	Die Entdeckung des Benzols und die Strukturaufklärung sind faszinierend und bieten sich an, den historisch-genetischen Weg der Strukturaufklärung in Ausschnitten aufzugreifen. Die Aufgaben A1, A2 und A3 eignen sich gut, der Strukturaufklärung des Benzolmoleküls nachzugehen. Der Benennung der Isomere des Dibrombenzols kann mithilfe von B4 nachgegangen werden.
<u>9.3 Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül</u> Struktur des Benzolmoleküls Bindungen im Benzolmolekül Mesomerie und Grenzformeln	Die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül werden rein beschreibend dargestellt, dies entspricht der Kompetenzerwartung der Erkenntnisgewinnung. Sehr interessierten Schülerinnen und Schülern kann mit Kap. 9.5, „Exkurs Das Benzolmolekül im Orbitalmodell“ ein tieferer Einblick geboten werden. Die Hydrierungsenergie und die Mesomerieenergie müssen nicht behandelt werden.
<u>9.4 Mesomerie und Aromatizität</u> Grenzformeln und Regeln Hückel-Regel Heterocyclische Aromaten Polycyclische Aromaten	Die Inhalte gehen teilweise über die Anforderungen zum Erwerb der Kompetenzen im Grundkurs hinaus. Allerdings kann mit diesem Kapitel der Umgang mit mesomeren Grenzformeln auf eine solide Basis im Hinblick auf die Farbstoffe gestellt werden, außerdem sollten sich auch Grundkurs Schülerinnen und -schüler nicht von Formeln für heterocyclische und polycyclische Aromaten abschrecken lassen.
<u>9.6 Halogenierung von Benzol</u> elektrophile Erstsitution	der Behandlung dieses Kapitels können die Schülerinnen und Schüler die elektrophile Erstsitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems erklären. B1 unterstützt die graphische Darstellung eines Reaktionsweges und erleichtert dessen Erläuterung.

<u>9.8 Benzolderivate</u> Phenol Nitrobenzol Anilin Toulol Benzylalkohol, Benzaldehyd, Benzoesäure	Benzolderivate sind für den Grundkurs nicht verbindlich. Das Kapitel kann als „Steinbruch“ genutzt werden. Benzaldehyd und Benzoesäure sind bedeutsame Stoffe des Alltags.
<u>9.14 Impulse Aromaten im Alltag</u> Coffein Nikotin Benzopyren	In Kurzreferaten können Stoffe aus den Kapiteln 9.8 und 9.14 vorgestellt werden.
<u>9.15 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u> Aromatische Kohlenwasserstoffe Mesomerie Substitution an Aromaten	Die Aufgaben A1 und A2 vertiefen zentrale Inhalte des Aromatenkapitels für Grundkurse. A5 und A7 sind geeignet, Reaktionsfolgen zu betrachten.
<u>9.10 ASS - ein Jahrhundertarzneimittel</u>	Die Kapitel 9.10 bis 9.13 können zur individuellen Schwerpunktsetzung außerhalb der verpflichtenden Inhalte genutzt werden.
<u>9.11 Praktikum Acetylsalicylsäure</u>	
<u>9.12 Dünnschichtchromatografie</u>	
<u>9.13 Exkurs Wirkungsweise von Schmerzmitteln</u>	

Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Kapitel 10: Kunststoffe

Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Werkstoffe

24 Stunden à 45 Minuten			
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Organische Werkstoffe, Organische Verbindungen und Reaktionstypen	Maßgeschneiderte Produkte	Stoffklassen und Reaktionstypen, Eigenschaften makromolekularer Verbindungen, Polykondensation und radikalische Polymerisation, Zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Reaktionssteuerung

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<p>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4),</p> <p>erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3),</p> <p>beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3),</p> <p>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).</p>	<p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4),</p> <p>untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5),</p> <p>ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).</p>	<p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),</p> <p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3),</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</p>	<p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),</p> <p>diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>10 Einstiegsseite: Kunststoffe</u>	Die Bilder vermitteln einen ersten Eindruck von der Vielfalt des Einsatzes und der Begegnung mit den Kunststoffen. Die Alltagsbezüge treten deutlich hervor.
<u>10.1 Kunststoffe - Werkstoffe nach Maß</u> Kein Sport ohne Kunststoffe Unzerbrechliche Bierflaschen Bausteine aus Copolymeren Windkraftanlagen Kunststoffe in der Medizin Umweltgefährdung durch Kunststoffe	Aufriß der Thematik Der Komplex „Bewahrung der Schöpfung“ wird hier unter dem Aspekt des sinnvollen Einsatzes neuer Materialien zum Zwecke des schonenden Umgangs mit natürlichen Ressourcen behandelt.
<u>10.2 Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe</u> Einteilung der Kunststoffe in: - Thermoplaste - Duroplaste (Duromere) - Elastomere - kristallin, teilkristallin, amorph - zwischenmolekulare Kräfte	Einstieg über V1 „Verhalten von thermoplastischen Kunststoffen bei Erwärmen“. Interessant ist es für Schülerinnen und Schüler, einen unbekanntem Kunststoff zu identifizieren, dazu kann auch das Schwimmverhalten (Dichte) in Wasser und Salzlösungen herangezogen werden. Die Einteilung der Kunststoffe wird durch Selbststudium mit der Doppelseite erarbeitet, die scheinbare einfache Aufgabe A1 wird zur Verdeutlichung des räumlichen Aufbaus der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere genutzt; Lerngruppenmitglieder demonstrieren ihre „Wollfädenmodelle“ und referieren über die Einteilung der Kunststoffe.
<u>10.3 Kunststoffe durch Polymerisation</u> Radikalische Polymerisation Polymerisate: - Polyethen - Polypropen - Polystyrol - Polyvinylchlorid - Polyacrylnitril - Polymethylmethacrylat - Polytetrafluorethen	Die Beschreibung und Erläuterung einer radikalischen Polymerisation ist verbindlich. Das Kapitel 8.6 „Exkurs Radikalische Substitution“ kann herangezogen werden. Die Lehrerversuche zur Polymerisation werden zur Demonstration einer Polymerisation genutzt. Die Aufgabe A1 sollte in Einzelarbeit gelöst werden, hierbei können die Lerngruppenmitglieder B2 nutzen. Die Beispiele für wichtige Polymerisate können als Basis für Kurzvorträge oder die Hausaufgabe eingesetzt werden. Am Beispiel von Niederdruckpolyethen und Hochdruckpolyethen kann der Einfluss der Reaktionssteuerung auf die Struktur der Moleküle des Reaktionsproduktes betrachtet werden. Auch der Zusammenhang zwischen der Struktur der Makromoleküle und deren Einfluss auf die Eigenschaften (hier: Dichte und Wärmestabilität) kann beispielhaft erörtert werden.
<u>10.4 Copolymere</u> Möglichkeiten der Copolymerisation ABS-Copolymere Styrol-Butadien-Copolymere	Die Bildung der Copolymere verdeutlicht den Schülerinnen und Schülern im besonderen Maße, wie Kunststoffe variiert und dem gewünschten Zweck angepasst werden. Sinnvoll ist es, die Lerngruppenmitglieder komplexere Strukturformeln bzw. Ausschnitte von Darstellungen der Makromoleküle analysieren zu lassen, damit Monomere aufgespürt und Verknüpfungsmöglichkeiten gesehen werden.
<u>10.5 Kunststoffe durch Polykondensation</u> <u>Polyester</u> Polycarbonate Polyesterharz Polyamide Perlon	Polyester und Polyamide müssen wie auch die Polykondensation den Lerngruppenmitgliedern vertraut sein. Wichtig ist es, dass die funktionellen Gruppen sowohl der Monomere als auch der Polymere sicher identifiziert werden. Mit dem Versuch V1 führen die Schülerinnen und Schüler selbstständig eine Polyesterbildung durch. Der „Nylonseiltrick“ (V2) kann von der Lehrkraft stumm durchgeführt werden. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und interpretieren die Versuchsdurchführung und die Beobachtungen. Ein Vergleich der beiden Versuche kann unter dem Aspekt der Bildung eines Thermoplastes oder Duroplastes sowie Elastomeren vorgenommen werden.
<u>10.6 Kunststoffe durch Polyaddition</u> Polyaddition Epoxidharze Elastanfasern	Die Polyaddition ist nicht verbindlich, allerdings vervollständigt der Blick auf die weit verbreiteten Produkte durch Polyaddition die Möglichkeit der Gewinnung von Polymeren. Schülerinnen und Schüler müssen Polyadditionen nicht selbstständig formulieren können, sie sollen aber eine vorgegebene Reaktionsgleichung erläutern können. Über die Verarbeitung der Polymerisate, Polykondensate und Polyaddukte erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Vorstellung über den Weg vom Reaktionsprodukt zum Produkt des Alltags. Es bieten sich zusätzlich zu dem Schülerbuchkapitel der Filmeinsatz und der Besuch eines kunststoffverarbeitenden Betriebes an.
<u>10.7 Exkurs Verarbeitung von Kunststoffen</u> Verarbeitung von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren Extrudieren Hohlkörperblasen Folienblasen Pressen Kalandrieren	Die vielfältigen Aspekte und Inhalte dieses Kapitels bieten Chancen für Referate, Recherchen und Versuchsplanungen (z.B. Untersuchung eines Superabsorbers).

<p><u>10.8 Kunststoffe im Alltag</u> Bauindustrie Elektroindustrie Compact-Discs Kunststoffe im Auto Synthesefasern Atmungsaktive Membranen</p>	<p>Das Kapitel bietet grundlegende Einsichten in die Verwertung von Kunststoffen. Diese können durch aktuelle und besonders eindrucksvolle bzw. erschreckende Probleme (Müllstrudel im Pazifik) ergänzt und vertieft werden. Die SuS reflektieren ihr Verhalten im Alltag (Müllvermeidung, sachgerechte Entsorgung) und reflektieren unter Rückgriff auf Kap. 10.2 geeignete Recyclingverfahren. Der Komplex „Bewahrung der Schöpfung“ wird hier unter dem Aspekt des sorgsamsten Umgangs mit für das Ökosystem schädlichen Stoffen behandelt.</p>
<p><u>10.9 Exkurs Verwertung von Kunststoffabfall</u> Vermeiden von Kunststoffabfällen Stoffliche Verwertung Energetische Verwertung</p>	
<p><u>10.10 Exkurs Silikone</u> Eigenschaften Herstellung Verwendung</p>	<p>Bei genügender Zeit lohnt es sich die drei Exkurskapitel 10.10 bis 10.13 als Grundlage für projektorientiertes Arbeiten einzusetzen.</p>
<p><u>10.11 Exkurs Carbonfasern</u> Eigenschaften Herstellung Verwendung</p>	
<p><u>10.12 Impulse Biologisch abbaubare Kunststoffe</u> Kunststoffe aus Polymilchsäure: - Herstellung - Abbau</p>	
<p><u>10.13 Praktikum Herstellung von Kunststoffen</u> Härtung eines Epoxidharzklebers Alleskleber aus Polystyrol und Essigsäureethylester Folien aus PVC Kunststoff aus Citronensäure und Glycerin</p>	
<p><u>10.14 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	

Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Kapitel 11: Organische Farbstoffe

Inhaltlicher Schwerpunkt: Farbstoffe und Farbigkeit

20 Stunden à 45 Minuten		
Inhaltliche Schwerpunkte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Energie
Farbstoffe und Farbigkeit	Molekülstruktur und Farbigkeit	Spektrum und Lichtabsorption, Energiestufenmodell zur Lichtabsorption

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6).	erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6), werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5).	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich ange-messen (K3).	beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>11 Einstiegsseite: Organische Farbstoff</u>	Die Vielfalt der Farbstoffe ist überwältigend. Farbstoffe ermöglichen das Leben.
<u>11.1 Farbstoffe und Farbigkeit</u> Das Spektrum des sichtbaren Lichtes Signalfarben Naturfarben Lebensmittelfarben Wirkung von Farben Indikatorfarbstoffe Malerfarben aus Steinkohlenteer	Die Vielaspektigkeit der Farbstoffe und der Farben wirkt auch in ihrer Ästhetik animierend. Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus dem Physik- und Kunstunterricht werden aktiviert. Nach einem allgemeinen Aufriss fokussiert man sich auf das Spektrum des sichtbaren Lichtes und erarbeitet mit dem Kapitel 11.2 die entscheidenden Grundlagen.
<u>11.2 Licht und Farbe</u> Licht und Energie Entstehung von Farbe Komplementärfarben Additive Farbmischung Subtraktive Farbmischung Monochromatisches Licht	Wichtig für die Grundkursmitglieder sind die Zusammenhänge zwischen der Farbe (Wellenlänge) des sichtbaren Lichts und der Energie der Photonen und zwischen der Farbe des absorbierten Lichts und der zugehörigen Komplementärfarbe. Die Aufgabe A1 muss von allen Kursmitgliedern gelöst werden.
<u>11.3 Kolorimetrie und Fotometrie</u> Kolorimetrie Farbe und Licht Fotometrie Transmissionsgrad Absorptionsgrad Extinktion	Es muss nur das Prinzip der Fotometrie verstanden und auf ein Absorptionsspektrum angewendet werden. Dabei wird wieder der Zusammenhang zwischen dem absorbierten Licht und der Komplementärfarbe hervorgehoben.
<u>11.4 Struktur und Farbe</u> Farbe und Molekülstruktur Absorptionssysteme M-Effekt	Der Inhalt des Kapitels 11.4 „Struktur und Farbe“ ist für die Kursmitglieder verbindlich. Hinzugezogen werden die Abschnitte „Azofarbstoffe“ und „Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen“.
<u>11.5 Exkurs Farbe entsteht im Kopf</u> Die Netzhaut Das Sehen Das Farbensehen	Die Inhalte der Kapitel 11.5 bis 11.10 sind für den Grundkurs nicht verbindlich, mit Ausnahme der Struktur von Azofarbstoffen in Kap. 11.4. Die Kapitel können aber sehr gut für vertiefende Schwerpunkte und Projektkurse genutzt werden.

