



Willy-Brandt-Gymnasium Oer-Erkenschwick

Schulinterner Lehrplan Gymnasium – Sekundarstufe I

Chemie

(Fassung vom 04.10.2021)

Inhalt

1	Die Fachgruppe Chemie am WBG	3
2	Entscheidungen zum Unterricht	5
2.1	Unterrichtsvorhaben	5
2.2	Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit.....	98
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung.....	100
2.4	Lehr- und Lernmittel	102
3	Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen	103
4	Qualitätssicherung und Evaluation	105

1 Die Fachgruppe Chemie am WBG Oer-Erkenschwick

Das WBG ist ein Gymnasium mit 750 Schülerinnen und Schülern und befindet sich im ländlichen Raum mit guter Verkehrsanbindung im nördlichen Ruhrgebiet/südliches Münsterland, in deren Umfeld mehrere mittelständische Chemieunternehmen und den Chemiepark Marl gibt, die basische Chemikalien und Grundstoffe für die Herstellung von Kunststoffbauteilen herstellt. Für die Schülerinnen und Schüler unserer Schule besteht die Möglichkeit, dort Berufsorientierungspraktika zu machen. Des Weiteren finden Besichtigungen der Betriebe durch Klassen oder Kurse statt.

Das WBG ist seit 2011 MINT-Schule. Der regelmäßige Besuch weiterer außerschulischer Lernorte, wie z. B. das Alfred-Krupp-Schülerlabor in Bochum, Gelsenwasser, das RWE Braunkohle-Kraftwerk Niederaußem, wird über das zdi Zentrum in Marl vermittelt.

Im Rahmen der Qualitätssicherung- und -entwicklung besteht zwischen dem WBG und der Hochschule Bochum eine Kooperationsvereinbarung. Das WBG ist außerdem Bildungspartner des Explorados in Duisburg und des Odysseums in Köln.

Im Rahmen der Studien- und Berufswahlorientierung besteht am WBG ein differenziertes Beratungsangebot. Ehemalige Schüler werden eingeladen und sprechen über ihre Ausbildungsgänge mit den Schülerinnen und Schülern. Dabei spielen technische Berufe und naturwissenschaftliche Studiengänge eine deutliche Rolle.

In einer Vortragsreihe (ca. 3-4 Vorträge im Jahr) wird das Interesse der Schülerinnen und Schüler an Berufen aus dem MINT Bereich geweckt.

Die Themen der letzten Vorträge waren:

- Windenergie
- VW Technologie
- Biotechnologie
- Meeresbiologie
- Lebenslust - Über Risiken und Nebenwirkungen der Gesundheit (Manfred Lütz)

Die Lehrerbesezung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in den Sekundarstufen I und II, Arbeitsgemeinschaften mit fachlichem Schwerpunkt in Chemie und Wahlpflichtkurse mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt im Bereich WP11. In der Sekundarstufe I wird in den Jahrgangsstufen 7,8, und 9 Chemie jeweils im Umfang der vorgesehenen 2 Wochenstunden erteilt.

Die Schule ist seit 2009/10 im offenen Ganztage. In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 90 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Chemie ist in der Regel in der Einführungs- sowie in den Qualifikationsphasen mit je 1-2 Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase (Q1 und Q2) wird ein Leistungskurs im Fach Chemie in Kooperation mit dem Comenius-Gymnasium in Datteln angeboten. In der Schule sind die Unterrichtseinheiten grundsätzlich als Doppelstunden organisiert. Dem Fach Chemie stehen 2 moderne Fachräume zur Verfügung.