<u>11.6 Farbstoffklassen</u> Azofarbstoffe Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen pH-Abhängigkeit von Azofarbstoffen Die Synthese von Azofarbstoffen Triphenylmethanfarbstoffe Carbonylfarbstoffe	Die Struktur von Azofarbstoffen ist verbindlich, siehe Kap. 11.4 Struktur und Farbe.
<u>11.7 Lebensmittelfarbstoffe</u> Farbstoffe als Lebensmittelzusatzstoffe Natürliche Lebensmittelfarbstoffe Synthetische Lebensmittelfarbstoffe Praktikum V1 Isolieren von Lebensmittelfarbstoffen V2 Redoxeigenschaften eines blauen Lebensmittelfarbstoffs V3 Identifizieren eines Farbstoffgemisches Exkurs Der ADI-Wert	Die Lebensmittelfarbstoffe bieten einen Anknüpfungspunkt an die Kompetenzerwartung der Bewertung (... beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4)).
<u>11.8 Exkurs Färbeverfahren</u> Färbeverfahren Reaktivfärbung Küpfenfärbung Indigo Indigofärbung	Insgesamt bieten die Kapitel 11.7, 11.8 und 11.9 vielfältige Möglichkeiten zur Unterstützung von Facharbeiten und zur Mitarbeit an Wettbewerben.
<u>11.9 Praktikum Farbstoffe und Färben</u> Carotinoide V1 Extraktion von Carotinoiden V2 Chromatografische Untersuchung der Carotinoidegemische V3 Indigo - Synthese und Färben V4 Färben mit Indigo V5 Direktfärbung mit anionischen und kationischen Farbstoffgemischen	Der Umgang mit Farben und Färbeverfahren ist bei Schülerinnen und Schülern sehr beliebt. Das Praktikum bietet sich auch an, den Unterricht aufzulockern, da z.B. der Umgang mit Azofarbstoffen aus Gründen der Gesundheitsgefährdung begrenzt ist.
<u>11.10 Die Farbstoff-Solarzelle</u> Die Grätzel-Zelle, Aufbau, Funktion Praktikum Herstellung einer Farbstoff-Solarzelle	Eine interessante Entwicklung, die Schülerinnen und Schülern einen Einblick in zukunftssträchtige Technologien erlaubt. Das Kapitel kann auch Ausgangspunkt für Facharbeiten sein.
<u>11.11 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u>	Die Aufgaben A1 bis A4 sollten von den Grundkurs Schülerinnen und -schülern gelöst werden.

Alternative: Farbstoffe unter Einbeziehung der Aromaten

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<p>erklären die elektrophile Ersts- substitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vor- liegen eines aromatischen Sys- tems (UF1, UF3). erklären die Farbigkeit von vor- gegebenen Stoffen (u.a. Azo- farbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammen- hang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6).</p>	<p>beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromati- scher Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Mo- dellvorstellung (E6, E7). erklären vergleichend die Struk- tur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organi- scher Farbstoffe (u.a. Azo- farbstoffe) (E6), werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5).</p>	<p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläute- rung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3), recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Ver- bindungen und stellen die Er- gebnisse adressatengerecht vor (K2, K3). erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich ange- messen (K3).</p>	<p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organi- schen Chemie unter vorgegebenen Frage- stellungen (B4).</p>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>Einstiegsseite: Organische Farbstoffe</u>	Die Vielfalt der Farbstoffe ist überwältigend. Farbstoffe ermöglichen das Leben.
<u>11.1 Farbstoffe und Farbigkeit</u> Das Spektrum des sichtbaren Lichtes Signalfarben Naturfarben Lebensmittelfarben Wirkung von Farben Indikatorfarbstoffe Malerfarben aus Steinkohlenteer	Die Vielaspektigkeit der Farbstoffe und der Farben wirkt auch in ihrer Ästhetik animierend. Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus dem Physik- und Kunstunterricht werden aktiviert. Nach einem allgemeinen Aufriss fokussiert man sich auf das Spektrum des sichtbaren Lichtes und erarbeitet mit dem Kapitel 11.2 die entscheidenden Grundlagen.
<u>11.2 Licht und Farbe</u> Licht und Energie Entstehung von Farbe Komplementärfarben Additive Farbmischung Subtraktive Farbmischung Monochromatisches Licht	Wichtig für die Grundkursmitglieder sind die Zusammenhänge zwischen der Farbe (Wellenlänge) des sichtbaren Lichts und der Energie der Photonen und zwischen der Farbe des absorbierten Lichts und der zugehörigen Komplementärfarbe. Die Aufgabe A1 muss von allen Kursmitgliedern gelöst werden.
<u>9.2 Erforschung des Benzols</u> Isolierung und Benennung des Benzols Eigenschaften des Benzols Molekülbau und Reaktivität des Benzols	Die Entdeckung des Benzols und die Strukturaufklärung sind faszinierend und bieten sich an, den historisch-genetischen Weg der Strukturaufklärung in Ausschnitten aufzugreifen. Die Aufgaben A1, A2 und A3 eignen sich gut, der Strukturaufklärung des Benzolmoleküls nachzugehen. Der Benennung der Isomere des Dibrombenzols kann mithilfe von B4 nachgegangen werden.
<u>9.3 Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül</u> Struktur des Benzolmoleküls Bindungen im Benzolmolekül Mesomerie und Grenzformeln	Die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül werden rein beschreibend dargestellt, dies entspricht der Kompetenzerwartung der Erkenntnisgewinnung. Sehr interessierten Schülerinnen und Schülern kann mit Kap. 9.5, „Exkurs Das Benzolmolekül im Orbitalmodell“ ein tieferer Einblick geboten werden. Die Hydrierungsenergie und die Mesomerieenergie müssen nicht behandelt werden.
<u>9.4 Mesomerie und Aromatizität</u> Grenzformeln und Regeln Hückel-Regel Heterocyclische Aromaten Polycyclische Aromaten	Die Inhalte gehen teilweise über die Anforderungen zum Erwerb der Kompetenzen im Grundkurs hinaus. Allerdings kann mit diesem Kapitel der Umgang mit mesomeren Grenzformeln auf eine solide Basis im Hinblick auf die Farbstoffe gestellt werden, außerdem sollten sich auch Grundkursschülerinnen und -schüler nicht von Formeln für heterocyclische und polycyclische Aromaten abschrecken lassen.
<u>9.6 Halogenierung von Benzol</u> elektrophile Ersts- substitution	Mit der Behandlung dieses Kapitels können die Schülerinnen und Schüler die elektrophile Ersts- substitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems erklären. B1 unterstützt die graphische Darstellung eines Reaktionsweges und erleichtert dessen Erläuterung.
<u>11.4 Struktur und Farbe</u> Farbe und Molekülstruktur Absorptionssysteme M-Effekt	Der Inhalt des Kapitels 11.4 „Struktur und Farbe“ ist für die Kursmitglieder verbindlich. Hinzugezogen werden die Abschnitte „Azofarbstoffe“ und „Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen“

<p>11.3 Kolorimetrie und Fotometrie Kolorimetrie Farbe und Licht Fotometrie Transmissionsgrad Absorptionsgrad Extinktion</p>	<p>Es muss nur das Prinzip der Fotometrie verstanden und auf ein Absorptionsspektrum angewendet werden. Dabei wird wieder der Zusammenhang zwischen dem absorbierten Licht und der Komplementärfarbe hervorgehoben.</p>
--	---

2.1.3. Qualifikationsphase Leistungskurs

Inhaltsfeld 2: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Kapitel 6: Säuren-Base-Reaktionen und analytische Verfahren

36 Stunden à 45 Minuten					
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor	Basiskonzept Energie
Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen, Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen, Titrationsmethoden im Vergleich	Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen, Konzentrationsbestimmungen von starken und schwachen Säuren bzw. starken und schwachen Basen in Lebensmitteln und Reinigern	Merkmale von Säuren bzw. Basen, Leitfähigkeit	Autoprotolyse des Wassers, pH-Wert, Stärke von Säuren und Basen	Säure-Base-Konzept von Brønsted, Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen, pH-metrische Titration	Neutralisationswärme

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...

Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<p>identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3), interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3), erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1), berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2), klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von K_S-, K_B- und pK_S-, pK_B-Werten (UF3), berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).</p>	<p>zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7), planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3), erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5), beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5), erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6), erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6), beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5), machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S- und K_B-Werten und von pK_S- und pK_B-Werten (E3), bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5), vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstiteration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4), erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6).</p>	<p>stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3), dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1), erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3), recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4), beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3), nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2).</p>	<p>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2), bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1), bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4), beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).</p>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
6 Einstiegsseite: Säure-Base-Reaktionen und analytische Verfahren	Aufriss der Thematik über Bilder des Schülerbuchs und Stoffproben aus dem Alltag und der Sammlung
6.1 Säuren und Basen im Alltag und im Labor Aspekte: Indikatoren, pH-Wert (phänomenologisch), Säuren und Basen im Alltag, Neutralisation, Stoffmengenkonzentration	Aufgreifen und Vertiefen von Kenntnissen aus der Sekundarstufe I und der Einführungsphase; es kann sowohl ein Überblick über das gesamte Inhaltsfeld als auch ein Schwerpunkt gelegt werden.
6.2 Die Entwicklung des Säure-Base-Begriffs	Historische Stationen der Entwicklung des Säure-Base-Begriffes; V1 kann genutzt werden, die Gemeinsamkeiten saurer Lösungen im Schülerversuch zu wiederholen, zusammenzuführen oder zu erschließen; A1 Hausaufgabe.
6.3 Die Säure-Base-Theorie nach BRØNSTED Brønstedsäuren/Protonendonatoren Brønstedbasen/Protonenakzeptoren Protolysen Säure-Base-Paare Funktionsschema für Säure-Base-Reaktionen Ampholyte Schrittweise Protonenabgabe (mehrprotonige Säuren)	Grundlegende Einführung des Säure-Base-Konzepts von BRØNSTED; aus Kap. 6.2 und 6.3 geht die Veränderung des Säure-Base-Begriffs deutlich hervor. Die Deutung der Versuche V2 und V3 untermauert die Verknüpfung der Säure und der Base, der Protonenabgabe mit der Protonenaufnahme. Die Aufgabe A1 erfordert den Umgang mit Strukturformeln, sie kann unterrichtsbegleitend oder als Hausaufgabe eingesetzt werden. Die Aufgaben A2 bis A6 können für die selbstständige Erarbeitung und Vertiefung (Einzelarbeit, Partnerarbeit, arbeitsgleiche Gruppenarbeit) eingesetzt werden.
6.4 Die Neutralisationswärme Reaktionswärme Neutralisationswärme Ermittlung einer Neutralisationswärme	Die Schülerinnen und Schüler erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolysereaktion der Oxoniumionen mit den Hydroxidionen. Die Aufgaben A1 und A2 können z.B. als Hausaufgabe bearbeitet werden.
6.5 Praktikum Neutralisation und Wärme V1 Bestimmung der Neutralisationswärme: Salzsäure + Natronlauge, Salzsäure + Kalilauge; Salpetersäure + Natronlauge, Salpetersäure + Kalilauge, V2 Temperaturverlauf einer Säure-Base-Titration (thermometrische Titration)	Der Versuch V1 kann arbeitsteilig mit einfachen Mitteln durchgeführt werden. Die thermometrische Titration (V2) ist nicht verpflichtend, lässt sich aber leicht ebenfalls mit einfachen Mitteln durchführen. Titriert man eine saure Lösung mit einer alkalischen Lösung ohne Zugabe eines Indikators, so ist die gleichzeitige Wärmeentwicklung der einzige Hinweis, dass bei der Neutralisation eine chemische Reaktion abläuft.
6.6 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert Autoprotolyse des Wassers Ionenprodukt des Wassers Definition des pH-Wertes Zusammenhänge zwischen K_W , $c(\text{H}_3\text{O}^+)$, $c(\text{OH}^-)$ bzw. pK_W , pH, pOH	Das Ionenprodukt des Wassers und der pH-Wert lassen sich einsichtig und zügig im Lehrervortrag vermitteln. Die Aufgaben A2 bis A6 können wieder für die selbstständige Erarbeitung und Vertiefung (Einzelarbeit, Partnerarbeit, arbeitsgleiche Gruppenarbeit) eingesetzt werden. Durch die intensive Auseinandersetzung mit den Aufgaben gewinnen die Lerngruppenmitglieder Sicherheit. Der Umgang mit Logarithmen und auch Potenzen ist vielen Schülerinnen und Schülern wenig vertraut. Hier bietet sich als Exkurs das Kapitel „Potenzen und Logarithmen“ aus dem Anhang an.
6.7 Die Stärke von Säuren und Basen Protolysegleichgewicht Säure- und Basenkonstante K_S -Wert, pK_S -Wert K_B -Wert, pK_B -Wert	Beim Vergleich der pH-Werte gleich konzentrierter Säuren (V1) wird deutlich, dass nicht der pH-Wert die Säurestärke bestimmt. Die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf die Gleichgewichtsreaktion einer schwachen Säure führt zur Säurekonstante. Die Lerngruppenmitglieder müssen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktion mithilfe von K_S - bzw. pK_S - sowie K_B - bzw. pK_B - Werten machen können. Für viele Schülerinnen und Schüler ist der Umgang mit K_S - und K_B -Werten einfacher als der Umgang mit pK_S - und pK_B -Werten. Es ist deshalb durchaus möglich, den pK_S -Wert sowie pK_B -Wert bei Rechnungen erst im letzten Rechenschritt zu nutzen (vgl. B4 und A2). Die Bearbeitung der Aufgaben A1 und A2 festigt die wichtigen Kompetenzen im Umgang mit dem pH-Wert und der Säurestärke.
6.8 Protolysen in Salzlösungen Kationen als Säuren Anionen als Säuren Neutrale Salzlösungen Inhaltsstoffe von Lebensmitteln und Reinigern	Protolysen in Salzlösungen müssen nach einem ersten Blick auf den Kernlehrplan nicht behandelt werden. Allerdings enthalten viele Produkte des Alltags Salze, bei denen für Schülerinnen und Schüler nicht sofort erkennbar ist, dass die Kationen oder Anionen Säure-Base-Reaktionen eingehen können. Mit Kenntnissen aus diesem Kapitel kann der Lebenswirklichkeit enger begegnet werden, die Recherchen zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, werden dadurch auf ein solides Fundament gestellt. Es bietet sich an, die Experimente und umfangreichen Aufgaben dieses Kapitels für eine umfangreichere Gruppenarbeit zu nutzen und die Schülerinnen und Schüler im Dialog intensiv zu stützen.
6.9 pH-Werte von Säurelösungen pH-Werte starker Säuren pH-Werte schwacher Säuren	Die Schülerinnen und Schüler müssen pH-Werte wässriger Lösungen (sehr) starker und schwacher einprotoniger Säuren berechnen können. Die Aufgaben A1 und A3 müssen die Lerngruppenmitglieder lösen können. Die Aufgabe A2 regt zu einer kritischen Auseinandersetzung über den Zusammenhang zwischen der Konzentration einer Säure und dem pH-Wert einer sauren Lösung an.

<p><u>6.10 pH-Werte von Basenlösungen</u> pH-Werte der wässrigen Lösung starker Basen (Hydroxide) und schwacher Basen</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler müssen die pH-Wert-Berechnung wässriger Lösungen starker Basen (Hydroxide) und schwacher Basen (für eine Protonenaufnahme) beherrschen. Die Aufgabe A1 muss deshalb von den Lerngruppenmitgliedern sicher gelöst werden. Die Aufgabe A2a vertieft das Aufstellen von Säure-Base-Reaktionen. Die Bearbeitung der Aufgabe A2b ermöglicht es, sich mit der Strukturformel auseinanderzusetzen und die alkalische Spaltung von Fetten anzusprechen.</p>
<p><u>6.11 Exkurs Puffersysteme</u> Wirkungsweise eines Puffersystems Henderson-Hasselbalch-Gleichung Kohlensäure-Hydrogencarbonat-Puffersystem Calciumcarbonat-Calciumhydrogencarbonat-Puffersystem</p>	<p>Die Behandlung von Puffersystemen ist nicht verbindlich. Das Kapitel ermöglicht die Vertiefung der Säure-Base-Reaktionen. Gerade Puffersysteme weisen hohe Umwelt- und Lebensweltbezüge auf. Das Kapitel kann auch Ausgangspunkt für die Anfertigung von Facharbeiten sein.</p>
<p><u>6.12 Praktikum Titration mit Endpunktsbestimmung</u> Bestimmung von Essigsäure im Essig Titration Maßlösung Probelösung Äquivalenzpunkt Auswertung einer Titration Stoffmengenkonzentration Massenanteil Massenkonzentration Umgang mit Bürette, Pipette</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator erläutern, zielgerichtet durchführen und auswerten können. Die Aufgaben A1 und A2 fördern das Bewerten der durch eigene Experimente gewonnenen Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen). Auch das Bewerten der Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen wird gefördert. Es bietet sich an, unterschiedliche Essigsorten einzusetzen.</p>
<p><u>6.13 pH-metrische Titration</u> Titration einer starken Säure Titration einer schwachen Säure Titration einer mehrprotonigen Säure Äquivalenzpunkt Wendepunkt Neutralpunkt pH-Sprung</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler müssen eine pH-metrische Titration beschreiben, charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) interpretieren und den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts erklären können. Die Versuche V1 bis V4 können arbeitsteilig durchgeführt, die Ergebnisse im Schülervortrag vorgestellt werden. Es bietet sich der Einsatz eines Tabellenkalkulationsprogramms an. Die Aufgaben A1 und A2 fördern das Interpretieren einer Titrationskurve.</p>
<p><u>6.14 Halbtitration</u> Halbäquivalenzpunkt Bestimmung des K_S-Wertes über die Ermittlung des Halbäquivalenzpunktes</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler müssen den Halbäquivalenzpunkt als einen charakteristischen Punkt der Titrationskurve einer schwachen Säure bzw. schwachen Base interpretieren können.</p>
<p><u>6.15 Titration und Indikator</u> Indikatorwahl und Titration</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler müssen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung nutzen können. Der Versuch V1 kann arbeitsteilig durchgeführt werden. Die Aufgaben A1 und A2 fördern den Erwerb der geforderten Kompetenz.</p>
<p><u>6.16 Leitfähigkeitstitration</u> Leitfähigkeit von Ionenlösungen Unterschiedliche Ionenleitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeit) Durchführung einer Leitfähigkeitstitration Dokumentation der Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt beschreiben und vorhandene Messdaten auswerten können. Der zentrale Versuch V1 fördert den Erwerb dieser Kompetenz. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Durchführung und den grundlegenden Verlauf der Titrationskurven starker Basen, starker Säuren und schwacher Säuren kennen. Zur Erklärung ziehen die Lerngruppenmitglieder das Vorhandensein frei beweglicher Ionen mit unterschiedlichen Leitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeiten) heran.</p>
<p><u>6.17 Praktikum Säuren und Basen in Produkten des Alltags</u> V1 Überprüfung des Essigsäureanteils in Essigessenz mit einer Leitfähigkeitstitration V2 Phosphorsäure in einem Cola-Getränk mithilfe einer potentiometrischen Titration V3 Bestimmung von Säuren in Weißwein mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator V4 Bestimmung von Hydroxid- und Carbonationen in einem festen Rohrreiniger</p>	<p>Das Praktikum vertieft und erweitert die verbindlichen Säure-Base-Titrationsverfahren. Die Bestimmung sowohl der Hydroxid- als auch der Carbonationen in einem festen Rohrreiniger ist anspruchsvoll. Der Versuch bietet sich auch für die Anfertigung einer Facharbeit an. Die Beschränkung auf die Bestimmung der Gesamtbasenkonzentration in einer Titration mit Salzsäure kann sinnvoll sein. In der Auseinandersetzung mit den Versuchsergebnissen und dem Einsatz der Säuren und Basen dieser Alltagsprodukte werden die Kompetenzen der Bewertung in besonderem Maße gefördert.</p>
<p><u>6.18 Titrationsverfahren im Vergleich</u> Vergleich der Titrationsverfahren im Hinblick auf die Bestimmung des Äquivalenzpunktes einer Säure-Base-Titration</p>	<p>Der Merksatz „Die Wahl des Titrationsverfahrens hängt von den Konzentrationen der Lösungen und den Stärken der Säuren und Basen ab“ drückt genau die Probleme bzw. intellektuellen Chancen einer Diskussion zu Wahl der Methode aus. Die Schülerinnen und Schüler müssen die unterschiedlichen Titrationsmethoden hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen vergleichen können. Die beiden Aufgaben A1 und A2 unterstützen den Erwerb der Kompetenz.</p>
<p><u>6.19 Impulse Konzentrationsberechnungen</u> Berechnung und Ermittlung von Stoffmengenkonzentrationen</p>	<p>Die Impulseseite vermittelt einen Überblick über den Algorithmus der Berechnung einer Stoffmengenkonzentration für Säure-Base-Reaktionen. Die Aufgabe A1 fördert die Auswertung einer Leitfähigkeitstitration an einem Beispiel aus dem Alltag. Die Aufgabe A2 erfordert den Transfer des an der Konzentrationsbestimmung einer Säure Gelernten auf eine starke Base.</p>

Inhaltsfeld 3: Elektrochemie

Kapitel 7: Elektrochemie

62 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor	Basiskonzept Energie
Elektrochemische Gewinnung von Stoffen, Mobile Energiequellen, Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse, Korrosion und Korrosionsschutz	Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon, Verzinken gegen Rost, Elektroautos - Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozess	Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen	Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle, Elektrolyse, Galvanische Zellen, Elektrochemische Korrosion, Korrosionsschutz	Faraday-Gesetze, elektrochemische Energieumwandlungen, Standardelektrodenpotentiale, Nernst-Gleichung, Kenndaten von Batterien und Akkumulatoren

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...

Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<p>erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3), beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1), berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standard-elektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3), berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2), erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4), beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3), deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4), erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3), erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2), erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2), erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3).</p>	<p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7), entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3), planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5), planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4), erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6), analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5), entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3), werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5), schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6).</p>	<p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1), stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3), recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3), argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4), recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).</p>	<p>erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3), vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1), diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4), diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4), diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2), bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).</p>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
7 Einstiegsseite: Elektrochemie	Die Bilder und kurzen Textbausteine umreißen die Thematik.
<u>7.1 Mobile Energiequellen</u> Mobile Energiequellen Historische Batterien Akkus machen mobil Lithium-Ionen-Akkumulatoren Primär- und Sekundärelemente Kondensatoren als Energiespeicher	Mit den Beispielen der Kontextseite wird die Themenbreite der Elektrochemie entfaltet. Batterien und Akkus, mit denen die Lerngruppenmitglieder häufig unbewusst umgehen, werden lose vorgestellt. Es kann eine Batterie zerlegt werden (B2 in Kap. 7.18). Teile der Batterie werden beschrieben. Anschließend wird als erster Themenblock „Aufbau und Funktionsweise einer Batterie“ angesteuert. Dazu müssen in der Regel grundlegende Aspekte des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts aufgegriffen werden.
<u>7.2 Oxidation und Reduktion</u> Elektronenübergänge Redoxreaktionen Oxidationsmittel Reduktionsmittel Korrespondierende Redoxpaare	
<u>7.3 Oxidationszahlen</u> Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen	Die Kursmitglieder sind bereits in der Einführungsphase mit Oxidationszahlen und Redoxgleichungen in Berührung gekommen (vgl. Kap. 2.13 und 2.14). In der Regel sind das Auffrischen und Systematisieren dieser Kenntnisse und Kompetenzen notwendig. Die Schülerinnen und Schüler nutzen die Kapitel 7.2 und 7.3 weitgehend selbstständig. Zu ihrer Selbstüberprüfung lösen sie die Aufgaben.
<u>7.4 Impulse Redoxgleichungen</u> Aufstellen einer Redoxgleichung	Die Schülerinnen und Schüler lösen die Aufgaben A1 und A2, stellen in Anlehnung an B1 Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt.
<u>7.5 Praktikum Redox titrationen</u> Permanganometrie V1 Titration einer Oxalsäurelösung V2 Bestimmung von Sauerstoff in einer Gewässerprobe	Redox titrationen sind auch im Leistungskurs nicht verbindlich. Das Kapitel kann z.B. im Rahmen eines Projektes zur Gewässeruntersuchung genutzt werden.
<u>7.6 Die Redoxreihe</u> Redoxreihe der Metalle Redoxreihe der Nichtmetalle	Die Schülerversuche werden arbeitsgleich oder arbeitsteilig eingesetzt, um auf die Redoxreihen hinzuwirken. Die Begriffe „oxidieren, wird oxidiert, reduzieren, wird reduziert“ werden nachhaltig eingefordert.
<u>7.7 Galvanische Elemente</u> Daniell-Element Aufbau einer galvanischen Zelle (Halbelement, Anode, Kathode, Pluspol, Minuspol, Diaphragma) Spannung galvanischer Elemente Modellhafte Darstellung des Zustandekommens der Spannung eines Daniell-Elements Volta-Element	Das Experiment V1 und der „Exkurs Messung von Redoxpotentialen“ sind wie die Inhalte dieses Kapitels grundlegend. Die beiden Aufgaben A1 und A2 werden in Einzelarbeit gelöst und dienen der Überprüfung des Verständnisses. Hinweis: Es sind meist auch grundlegende Aspekte aus der Physik zur Elektrizitätslehre aufzugreifen: Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrische Energie.
<u>7.8 Die elektrochemische Spannungsreihe</u> Standardwasserstoffelektrode Standardpotentiale Messung eines Standardpotentials Elektrochemische Spannungsreihe	Die Inhalte des Kapitels sind grundlegend für den Kompetenzerwerb. Der Aufbau und die Funktionsweise der Standardwasserstoffelektrode wird im Lehrervortrag vorgestellt. Es genügt die Messung eines Standardpotentials. Mit den Redoxpotentialen aus Kap. 7.7 und dem gemessenen Standardpotential lässt sich eine elektrochemische Spannungsreihe aufstellen. Der Ausschnitt aus der elektrochemischen Spannungsreihe (B4) wird intensiv besprochen. Mit den Standardpotentialen werden an Beispielen von galvanischen Zellen Spannungen berechnet. Die Aufgaben A1, A2 und A3 werden in Partnerarbeit gelöst. Die Lösungen werden in Kurzvorträgen vorgestellt. Fehlern wird intensiv nachgegangen.
<u>7.9 Ionenkonzentration und Spannung</u> Aufbau eines Konzentrationselements Spannung eines Konzentrationselements	Der Versuch V1 kann als Schülerversuch oder als Demonstrationsversuch eingesetzt werden. Bei Wahl als Demonstrationsversuch kann man die Lerngruppenmitglieder jeweils Voraussagen zu den erwarteten Spannungen machen lassen. Dieses erhöht das Interesse der Lerngruppenmitglieder und bereitet auf die logarithmische Abhängigkeit der Spannung vom Konzentrationsverhältnis vor.
<u>7.10 Die Nernst-Gleichung</u> Nernst-Gleichung für Metall/Metallionen- Halbelement Nernst Gleichung für Nichtmetallionen/Nichtmetall-Halbelement Nernst-Gleichung und Massenwirkungsgesetz Berechnung von Spannungen galvanischer Elemente mit der Nernst-Gleichung pH-Wert-Messung mit Wasserstoffelektroden pH-Messung mit der Einstabmesskette pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen	Die Schülerinnen und Schüler des Leistungskurses müssen sicher mit der Nernst-Gleichung umgehen. Die Bearbeitung der Aufgabe A1 zeigt, ob die Lerngruppenmitglieder die Nernst-Gleichung sicher formulieren können. Die weiteren Aufgaben sind nach Schwierigkeitsgrad geordnet und sollen von allen Lerngruppenmitgliedern sicher gelöst werden. Die Schülerinnen und Schüler ziehen die Abbildungen B3 und B4 für das Aufstellen von Lösungswegen heran.
<u>7.11 Exkurs Bestimmung extrem kleiner Konzentrationen</u> Löslichkeitsprodukt	Das Löslichkeitsprodukt ist auch für Leistungskurse nicht verpflichtend. Das Kapitel bietet aber die Möglichkeit der Vertiefung und verdeutlicht die Chancen der Konzentrationsbestimmung mithilfe der Nernst-Gleichung.

<p><u>7.12 Impulse Berechnen einer Potentialdifferenz</u> Schritte zur Berechnung einer Potentialdifferenz</p>	<p>Die Lerngruppenmitglieder erhalten einen gut nachvollziehbaren Algorithmus zur Berechnung einer Potentialdifferenz. Die Aufgabe A1 ist in Einzelarbeit oder als Hausaufgabe zu bearbeiten.</p>
<p><u>7.13 Elektrolysen in wässrigen Lösungen</u> Elektrolyse Elektrolysezelle Zersetzungsspannung Polarisationsspannung Abscheidungspotential Überspannung Überpotential Abscheidungspotentiale und Elektrolysen</p>	<p>Die Elektrolyse einer Zinkiodidlösung ist das zentrale Einstiegsexperiment, mit dem sich die bei einer Elektrolyse ablaufenden Vorgänge als zwangsweise Umkehrung der Vorgänge einer galvanischen Zelle herausarbeiten lassen. Bei zusätzlichem Einsatz eines Stromstärkemessgerätes lässt sich auch die Umkehrung der Stromrichtung bzw. des Elektronenflusses herausstellen. Die Abbildung B1 unterstützt die Deutung des Versuchs. Der Versuch V2 wird zur Herausarbeitung der Zersetzungsspannung und der Überspannung genutzt. Entscheidend ist es, dass die Lerngruppenmitglieder verstehen, dass eine Elektrolyse erst einsetzt, wenn die Zersetzungsspannung erreicht ist. Die Aufgaben A1, A3 und A4 werden im Unterricht oder als Hausaufgabe bearbeitet. Hinweis: Es lohnt sich, eine gesättigte Natriumsulfatlösung, die mit einigen Tropfen Universalindikatorlösung versetzt wird, in einem Hofmann'schen Apparat zu elektrolysieren. Es wird dann sehr deutlich, dass die Elektrolyse mit der kleinsten Zersetzungsspannung abläuft.</p>
<p><u>7.14 Quantitative Betrachtung der Elektrolyse</u> Faraday-Gesetze</p>	<p>Grundlegend sind der Versuch 1 und die Auswertung bis zum Faraday-Gesetz. Die Aufgaben A1 und A2 müssen von den Lerngruppenmitgliedern sicher gelöst werden.</p>
<p><u>7.15 Gewinnung von Zink</u> Vorkommen von Zink Der Werkstoff Zink Zinkgewinnung Recycling von Zink</p>	<p>Die Kapitel 7.15 und 7.16 sprechen großtechnische Prozesse an. Die Kapitel können auch als Grundlagen für Schülervorträge oder das Selbststudium genutzt werden.</p>
<p><u>7.16 Gewinnung von Aluminium</u> Schmelzflusselektrolyse</p>	<p>Das Kapitel und die Aufgabe A1 kann als Ausgangspunkt für eine Diskussion zum Einsatz von Aluminium aus ökonomischen und ökologischen Perspektiven genutzt werden.</p>
<p><u>7.17 Batterien</u> Zink-Kohle-Batterie Alkali-Mangan-Batterie Zink-Luft-Knopfzelle Lithium-Mangan-Batterie</p>	<p>Die verschiedenen Batterietypen können im Selbststudium erarbeitet und danach vorgestellt werden. Die Aufgaben A1 bis A4 werden selbstständig von den Kursmitgliedern gelöst.</p>
<p><u>7.18 Praktikum Primärelemente</u> V1 Volta-Elemente V2 Leclanché-Elemente</p>	<p>Das Praktikum soll mit dem Kapitel 7.17 integriert bearbeitet werden.</p>
<p><u>7.19 Akkumulatoren</u> Bleiakkumulator Nickel-Metall-Hydrid-Akkumulator Lithium-Ionen-Akkumulator</p>	<p>Für Lerngruppenmitglieder ist es interessant, am Auto die Starterbatterie zu identifizieren und die Funktion von Starterbatterie und Lichtmaschine zu beschreiben. Steht ein aufgesägter Bleiakkumulator zur Verfügung, so sollten die Einzelteile beschrieben werden. Die Abbildung B2 zum Aufbau einer Starterbatterie kann ergänzend oder ersatzweise eingesetzt werden. Der Versuch V1 zum Laden und Entladen eines Bleiakkumulators ist grundlegend. An zwei „Modellbleiakkumulatoren“ können auch Reihen- und Parallelschaltung demonstriert werden.</p>
<p><u>7.20 Brennstoffzellen</u> Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle PEM-Brennstoffzelle Direktmethanol-Brennstoffzelle</p>	<p>Das Funktionsprinzip einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle ist für Lerngruppenmitglieder in der Regel leicht zu verstehen. Es lohnt sich, die Vorzüge und Schwächen des Einsatzes von Akkumulatoren bzw. Brennstoffzellen für Autos zu diskutieren.</p>
<p><u>7.21 Energiespeicherung</u> Energiespeicherung Energieumwandlung Erzeugung von Brennstoffen: - Fotokatalytische Wasserspaltung - Sabatier-Prozess - Power-to-Gas - Power-to-Liquid Wärmespeicher Pumpspeicherwerke</p>	<p>Die Energiespeicherung ist ein Grundpfeiler der Energiewende. Die Aufgaben unterstützen die Forderung nach einer übersichtlichen grafischen Darstellung von Sachverhalten.</p>
<p><u>7.22 Praktikum Brennstoffzellen</u> V1 Wirkungsgrade einer Brennstoffzelle V2 Modellversuch zur Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle</p>	<p>Das Kapitel 7.22 wird mit dem Kapitel 7.20 verknüpft.</p>

<p><u>7.23 Korrosion und Korrosionsschutz</u> Lokalelement Säurekorrosion Sauerstoffkorrosion Rosten Passiver Korrosionsschutz Kathodischer Korrosionsschutz</p>	<p>Das Kapitel „Korrosion und Korrosionsschutz“ ist für den Leistungskurs grundlegend. Es ist sehr sinnvoll, dieses Kapitel mit dem Kapitel 7.24 „Praktikum Korrosion und Korrosionsschutz“ zu behandeln. Die Lerngruppenmitglieder können dann in einem umfangreicheren Unterrichtsblock selbststeuernd die Experimente durchführen und sich die Sachverhalte aneignen. Die Aufgaben dienen der Eigenkontrolle der Schülerinnen und Schüler und der Überprüfung des Verständnisses der Lehrkraft. Die Lehrkraft unterstützt die Lerngruppenmitglieder individuell und überzeugt sich im Dialog vom Verständnis der Lerngruppenmitglieder. Die grafischen Darstellungen werden zur Beschreibung und Erklärung durch die Schülerinnen und Schüler herangezogen.</p>
<p><u>7.24 Praktikum Korrosion und Korrosionsschutz</u> V1 Rosten von Eisen V2 Eisen-Sauerstoff-Element V3 Rostbildung unter einem Salzwassertropfen V4 Rostbildung an Lokalelementen V5 Korrosionsschutz durch Metallüberzüge V6 Kathodischer Korrosionsschutz</p>	<p>Die Aufgaben sind von allen Schülerinnen und Schülern zu lösen, möglichst selbstständig und in Alleinarbeit. Die Aufgaben werden in Kurzvorträgen vorgestellt, die Lösungen sind sorgfältig zu begründen. Fehlerhaften Darstellungen ist intensiv nachzugehen.</p>
<p><u>7.25 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	

Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Kapitel 8: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege

Inhaltlicher Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionswege, Reaktionsabläufe

30 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor
Organische Verbindungen und Reaktionstypen, radikalische Substitution, nucleophile Substitution, Veresterung und Verseifung, Eliminierung, elektrophile Addition, Reaktionsfolge	Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, Vom Erdöl zum Superbenzin	Stoffklassen und Reaktionstypen, elektrophile Addition, zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Reaktionssteuerung und Produktausbeute	Reaktionsschritte

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<p>beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3),</p> <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1),</p> <p>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4),</p> <p>klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3),</p> <p>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1),</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4).</p>	<p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen (sowohl) im niedermolekularen (als auch im makromolekularen) Bereich (E4),</p> <p>schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p>	<p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),</p> <p>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3),</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),</p> <p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),</p> <p>diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p> <p>bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).</p>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>8 Einstiegsseite: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege</u>	Die Bilder und Textbausteine umreißen zielführend die Pole organische Verbindungen im Reagenzglas und in der Großtechnik.
<u>Aufbau organischer Moleküle und charakteristische Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihrer chemischen Reaktionen (Veresterung, Oxidationreihe)</u>	Selbstüberprüfung der Schülerinnen und Schüler mithilfe von Aufgabenstellungen durch die Lehrkraft; die Schülerinnen und Schüler arbeiten ihre Lücken im Selbststudium mithilfe des Kapitels 2 „Organische Stoffe in Natur und Technik“ auf. Intensivere Hilfestellungen im Dialog sind in der Regel bei der Behandlung der zwischenmolekularen Wechselwirkungen notwendig.
Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, enger gefasst: Vom Erdöl zu Treibstoffen	Kartenabfrage führt zur Themenformulierung.
8.1 Erdöl - Grundlage für chemische Produkte Energieträger und Rohstoff Funktionelle Gruppe Vom Reagenzglas zum industriellen Synthesereaktor Zwischenstufen und Endprodukte	Die Bedeutung des Erdöls für chemische Produkte, die letztendlich jeden betreffen, wird herausgestellt. Die aufgeführten Aspekte vermitteln Leitideen.
8.2 Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl fraktionierende Destillation Vakuumdestillation Rohölfraktion	Demonstrationsexperiment/Film zur Erdöldestillation, Erarbeitung mit dem Buchkapitel. Die Aufgaben A1 und A2 erfordern die zwischenmolekularen Wechselwirkungen (hier: Van-der-Waals-Kräfte) zur Erklärung der Stoffeigenschaften. Die Aufgabe A3 erfordert die Recherche und fördert Kompetenzen der Bewertung. Lücken können mit Kapitel 1.8 „Eigenschaften der Alkane“ geschlossen werden.
8.3 Kraftfahrzeugbenzin - Herstellung und Veredelung Klopffestigkeit Reformieren Cracken	V1 als Demonstrationsexperiment. Vertiefende Betrachtung von Alkanen, Alkenen, Cycloalkanen und Cycloalkenen. Einsatz von Molekülbaukästen bzw. Computereinsatz. Kapitel 2.12 „Exkurs Wichtige Ether - MTBE und ETBE“ kann zur Erläuterung der Arbeitsweise eines Ottomotors genutzt werden.
8.4 Impulse Molekülstrukturen am Computer Moleküleditoren Zeichnerische Darstellung von Molekülen Molecular Modelling	Nach einer grundlegenden Einführung eines Programms bietet es sich an, dass die Schülerinnen und Schüler sich zu Hause mit einem oder unterschiedlichen Programmen auseinandersetzen und ihre Erfahrungen vorstellen
8.5 Halogenierung der Alkane Bromierung von Heptan Substitution	Alkane müssen in reaktionsfähige Verbindungen überführt werden, um z.B. daraus Methanol oder Ethanol zu gewinnen. V1 als Lehrerdemonstrationsexperiment
8.6 Exkurs Radikalische Substitution Reaktionsschritte der radikalischen Substitution Energiebilanz der Chlorierung von Methan Energiediagramm der Reaktion von Chlor mit Methan	Die radikalische Reaktion ist auch für den Leistungskurs nicht zwingend zu behandeln. Allerdings ist die radikalische Polymerisation verbindlich. Die radikalische Substitution ist für Schülerinnen und Schüler als erster Reaktionsmechanismus leichter zu durchschauen.
8.7 Aus Halogenalkanen entstehen Alkohole - S _N -Reaktionen S _N 1 S _N 2	V1 als Schülerversuch, V2 und V3 als Lehrerdemonstrationsversuche. Leitender Gedanke: Alkohole lassen sich durch eine nucleophile Substitution z.B. aus Halogenalkanen gewinnen.
8.13 Reaktionen der Alkene - elektrophile Addition Additionsreaktion elektrophile Addition Verlauf einer elektrophilen Addition nach Markownikow	Mit diesem Kapitel wird der Kompetenzerwerb zur Formulierung und Erläuterung einer elektrophilen Addition in besonderem Maße unterstützt.
8.14 Vom C4-Schnitt zur organisch-chemischen Synthese Reaktionsfolge Stoffkreislauf Erhöhung der Klopffestigkeit von Benzin durch MTBE bzw. ETBE	Mit diesem Kapitel ist diese Unterrichtseinheit zunächst abgeschlossen. Sie kann aber sehr sinnvoll mit einem Ausblick auf Biodiesel und Biotreibstoffe erweitert werden. Dadurch werden die Kompetenzerwartungen der Bewertung unterstützt.
8.10 Exkurs Biodiesel Aufbau von Fetten Pflanzenöl als Dieseleratz Umesterung von Rapsöl	Anknüpfung an den Aufbau von Estern, Vergleich von Diesel und Biodiesel (V1, A4). Es bietet sich die Einbeziehung des Kapitels 4.12 Erneuerbare Energiequellen mit den Impulsen „Biotreibstoff - pro und contra“ an.

Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Kapitel 9: Aromaten

Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege, Reaktionabläufe

18 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor
Organische Verbindungen und Reaktionstypen, Benzol als aromatisches System und elektrophile Ersts- und Zweitsubstitution, zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Erforschung des Benzols	Stoffklassen und Reaktionstypen, Benzol, Phenol und das aromatische System, elektrophile Erst- und Zweitsubstitution am Aromaten, Vergleich von elektrophiler Addition und elektrophiler Substitution, zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Reaktionssteuerung und Produktausbeute	Reaktionsschritte

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2).	erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen (sowohl im niedermolekularen (als auch im makromolekularen) Bereich (E4), vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3), analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6), machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Ersts-Substituenten (E3, E6), beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7), stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).	verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3), recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3),	beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4). bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
9 Einstiegsseite: Aromaten	Die Abbildung „Kaffeeverkostung“ versinnbildlicht das Thema.
9.1 Aromaten und Arzneimittel Benzol Phenol Aromastoffe	Es genügt, sich zunächst auf Benzol, Phenol und die Aromastoffe zu fokussieren, da diese im Mittelunkt des Kompetenzerwerbs für Leistungskurse stehen.
9.2 Erforschung des Benzols Isolierung und Benennung des Benzols Eigenschaften des Benzols Molekülbau und Reaktivität des Benzols	Die Entdeckung des Benzols und die Strukturaufklärung sind faszinierend und bieten sich an, den historisch-genetischen Weg der Strukturaufklärung in Ausschnitten aufzugreifen. Die Aufgaben A1, A2 und A3 eignen sich gut, der Strukturaufklärung des Benzolmoleküls nachzuvollziehen. Der Benennung der Isomere des Dibrombenzols kann mithilfe von B4 nachgegangen werden.
9.3 Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül Struktur des Benzolmoleküls Bindungen im Benzolmolekül Mesomerie und Grenzformeln	Die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül werden rein beschreibend dargestellt, dieses entspricht der Kompetenzerwartung der Erkenntnisgewinnung auch im Leistungskurs. Die Hydrierungsenergie und die Mesomerieenergie müssen nicht behandelt werden.
9.4 Mesomerie und Aromatizität Grenzformeln und Regeln Hückel Regel Heterocyclische Aromaten Polycyclische Aromaten	Mit diesem Kapitel kann der Umgang mit mesomeren Grenzformeln auf eine solide Basis im Hinblick auf die Farbstoffe gestellt werden. Außerdem sollten sich die Schülerinnen und Schüler nicht von Formeln für heterocyclische und polycyclische Aromaten abschrecken lassen.
9.5 Exkurs Das Benzolmolekül im Orbitalmodell Orbitale Elektronenkonfiguration des C-Atoms sp ³ - und sp ² -Hybridisierung σ- und π-Bindung	Sehr interessierten Schülerinnen und Schülern bietet dieser Exkurs einen tieferen Einblick.
9.6 Halogenierung von Benzol elektrophile Erstsabstitution	Mit der Behandlung dieses Kapitels können die Schülerinnen und Schüler die Reaktionsschritte der elektrophilen Erstsabstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems erklären. B1 unterstützt die graphische Darstellung eines Reaktionsweges und erleichtert dessen Erläuterung.
9.7 Reaktionsmechanismen im Vergleich elektrophile Addition und elektrophile Substitution im Vergleich Substitutionsreaktion in der Seitenkette und am Benzolring	Schülerinnen und Schüler des Leistungskurses müssen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) analysieren und vergleichen können.
9.8 Benzolderivate Phenol Nitrobenzol Anilin Toulo Benzylalkohol, Benzaldehyd, Benzoesäure	Das Kapitel kann als „Steinbruch“ genutzt werden. Benzaldehyd und Benzoesäure sind bedeutsame Stoffe des Alltags. Phenol soll auch als Vorbereitung auf die elektrophile Zweitsubstitution gründlich behandelt werden.
9.9 Zweitsubstitution an Aromaten Geschwindigkeit der Zweitsubstitution Ort der Zweitsubstitution I-Effekt M-Effekt Grenzformeln des Phenolmoleküls Grenzformeln des Nitrobenzolmoleküls Carbokation und Zweitsubstitution	Der Einfluss des Erstsabstituenten auf das Ausgangsmolekül und das Carbokation werden ausführlich erläutert. Die Aufgaben A1 und A2 vertiefen den Einfluss eines Erstsabstituenten auf den Ort der Zweitsubstitution. Die Aufgabe A3 hebt auf den sterischen Effekt ab.
9.14 Impulse Aromaten im Alltag Coffein Nikotin Benzopyren	In Kurzreferaten können Stoffe aus den Kapiteln 9.8 und 9.14 vorgestellt werden.
9.15 Durchblick Zusammenfassung und Übung Aromatische Kohlenwasserstoffe Mesomerie Phenol Substitution an Aromaten Ort einer Zweitsubstitution	Alle Aufgaben sind zur Übung, Vertiefung und Erweiterung geeignet. A5, A6 und A7 fördern die Betrachtung von Reaktionsfolgen.
9.10 ASS - ein Jahrhundertarzneimittel	Die Kapitel 9.10 bis 9.13 können zur individuellen Schwerpunktsetzung außerhalb der verpflichtenden Inhalte genutzt werden.
9.11 Praktikum Acetylsalicylsäure	
9.12 Dünnschichtchromatografie	
9.13 Exkurs Wirkungsweise von Schmerzmitteln	

Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Kapitel 10: Kunststoffe

Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Werkstoffe

34 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor
Organische Werkstoffe, Organische Verbindungen und Reaktionstypen	Maßgeschneiderte Werkstoffe	Stoffklassen und Reaktionstypen, Eigenschaften makromolekularer Verbindungen, Polykondensation und radikalische Polymerisation, Zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Reaktionssteuerung und Produktausbeute	Reaktionsschritte