Die Schülerinnen und Schüler der Wettbewerbs-AG des WBG nehmen jedes Jahr mit Spaß und Erfolg an mindestens einem MINT-Wettbewerb teil. Schülerinnen und Schüler des WBG nehmen an folgenden naturwissenschaftlichen Wettbewerben teil:

- Chemie entdecken
- Dechemax – Chemie Wettbewerb (Klasse 7 und 8)
- RWE Energie mit Köpfchen (Klasse 6 bis 8)
- Jugend präsentiert (Klasse 7 und 8)
- Jugend forscht
- Weitere naturwissenschaftliche Wettbewerbe:
 - Biologisch (Schüler der MINT Klasse 5)
 - Freestyle physics (Schüler der MINT Klassen ab Kl. 5 sowie interessierte Schüler höherer Klassen)
 - zdi Roboterwettbewerb (AG Schüler sowie die Schüler der MINT Klasse 7)
 - WRO Wettbewerb (Schüler der Klasse 7)
 - Matheolympiade (Schüler aller Jahrgangsstufen)
 - Känguru- Wettbewerb (alle Schüler der Klasse 5, sowie der MINT Klassen 6 und 7 und weitere freiwillige Schüler bis einschließlich Oberstufe)

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans bei den Lernenden auszubilden und zu entwickeln. Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene. Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant. (Als 75 % wurden für die Einführungsphase 90 Unterrichtsstunden, für den Grundkurs in der Q1 ebenfalls 90 und in der Q2 60 Stunden und für den Leistungskurs in der Q1 150 und für Q2 90 Unterrichtsstunden zugrunde gelegt.) Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausweisung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2) empfehlenden Charakter. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

UV 7.1: Stoffe im Alltag (ca. 18 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie lassen sich Reinstoffe identifizieren und klassifizieren sowie aus Stoffgemischen gewinnen?</i></p>	<p>IF1: Stoffe und Stoffeigenschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> – messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften – Gemische und Reinstoffe – Stofftrennverfahren – einfache Teilchenvorstellung 	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben von Phänomenen <p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassifizieren von Stoffen <p>E1 Problem und Fragestellung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen von Problemen <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchführen von angeleiteten und selbstentwickelten Experimenten • Beachten der Experimentierregeln <p>K1 Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verfassen von Protokollen nach vorgegebenem Schema • Anfertigen von Tabellen bzw. Diagrammen nach vorgegebenen Schemata <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationsentnahme

weitere Vereinbarungen

... zur Schwerpunktsetzung:

- Grundsätze des kooperativen Experimentierens (vgl. Schulprogramm)
- Protokolle unter Einsatz von Scaffoldingtechniken anfertigen (vgl. Vereinbarungen zum sprachsensiblen Fachunterricht)

... zur Vernetzung:

- Anwenden charakteristischer Stoffeigenschaften zur Einführung der chemischen Reaktion → UV 7.2
- Weiterentwicklung der Teilchenvorstellung zu einem einfachen Atommodell → UV 7.3

... zu Synergien:

- Aggregatzustände mithilfe eines einfachen Teilchenmodells darstellen ← Physik UV 6.1

... zur Einbindung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW:

- **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Erste Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können nach Anleitung chemische Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten (Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren (MKR 2.1, 2.2)**
 - 2.1 Informationsrecherche zielgerichtet durchführen und dabei Suchstrategien anwenden – Trennverfahren anhand einer Kläranlage (geleitete Internetrecherche, Suchbegriffe/Stichwortliste erstellen)
- **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden (MKR Spalte 4, insbesondere 4.1, 4.2)**
 - 4.1 Medienprodukte Adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren – Versuchsprotokolle in Textverarbeitungsprogrammen erstellen (Aufbau und Formatierung)