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<p>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4), erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4),</p> <p>erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomerbausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3),</p> <p>beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3),</p> <p>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).</p>	<p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4),</p> <p>untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5),</p> <p>ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).</p>	<p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),</p> <p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3),</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3),</p> <p>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</p>	<p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),</p> <p>diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>10 Einstiegsseite: Kunststoffe</u>	Die Bilder vermitteln einen ersten Eindruck von der Vielfalt des Einsatzes und der Begegnung mit den Kunststoffen. Die Alltagsbezüge treten deutlich hervor.
<u>10.1 Kunststoffe - Werkstoffe nach Maß</u> Kein Sport ohne Kunststoffe Unzerbrechliche Bierflaschen Bausteine aus Copolymeren Windkraftanlagen Kunststoffe in der Medizin Umweltgefährdung durch Kunststoffe	Aufriss der Thematik
<u>10.2 Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe</u> Einteilung der Kunststoffe in: - Thermoplaste - Duroplaste (Duromere) - Elastomere kristallin, teilkristallin, amorph zwischenmolekulare Kräfte	Einstieg über V1 „Verhalten von thermoplastischen Kunststoffen bei Erwärmen“. Interessant ist es für Schülerinnen und Schüler, einen unbekanntem Kunststoff zu identifizieren, dazu kann auch das Schwimmverhalten (Dichte) in Wasser und Salzlösungen herangezogen werden. Die Einteilung der Kunststoffe wird durch Selbststudium mit der Doppelseite erarbeitet, die scheinbare einfache Aufgabe wird zur Verdeutlichung des räumlichen Aufbaus der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere genutzt; Lerngruppenmitglieder demonstrieren ihre „Wollfädenmodelle“ und referieren über die Einteilung der Kunststoffe.
<u>10.3 Kunststoffe durch Polymerisation</u> Radikalische Polymerisation Polymerisate: - Polyethen - Polypropen - Polystyrol - Polyvinylchlorid - Polyacrylnitril - Polymethylmethacrylat - Polytetrafluorethen	Die Beschreibung und Erläuterung einer radikalischen Polymerisation ist verbindlich. Das Kapitel 8.6 „Exkurs Radikalische Substitution“ kann herangezogen werden. Die Lehrerversuche zur Polymerisation werden zur Demonstration einer Polymerisation genutzt. Die Aufgabe A1 sollte in Einzelarbeit gelöst werden, hierbei können die Lerngruppenmitglieder B2 nutzen. Die Beispiele für wichtige Polymerisate können als Basis für Kurzvorträge oder die Hausaufgabe eingesetzt werden. Am Beispiel von Niederdruckpolyethen und Hochdruckpolyethen kann der Einfluss der Reaktionssteuerung auf die Struktur der Moleküle des Reaktionsproduktes betrachtet werden. Auch der Zusammenhang zwischen der Struktur der Makromoleküle und deren Einfluss auf die Eigenschaften (hier: Dichte und Wärmestabilität) kann beispielhaft erörtert werden.
<u>10.4 Copolymere</u> Möglichkeiten der Copolymerisation ABS-Copolymere Styrol-Butadien-Copolymere	Die Bildung der Copolymere verdeutlicht den Schülerinnen und Schülern im besonderen Maße, wie Kunststoffe variiert und dem gewünschten Zweck angepasst werden. Sinnvoll ist es, die Lerngruppenmitglieder komplexere Strukturformeln bzw. Ausschnitte von Darstellungen der Makromoleküle analysieren zu lassen, damit Monomere aufgespürt und Verknüpfungsmöglichkeiten gesehen werden.
<u>10.5 Kunststoffe durch Polykondensation</u> Polyester Polycarbonate Polyesterharz Polyamide Perlon	Polyester und Polyamide müssen wie auch die Polykondensation den Lerngruppenmitgliedern vertraut sein. Wichtig ist es, dass die funktionellen Gruppen sowohl der Monomere als auch der Polymere sicher identifiziert werden. Mit dem Versuch V1 führen die Schülerinnen und Schüler selbstständig eine Polyesterbildung durch. Der „Nylonseil-trick“ (V2) kann von der Lehrkraft stumm durchgeführt werden. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und interpretieren die Versuchsdurchführung und die Beobachtungen. Ein Vergleich der beiden Versuche kann unter dem Aspekt der Bildung eines Thermoplastes oder Duroplastes sowie Elastomeren vorgenommen werden.
<u>10.6 Kunststoffe durch Addition</u> Polyaddition Epoxidharze Elastanfasern	Die Polyaddition ist nicht verbindlich, allerdings vervollständigt der Blick auf die weit verbreiteten Produkte durch Polyaddition die Möglichkeit der Gewinnung von Polymeren. Die Schülerinnen und Schüler müssen Polyadditionen nicht selbstständig formulieren können, sie sollen aber eine vorgegebene Reaktionsgleichung erläutern können.
<u>10.7 Exkurs Verarbeitung von Kunststoffen</u> Verarbeitung von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren Extrudieren Hohlkörperblasen Folienblasen Pressen Kalandrieren	Über die Verarbeitung der Polymerisate, Polykondensate und Polyaddukte erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Vorstellung über den Weg vom Reaktionsprodukt zum Produkt des Alltags. Es bieten sich zusätzlich zu dem Schülerbuchkapitel der Filmeinsatz und der Besuch eines kunststoffverarbeitenden Betriebes an.
<u>10.8 Kunststoffe im Alltag</u> Bauindustrie Elektroindustrie Compact-Discs Kunststoffe im Auto Synthesefasern Atmungsaktive Membranen	Die vielfältigen Aspekte und Inhalte dieses Kapitels bieten Chancen für Referate, Recherchen und Versuchsplanungen (z.B. Untersuchung eines Superabsorbers).
<u>10.9 Exkurs Verwertung von Kunststoffabfall</u> Vermeiden von Kunststoffabfällen Stoffliche Verwertung Energetische Verwertung	Das Kapitel bietet grundlegende Einsichten in die Verwertung von Kunststoffen. Diese können durch aktuelle und besonders eindrucksvolle bzw. erschreckende Probleme (Müllstrudel im Pazifik) ergänzt und vertieft werden.

<u>10.10 Exkurs Silikone</u> Eigenschaften Herstellung Verwendung	Bei genügender Zeit lohnt es sich die drei Exkurskapitel 10.10 bis 10.13 als Grundlage für projektorientiertes Arbeiten einzusetzen.
<u>10.11 Exkurs Carbonfasern</u> Eigenschaften Herstellung Verwendung	
<u>10.12 Impulse Biologisch abbaubare Kunststoffe</u> Kunststoffe aus Polymilchsäure: - Herstellung - Abbau	
<u>10.13 Praktikum Herstellung von Kunststoffen</u> Härtung eines Epoxidharzklebers Alleskleber aus Polystyrol und Essigsäureethylester Folien aus PVC Kunststoff aus Citronensäure und Glycerin	
<u>10.14 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u>	Alle Aufgaben sind für das Üben und Vertiefen geeignet

Inhaltsfeld 4: Organische Produkte - Werkstoffe und Farbstoffe

Kapitel 11: Organische Farbstoffe

Inhaltlicher Schwerpunkte: Farbstoffe und Farbigeit, Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption

30 Stunden à 45 Minuten			
Inhaltliche Schwerpunkte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Donator-Akzeptor	Basiskonzept Energie
Farbstoffe und Farbigeit, Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption	Molekülstruktur und Farbigeit	Reaktionsschritte	Spektrum und Lichtabsorption, Energiestufenmodell zur Lichtabsorption, Lambert-Beer-Gesetz

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3), erklären die Farbigeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/Akzeptorgruppen) (UF1, E6).	erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6), werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5), berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5), stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigeit fachsprachlich ange-messen (K3), beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).	gewichten Analyseergebnisse (u.a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2), beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>11 Einstiegsseite: Organische Farbstoffe</u>	Die Vielfalt der Farbstoffe ist überwältigend. Farbstoffe ermöglichen das Leben.
<u>11.1 Farbstoffe und Farbigeit</u> Das Spektrum des sichtbaren Lichtes Signalfarben Naturfarben Lebensmittelfarben Wirkung von Farben Indikatorfarbstoffe Malerfarben aus Steinkohlenteer	Die Vielaspektigkeit der Farbstoffe und der Farben wirkt auch in ihrer Ästhetik animierend. Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus dem Physik- und Kunstunterricht werden aktiviert. Nach einem allgemeinen Aufriss fokussiert man sich auf das Spektrum des sichtbaren Lichtes und erarbeitet mit dem Kapitel 11.2 die entscheidenden Grundlagen.
<u>11.2 Licht und Farbe</u> Licht und Energie Entstehung von Farbe Komplementärfarben Additive Farbmischung Subtraktive Farbmischung Monochromatisches Licht	Wichtig sind die Zusammenhänge zwischen der Farbe (Wellenlänge) des sichtbaren Lichts und der Energie der Photonen und zwischen der Farbe des absorbierten Lichts und der zugehörigen Komplementärfarbe. Die Aufgabe A1 muss von allen Kursmitgliedern gelöst werden.
<u>11.3 Kolorimetrie und Fotometrie</u> Kolorimetrie Farbe und Licht Fotometrie Transmissionsgrad Absorptionsgrad Extinktion	Das Kapitel bietet Leistungskursmitgliedern einen grundlegenden Einblick in die Kolorimetrie und die Fotometrie. Absorptionsspektren müssen sicher erstellt und interpretiert werden. Die Berechnung der Konzentration von Farbstoffen aus der Extinktion muss beherrscht werden.

<u>11.4 Struktur und Farbe</u> Farbe und Molekülstruktur Absorptionssysteme M-Effekt	Der Inhalt des Kapitels 11.4 „Struktur und Farbe“ ist für die Kursmitglieder verbindlich. Hinzugezogen werden die Abschnitte zu den Azofarbstoffen und Phenylmethanfarbstoffen.
<u>11.5 Exkurs Farbe entsteht im Kopf</u> Die Netzhaut Das Sehen Das Farbensehen	Dieses Kapitel bietet die Möglichkeit, biologische Aspekte in den Unterricht einzubeziehen.
<u>11.6 Farbstoffklassen</u> Azofarbstoffe Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen pH-Abhängigkeit von Azofarbstoffen Die Synthese von Azofarbstoffen Triphenylmethanfarbstoffe Carbonylfarbstoffe	Die Abschnitte zu den Azofarbstoffen und zu den Triphenylmethanfarbstoffen sind verbindlich. In die Betrachtung der Synthese der Azofarbstoffe ist die Zweitsubstitution an Aromaten (Kap. 9.9) einzubeziehen.
<u>11.7 Lebensmittelfarbstoffe</u> Farbstoffe als Lebensmittelzusatzstoffe Natürliche Lebensmittelfarbstoffe Synthetische Lebensmittelfarbstoffe Praktikum V1 Isolieren von Lebensmittelfarbstoffen V2 Redoxeigenschaften eines blauen Lebensmittelfarbstoffs V3 Identifizieren eines Farbstoffgemisches	Die Lebensmittelfarbstoffe bieten einen Anknüpfungspunkt an die Kompetenzerwartung der Bewertung (... beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4)).
<u>11.8 Exkurs Färbeverfahren</u> Färbeverfahren Reaktivfärbung Küpenfärbung Indigo, Indigofärbung	Insgesamt bieten die Kapitel 11.7, 11.8 und 11.9 vielfältige Möglichkeiten zur Unterstützung von Facharbeiten und zur Mitarbeit an Wettbewerben.
<u>11.9 Praktikum Farbstoffe und Färben</u> Carotinoide V1 Extraktion von Carotinoiden V2 Chromatografische Untersuchung der Carotinoidgemische V3 Indigo - Synthese und Färben V4 Färben mit Indigo V5 Direktfärbung mit anionischen und kationischen Farbstoffgemischen	Der Umgang mit Farben und Färbeverfahren ist bei Schülerinnen und Schülern sehr beliebt. Das Praktikum bietet sich auch an, den Unterricht aufzulockern, da z.B. der Umgang mit Azofarbstoffen aus Gründen der Gesundheitsgefährdung begrenzt ist.
<u>11.10 Die Farbstoff-Solarzelle</u> Die Grätzel-Zelle, Aufbau, Funktion Praktikum Herstellung einer Farbstoff-Solarzelle	Eine interessante Entwicklung, die Schülerinnen und Schülern einen Einblick in zukunftssträchtige Technologien erlaubt. Das Kapitel kann auch Ausgangspunkt für Facharbeiten sein.
<u>11.11 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u>	Alle Aufgaben sollten von den Schülerinnen und Schülern gelöst werden können.

2.2. Übersichtsraster Kompetenzen

UF: Umgang mit Fachwissen	Schülerinnen und Schüler können ...
UF1 Wiedergabe	Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern,
UF2 Auswahl	zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen,
UF3 Systematisierung	chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,
UF4 Vernetzung	Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen.
E: Erkenntnisgewinnung	Schülerinnen und Schüler können ...
E1 Probleme und Fragestellungen	selbstständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren,
E2 Wahrnehmung und Messung	komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
E3 Hypothesen	mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
E4 Untersuchungen und Experimente	Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben,
E5 Auswertung	Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
E6 Modelle	Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen,
E7 Arbeits- und Denkweisen	bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
K: Kommunikation	Schülerinnen und Schüler können ...
K1 Dokumentation	bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden,
K2 Recherche	zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,
K3 Präsentation	chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,
K4 Argumentation	sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.
B: Bewertung	Schülerinnen und Schüler können ...
B1 Kriterien	fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben,
B2 Entscheidungen	Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten,
B3 Werte und Normen	an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten,
B4 Möglichkeiten und Grenzen	begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

3. Stufenübergreifende Aspekte

3.1. Methoden selbstständigen Arbeitens

Die folgende Liste von Methoden selbstständigen Arbeitens stellt einen offenen Katalog dar. In jeder Lerngruppe sind pro Schuljahr mehrere Unterrichtsvorhaben dieser Art verpflichtend. Die fett gedruckten Vorhaben sind grundsätzlich obligatorisch. Abweichungen von den oben genannten Grundsätzen sind möglich, sofern der Charakter der Lerngruppe dies erfordert.

Klasse 7

- Thema „Stoffe und Stoffeigenschaften“ – **Stationenlernen zum Thema Stoffeigenschaften** (Konzept der Fachgruppe)
- Thema „Stoff- und Energieumsätze bei chemischen Reaktionen“ – **Stationenlernen Kerzenflamme „Geht jetzt ein Licht auf?“** (Straße des Lernens)

Klasse 8

- beliebiges Thema der Klasse 8 – **Experten-Novizen-Runde** (Straße des Lernens)
- Thema „Elementfamilien, Atombau und Periodensystem“ – **binnendifferenzierte Unterrichtsreihe „Alkalimetalle“** (Konzept der Fachgruppe)

Klasse 9

- Thema „Saure und alkalische Lösungen“ – binnendifferenzierte Unterrichtsreihe „Reaktionen saurer Lösungen mit Metallen“ (Konzept der Fachgruppe)
- Thema „Energie aus chemischen Reaktionen“ – **Positionslinie**, zum Beispiel „Bioethanol, Biodiesel – eine sinnvolle Alternative?“ (Straße des Lernens)
- Thema „Organische Chemie“ – Gruppenpuzzle Erdöl

Einführungsphase

- **binnendifferenzierte Unterrichtsreihe „Vom Zucker zum Alkohol“** (Konzept der Fachgruppe)

Qualifikationsphase 1

- **binnendifferenzierte Unterrichtsreihe „Korrosion“** (Konzept der Fachgruppe)

Qualifikationsphase 2:

- Lernfirma „Kristallviolett“
- Binnendifferenzierung am Beispiel „Indigo aus Indican“

3.2. Möglichkeiten zum IT-Einsatz und der Verwendung analoger Medien

Elektronische Medien kommen im Chemieunterricht sehr häufig zum Einsatz. Die folgende Liste stellt einen offenen Katalog dar. Bei jedem Themenfeld müssen elektronische Hilfsmittel eingesetzt werden. Folgende Medien stehen zur Verfügung:

- **Einsatz des Smartboards**
 - zur Nutzung der elektronischen Tafel (Smart-Software): grundsätzlich in beiden Räumen
 - zu Präsentationszwecken (Videos, Fotoserien, Animationen: s.u.)
- **Einsatz von Excel zur Auswertung größerer Messwertreihen**

Beispiele

Einführungsphase:

- **Methoden der Kalkentfernung im Haushalt**
Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit

Qualifikationsphase:

- **Säuren, Basen und analytische Verfahren**
Titrationskurven
- **Organische Farbstoffe**
Auswertung einer photometrischen Messung

- **Internet-Recherchen**

Beispiele

Sekundarstufe 1:

- **Saure und alkalische Lösungen:**
Säuren im Alltag

Einführungsphase:

- **Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs:**
Perspektiven der Nanotechnologie, neue Materialien

Qualifikationsphase:

- **Elektrochemie**
Recycling von Metallabfällen

- **Einsatz von Animationen**

Beispiele (Auswahl aus der Sammlung)

Sekundarstufe 1:

- **Stoffe und Stoffveränderungen:**
Papierchromatographie, Aggregatzustände
- **Metalle und Metallgewinnung:**
Verbrennung von Eisenwolle
- **Elementfamilien, Atombau und Periodensystem:**
PSE-Spiel
- **Ionenbindung und Ionenkristalle:**
Veranschaulichung Natriumchloridstruktur
- **Freiwillige und erzwungene Elektronenübertragungen:**
Eisennagel in Kupfersulfatlösung, Natriumchloridsynthese
- **Unpolare und polare Elektronenpaarbindung:**
Dichteanomalie des Wassers, Modell einer Kochsalzlösung, Oberflächenspannung, ...

Einführungsphase:

- **Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane**
Tropfsteinhöhle

Qualifikationsphase:

- **Elektrochemie**
Daniell-Element, galvanische Zelle, Zink-Kohle-Batterie
- **Organische Farbstoffe**
Phenolphthalein

- **Einsatz von Videos**

Beispiele

Sekundarstufe 1:

- **Stoffe und Stoffveränderungen:**
flüssiger Stickstoff, Dichte der Luft, Legierungen, Mülltrennung, Raffination von Zucker
- **Stoff- und Energieumsätze bei Chemischen Reaktionen:**
Feuer und Flamme (Quarks & Co), Explosionen
- **Luft und Wasser:**
Erderwärmung, Saurer Regen, Wasser (Quarks & Caspers), Wasserhärte, Knallgas
- **Metalle und Metallgewinnung:**
Historische Eisenherstellung, Stahl, Geschichte der Metallverarbeitung
- **Elementfamilien, Atombau und Periodensystem:**
John Dalton, Dimitrij Mendelejew, Roentgenstrahlung, Lithiumabbau in Südamerika, ...
- **Ionenbindung und Ionenkristalle:**
Salzgewinnung am Niederrhein, Chemie in der Landwirtschaft
- **Freiwillige und erzwungene Elektronenübertragungen:**
Redoxreaktionen, Aluminium mit Brom
- **Unpolare und polare Elektronenpaarbindung:**
Linus Pauling, Verbindungen
- **Saure und alkalische Lösungen:**
Allzweckmittel Essig, Säuren und Basen, Schwefelsäure mit Wasser, Alfred Nobel
- **Energie aus chemischen Reaktionen:**
Steinkohlebergbau, Braunkohle, Erdöl, Sonnenkollektoren, Biogas, ...
- **Organische Chemie:**
Kunststoffe

Einführungsphase:

- **Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs:**
Diamant, Fullerene, Graphen, Nanotechnologie
- **Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane:**
NO₂-N₂O₄-Gemisch, Kalk und Zement
- **Methoden der Kalkentfernung im Haushalt**
Katalyse, Knallgas, Dünger aus der Luft
- **Vom Alkohol zum Aromastoff**
Destillation von Rohöl, Viertakt-Motor, Kraftstoffe der Zukunft, Alkohol, Bier, Seife, ...

Qualifikationsphase:

- **Säuren, Basen und analytische Verfahren**
siehe „Saure und alkalische Lösungen“ (S1)
- **Elektrochemie**
Alessandro Volta, Michael Faraday, Brennstoffzellen, Rohstoffe im Müll
- **Organische Verbindungen und Reaktionswege**
elektrophile Addition, Giftgas, Ozonloch
- **Kunststoffe**
Hermann Staudinger, PVC, Kautschuk, Kunststoff-Recycling, künstliche Spinnenseide
- **Organische Farbstoffe**
Färberwaid, Herstellung eines Azofarbstoffs, Indigo

- **Einsatz von Fotoserien**

Beispiele (Auswahl aus der Sammlung)

Sekundarstufe 1:

- **Stoff- und Energieumsätze bei Chemischen Reaktionen:**
Feuermachen in der Steinzeit, Zerteilungsgrad, Rostschutz
- **Luft und Wasser:**
Kohle im Raum Aachen, Wasserhärte, Trinkwasserversorgung Aachens, Abwasserreinigung
- **Metalle und Metallgewinnung:**
Metallverarbeitung im Raum Aachen
- **Elementfamilien, Atombau und Periodensystem:**
Kalk
- **Ionenbindung und Ionenkristalle:**
Salzgewinnung im Mittelmeer
- **Energie aus chemischen Reaktionen:**
Steinkohle im Raum Aachen, Braunkohle im rheinischen Revier, ...
- **Organische Chemie:**
Bier

Einführungsphase:

- **Methoden der Kalkentfernung im Haushalt**
Kalk – chemisches Gleichgewicht, Kalk als Baumaterial

Qualifikationsphase:

- **Säuren, Basen und analytische Verfahren**
Wasser (Trinkwasser, Abwasser, ...), saurer Regen
- **Elektrochemie**
Metallverarbeitung im Raum Aachen, Korrosion
- **Organische Farbstoffe**
Pigmente, Tuchindustrie im Raum Aachen

- **Erstellung von Atommodellen und Präsentation am Smartboard**
- **Strukturlegetechniken am Smartboard**
- **Fachsprachentrainer**
- **Molekülmodelle**
- **Experimente**

3.3. Bewertungskriterien

3.3.1. Pädagogischer Leistungsbegriff

Die im Folgenden genannten Bedingungen sind Konsequenzen eines pädagogischen Leistungsbegriffs, der die Grundlage der Planung des Chemieunterrichts am Pius-Gymnasium und der entsprechenden Leistungsbewertung bildet:

- Leistung setzt unter allen Beteiligten (also unter Schülern, Eltern, Lehrern und anderweitig in der Schule involvierten) eine vertrauensvolle Beziehung voraus – sie fördert ebenso echte Lernprozesse, wie sie eine faire Leistungsmessung ermöglicht.
- Leistung setzt institutionalisierte und systematische Unterstützungsangebote voraus – nur so besteht eine echte Chance, individuelle Problemfelder wirklich bearbeiten zu können.
- Leistung setzt differenzierte Anregung voraus - denn Lernen und Leisten sind immer individuelle Prozesse.
- Leistung setzt eine vielfältige Basis der Leistungsbewertung voraus – nicht nur das Produkt, sondern auch Prozess und Präsentation müssen ebenso eine Rolle spielen, wie kreative, soziale und kognitive Handlungen.
- Leistung setzt eine regelmäßige Verständigung auf Augenhöhe voraus – wenn Leistung ein soziales Phänomen ist, muss man sie gemeinsam definieren, damit alle Beteiligten die Kriterien der Leistung und ihrer Messung annehmen können.

3.3.2. Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“

Die Basis der Leistungsbewertung ist die mündliche Mitarbeit der Schülerin/des Schülers im Unterricht. Dabei spielt sowohl die Quantität der Unterrichtsbeiträge als auch deren Qualität eine Rolle. Selbstverständlich zählen alle Leistungen zu diesem Bereich, welche in den unterschiedlichen Sozialformen des Unterrichts (Unterrichtsgespräch, Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit, ...) erbracht werden.

In den stärker individualisierten Sozialformen (Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit) nutzt die Lehrkraft besonders intensiv die Möglichkeit, schülerspezifische Stärken und Schwächen zu diagnostizieren. Auf dieser Basis werden den Kindern zusätzliche individuell abgestimmte Anregungen gegeben, welche der Erschließung bislang brach liegender Leistungsreserven dienen. Durch diese Vorgehensweise erhält die Lehrperson einen differenzierten und aussagekräftigen Eindruck vom Leistungsbild der einzelnen Schülerinnen und Schüler.

Die Gewichtung der beiden Teilbereiche („Quantität“ und „Qualität“) ermittelt die Lehrperson auf der Basis ihres Gesamteindrucks, welcher aus ihrer/ seiner Beurteilungskompetenz resultiert. Neben den kognitiven Leistungen gehen auch methodische Kompetenzen, die aus dem Verhalten der Schülerinnen und Schüler erkennbar werden, in die Bewertung ein. Eine mathematische Verrechnung explizit ausgewiesener Teilleistungen ist nicht sinnvoll. Ferner entspräche eine Ermittlung der Gesamtnote nach einer Methode, welche ausschließlich den Regeln der Arithmetik folgt, auch dem Geist der Richtlinien, da diese eine rein rechnerische Ermittlung von Gesamtnoten aus Teilnoten ausdrücklich verbieten.

Darüber hinaus kann die Bewertung der sonstigen Mitarbeit durch Einbeziehung weiterer Teilleistungen ergänzt werden. Deren Stellenwert bei der Ermittlung der Zeugnisnote richtet sich nach dem Niveau und der Komplexität der Anforderungen. Eine mathematische Verrechnung einzelner Teilleistungen würde auch hier dem individuellen Leistungsprofil der Schülerinnen und Schüler nicht gerecht. Als weitere Teilleistungen kommen in Frage:

- schriftliche Übungen
- mündliche oder schriftliche Überprüfungen der Hausaufgaben, Heftführung
- Referate, Protokolle
- ...

Es steht der Lehrperson frei, weitere Teilleistungen einzufordern oder deren Einbringung anzubieten. Dabei ist stets den individuellen Fähigkeiten und Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler Rechnung zu tragen.

In Übereinstimmung mit dem Schulprogramm des Pius-Gymnasiums erfolgen Lernerfolgskontrollen in der Regel nicht in Form benoteter schriftlicher Übungen. Die Entwicklung der konzept- und prozessbezogenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler wird vielmehr in einem kontinuierlichen Prozess beobachtet. Als Grundlage für die Diagnose des Lernerfolgs dienen die Qualität der Beiträge zum Unterrichtsgespräch sowie die Leistungen bei der Bearbeitung von Aufgaben zu Erarbeitungs- und Übungszwecken. Auf der Basis dieser Beobachtungen können die Schülerinnen und Schüler fundiert benotet und die unterrichtliche Vorgehensweise differenziert, zeitnah und flexibel angepasst werden.

Die Bewertung der Schülerleistung erfolgt immer im Kontext der Gesamtentwicklung der Schülerin/des Schülers. Jede Teilleistung, sei es im Unterrichtsgespräch oder in Einzel-, Partner- beziehungsweise Gruppenarbeitsphasen, wird immer vor dem Hintergrund der individuellen Lernbiographie gewürdigt und bewertet. So können gleiche Ergebnisse durchaus unterschiedliche Gewichtung erfahren, da sich die Lernprozesse der einzelnen Schülerinnen und Schüler sowie die Erarbeitungsdynamik in Partner- oder Gruppenarbeiten unterscheiden.

Zuordnungen von Leistungen zu Noten

Note	Klasse 7	Klasse 8	Klasse 9
sehr gut	gleichmäßig hohe und selbstständige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen; engagierte und aktiv lösungsorientierte Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit; sachgerechte und ausgewogene Beurteilung; eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung; angemessene und richtige Verwendung von neu erlernten Fachbegriffen; vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden sicher beherrscht und angewendet; vollständiges, ordentliches Heft/Portfolio	gleichmäßig hohe und selbstständige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen; engagierte und aktiv lösungsorientierte Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit; sachgerechte und ausgewogene Beurteilung; erkennbare Grundkenntnisse; eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung; angemessene und richtige Verwendung von Fachbegriffen; vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden sicher beherrscht und angewendet; vollständiges, ordentliches Heft/Portfolio	gleichmäßig hohe und selbstständige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen; engagierte und aktiv lösungsorientierte Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit; Erkennen eines Problems und dessen Einordnung in einen größeren Zusammenhang; sachgerechte und ausgewogene Beurteilung; fundierte Grundkenntnisse; eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung; angemessene, klare sprachliche Darstellung und richtige Verwendung von Fachbegriffen; vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden sicher beherrscht und zielorientiert angewendet; vollständiges, ordentliches Heft/Portfolio
gut	gleichmäßig hohe und selbstständige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen; konstante und zum großen Teil lösungsorientierte Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit; Verständnis schwierigerer Sachverhalte; Fähigkeit zur Problemerkennung; sachgerechte und angemessene Verwendung von neu erlernten Fachbegriffen; vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden beherrscht und angewendet; ansprechendes Heft/Portfolio	gleichmäßig hohe und selbstständige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen; konstante und zum großen Teil lösungsorientierte Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit; Verständnis schwierigerer Sachverhalte und deren Einordnung in den Gesamtzusammenhang des Themas; gute Grundkenntnisse; Fähigkeit zur Problemerkennung; sachgerechte und angemessene Verwendung von Fachbegriffen; vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden beherrscht und angewendet; ansprechendes Heft/Portfolio	gleichmäßig hohe und selbstständige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen; konstante und zum großen Teil lösungsorientierte Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit; Verständnis schwierigerer Sachverhalte und deren Einordnung in den Gesamtzusammenhang des Themas; gute Grundkenntnisse; Fähigkeit zur Problemerkennung; es sind Kenntnisse vorhanden, die über die Unterrichtsreihe hinausreichen; sachgerechte und angemessene Verwendung von Fachbegriffen; vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden beherrscht und angewendet; ansprechendes Heft/Portfolio

Note	Klasse 7	Klasse 8	Klasse 9
befriedigend	<p>insgesamt regelmäßig freiwillige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen;</p> <p>solide und phasenweise lösungsorientierte Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit;</p> <p>im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff;</p> <p>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden überwiegend beherrscht und angewendet;</p> <p>gelegentlich selbstständige Anwendung von neu erlernten Fachbegriffen;</p> <p>weitestgehend ansprechendes Heft/Portfolio</p>	<p>insgesamt regelmäßig freiwillige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen;</p> <p>solide und phasenweise lösungsorientierte Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit;</p> <p>im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff;</p> <p>solide Grundkenntnisse;</p> <p>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden überwiegend beherrscht und angewendet;</p> <p>gelegentlich selbstständige Anwendung von Fachbegriffen;</p> <p>weitestgehend ansprechendes Heft/Portfolio</p>	<p>insgesamt regelmäßig freiwillige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen;</p> <p>solide und phasenweise lösungsorientierte Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit;</p> <p>im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff;</p> <p>solide Grundkenntnisse;</p> <p>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden überwiegend beherrscht und angewendet;</p> <p>gelegentliche Verknüpfung mit Kenntnissen des Stoffes der gesamten Unterrichtsreihe;</p> <p>gelegentlich selbstständige Anwendung von Fachbegriffen;</p> <p>weitestgehend ansprechendes Heft/Portfolio.</p>
ausreichend	<p>nur gelegentlich freiwillige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen;</p> <p>sehr zurückhaltende Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit;</p> <p>Äußerungen beschränken sich auf die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus dem unmittelbar behandelten Stoffgebiet und sind im Wesentlichen richtig;</p> <p>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden mit Einschränkungen beherrscht;</p> <p>unvollständiges Heft/Portfolio</p>	<p>nur gelegentlich freiwillige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen;</p> <p>sehr zurückhaltende Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit;</p> <p>Äußerungen beschränken sich auf die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus dem unmittelbar behandelten Stoffgebiet und sind im Wesentlichen richtig;</p> <p>Grundkenntnisse in Einzelfällen abrufbar;</p> <p>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden mit Einschränkungen beherrscht;</p> <p>unvollständiges Heft/Portfolio</p>	<p>nur gelegentlich freiwillige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen;</p> <p>sehr zurückhaltende Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit;</p> <p>Äußerungen beschränken sich auf die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus dem unmittelbar behandelten Stoffgebiet und sind im Wesentlichen richtig;</p> <p>fachliches Verständnis und Gebrauch von Fachbegriffen nur unter intensiver Anleitung;</p> <p>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden mit Einschränkungen beherrscht und angewendet;</p> <p>unvollständiges Heft/Portfolio</p>
mangelhaft	<p>überwiegend passives Verhalten im Unterricht; auch bei Schülerversuchen;</p> <p>nahezu keine Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit;</p> <p>Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig;</p> <p>sehr lückenhafte Sach- und Methodenkompetenz;</p> <p>unvollständiges, unordentliches Heft/Portfolio</p>	<p>überwiegend passives Verhalten im Unterricht; auch bei Schülerversuchen;</p> <p>nahezu keine Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit;</p> <p>Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig;</p> <p>sehr lückenhafte Sach- und Methodenkompetenz;</p> <p>defizitäre Grundkenntnisse;</p> <p>unvollständiges, unordentliches Heft/Portfolio</p>	<p>überwiegend passives Verhalten im Unterricht; auch bei Schülerversuchen;</p> <p>nahezu keine Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit;</p> <p>Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig;</p> <p>sehr lückenhafte Sach- und Methodenkompetenz;</p> <p>defizitäre Grundkenntnisse;</p> <p>unvollständiges, unordentliches Heft/Portfolio</p>

Note	Klasse 7	Klasse 8	Klasse 9
ungenügend	keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen; keine Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit; Äußerungen nach Aufforderung sind falsch; nicht zu motivieren.	keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen; keine Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit; Äußerungen nach Aufforderung sind falsch; nicht zu motivieren.	keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht; auch bei Schülerversuchen; keine Mitarbeit in Phasen der Partner- und Gruppenarbeit; Äußerungen nach Aufforderung sind falsch; nicht zu motivieren.

3.3.3. Beurteilungsbereich „Klausuren“

- Zur Konstruktion der Aufgaben (Struktur, Anforderungsbereiche) geben die gültigen Richtlinien differenzierte Hinweise, welche keiner Präzisierung bedürfen.
- Hinsichtlich der Punkte-Noten-Zuordnung wurde folgender Beschluss gefasst:

85 - 100% der Punkte:	sehr gut	40 - 54,99%:	ausreichend
70 - 84,99%:	gut	20 - 39,99%:	mangelhaft
55 - 69,99%:	befriedigend	unter 20%:	ungenügend
- Für die Darstellungsleistung werden einige Punkte separat ausgewiesen (circa 10% der Gesamtpunktzahl).
- Im Lehrerarbeitsraum sowie im Schulnetz (Austausch Lehrer/Chemie_Musterklausuren) befindet sich ein Ordner mit mehreren Musterklausuren (Aufgabenblatt, Bewertungsbogen, exemplarische Schülerlösung mit Korrektur).

3.4. Werteerziehung im Chemieunterricht

In der Chemie werden die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten, die Natur und die Mitmenschen mit Respekt und Achtung zu behandeln. Ihnen wird bewusst gemacht, dass die Welt nur Bestand hat, wenn verantwortungsvoll mit den gegebenen Ressourcen umgegangen wird. Sicherheit in der und durch die Technik spielt eine große Rolle in unserem Leben und wird im Unterricht bewusst gemacht.

In der Klasse 7 wird beim Thema „Wasser“ eingegangen auf vielfältige Aspekte der Umwelt:

- Schadstoffe in der Luft
- Ozonproblematik
- Treibhauseffekt und Klimawandel

In der Klasse 8 wird beim Thema „Die Welt der Mineralien und Metalle“ eingegangen auf:

- Salze und Salzbergwerke
- Metalle und Korrosion

In der Klasse 9 wird beim Thema „Zukunftssichere Energieversorgung- Energie aus chemischen Reaktionen“ eingegangen auf:

- Strom ohne Steckdose
- Alternative Stromgewinnung
- Nachwachsende Rohstoffe

Diese Themen sind überall auf der Welt von Bedeutung. Nur wenn alle Menschen gleichgültig welcher Nationalität, Hautfarbe und Religion miteinander reden und arbeiten, kann unsere Erde sich in gesundem Rahmen weiterentwickeln und als Lebensraum für uns alle erhalten bleiben. Dabei leisten die Naturwissenschaften in der Schule einen nicht zu unterschätzenden Beitrag.

3.5. Aspekte des Umweltschutzes im Chemieunterricht

Umweltrelevante Aspekte werden im Chemieunterricht der Sekundarstufe 1 umfassend behandelt. Zunächst einmal versetzt die Vermittlung fachsystematischer Kenntnisse und Fertigkeiten die Schülerinnen und Schüler in die Lage, umweltrelevante Probleme auf einem erhöhten Niveau zu verstehen und zu bewerten. Explizit spielen Umweltthemen in allen drei Schuljahren des Sekundarbereichs 1 eine Rolle:

- Im ersten Thema der **Jahrgangsstufe 7** (*Stoffe und Stoffveränderungen*) wird die manuelle und die automatisierte Trennung von Hausmüll behandelt; dies stärkt die Alltagskompetenz der Schülerinnen und Schüler. Unter dem Thema *Luft und Wasser* werden die Kinder in die Lage versetzt, mit dem knappen Gut Trinkwasser verantwortungsvoll umzugehen; ferner erlernen sie die grundlegenden Zusammenhänge zwischen dem eigenen Verhalten und Umweltphänomenen wie der globalen Erderwärmung und dem sauren Regen.
- Im Verlauf der **Jahrgangsstufe 8** werden den Schülerinnen und Schülern elementare Kenntnisse über den Einsatz von Streusalz und Düngemitteln vermittelt; dies geschieht im Rahmen des Themas *Ionenbindung und Ionenkristalle*. In diesem Zusammenhang werden auch die negativen Konsequenzen eines verantwortungslosen Umgang mit diesen Ressourcen intensiv besprochen.
- In der **Jahrgangsstufe 9** spielen umweltrelevante Aspekte vor allem im Rahmen des Themas *Energie aus chemischen Reaktionen* eine Rolle. Auf der Basis einer umfassenden Bestandsaufnahme der gegenwärtigen Energienutzung werden die jungen Menschen in die Lage versetzt, Szenarien für eine zukunftssichere Energieversorgung auf der Basis regenerativer Energiequellen und -träger zu entwerfen und zu bewerten.

3.6. Außerschulische Kontakt

In der Oberstufe wird regelmäßig mit Leistungskursen in der Chemie das Bayerwerk in Leverkusen besucht. Dort stellen die Schülerinnen und Schüler zum Thema „Kunststoffe“ einen Artikel (zum Beispiel einen Plastikbecher) her. Dabei müssen sie das gesamte Verfahren durchspielen:

- Abfrage bei den Verbrauchern
- Design
- Werbung
- Finanzen
- Herstellung