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche Eigenschaften eignen sich zum Identifizieren von Reinstoffen?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Schmelztemperatur/Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeit) identifizieren (UF1, UF2), eine geeignete messbare Stoffeigenschaft experimentell ermitteln (E4, E5, K1).</p>	<p>Kontext: Detektive im Labor</p> <p>Problemorientierter Einstieg:</p> <p>Laborglas ohne Etikett mit einer farblosen Flüssigkeit (z. B. Wasser, Glycerin, Ethanol) – Ideensammlung von Verfahren, um herauszufinden, welcher Stoff in dem Laborglas ist (z. B. Kartenabfrage)</p> <p>Erarbeitung verschiedener Stoffeigenschaften (Experimente und Informationsrecherche) mithilfe eines Lernzirkels (individuell erweiterbar je nach Ideen der S'uS)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Löslichkeit in Wasser 2. Elektrische Leitfähigkeit 3. Siedetemperatur 4. Dichte <p>Hinweise zum Lernzirkel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regeln zum sicheren Umgang mit Chemikalien und Geräten, die für die jeweiligen Stationen relevant sind, erfolgen an den entsprechenden Stationen. • Die Experimente sollten alle angeleitet sein. • Einführung des Protokollschemas als Lückentext an den verschiedenen Stationen. Hilfekarten zur Benennung der verwendeten Laborgeräte. [1] [2] • Identifikation der Stoffe mithilfe von Stoffsteckbriefen (Informationsentnahme) <p>Lernaufgabe: selbstständiges Identifizieren eines Stoffes (z. B. Propanol, Kochsalz, Zucker) mithilfe einer Lerninteraktionsbox [3]</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Wie lassen sich die Aggregatzustandsänderungen auf Teilchenebene erklären?</i> (ca. 2 Ustd.)	Aggregatzustände und deren Änderungen auf der Grundlage eines einfachen Teilchenmodells erklären (E6, K3).	Einstiegsexperiment (DV/SV): Komprimierbarkeit von Metallstab, Wasser und Luft im Vergleich [4] Deutung auf Teilchenebene in Bezug auf Abstand, Beweglichkeit und Ordnung [5] [6]
<i>Wie kann man die Verwendungsmöglichkeiten von Stoffen anhand ihrer Eigenschaften beurteilen?</i> (ca. 3 Ustd.)	Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften klassifizieren (UF2, UF3), die Verwendung ausgewählter Stoffe im Alltag mithilfe ihrer Eigenschaften begründen (B1, K2).	Untersuchen der charakteristischen Eigenschaften von Metallen [7], Unterscheidung von Metallen und Nichtmetallen anhand ihrer Eigenschaften Lernaufgaben zur Bewertung der Einsatzmöglichkeiten von Alltagsgegenständen aus Metallen aufgrund ihrer charakteristischen Eigenschaften Vertiefungsmöglichkeit: Einsatz von Metalllegierungen
<i>Wie lassen sich Reinstoffe aus Stoffgemischen mithilfe physikalischer Trennverfahren gewinnen?</i> (ca. 5 Ustd.)	Experimente zur Trennung eines Stoffgemisches in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften planen und sachgerecht durchführen (E1, E2, E3, E4, K1).	Möglicher Kontext: Trinkwasser – unser wichtigstes Lebensmittel [8] Portfolio-Gruppenarbeit, kooperatives Experimentieren, Erweiterung der Regeln zum sicheren Experimentieren (je nach Experimentiersituation z. B. Umgang mit dem Gasbrenner): <ul style="list-style-type: none"> • Probleme der Trinkwasserversorgung hier und in anderen Regionen der Welt • Entwicklung eigener Ideen zur Reinigung von verschmutztem Wasser • Entwicklung eines S-Versuchs zur Reinigung durch Filtrieren • Trinkwassergewinnung aus Meerwasser durch Destillation Integration von sprachsensiblen Unterrichtsmaterialien [9]

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<p>http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Sprachbildung.pdf</p> <p>https://www.kreis-lippe.de/media/custom/2001_5202_1.PDF?1418911228</p> <p>http://oesz.at/sprachsensiblerunterricht/UPLOAD/Praxisreihe_23web.pdf</p>	<p>In Kapitel 4.3.2 werden Strategien und Techniken des systematischen Scaffoldings dargestellt. Die Idee vom Lernenden Schreiben wird anhand des Protokollschreibens im Physikanfangsunterricht vorgestellt. Dabei wird ein Überblick über Scaffolding-Techniken beim Protokollschreiben gegeben.</p> <p>Pineker-Fischer thematisiert in ihrem Vortrag den Fachwortschatz der naturwissenschaftlichen Sprache und erklärt die Grundlagen der Scaffolding-Technik. Mit Folie 35 und 36 werden die sprachlichen Anforderungen an ein Versuchsprotokoll verdeutlicht.</p> <p>Neben Grundlagen und Fördermöglichkeiten zum sprachsensiblen Fachunterricht werden in der Praxisreihe 23 des österreichischen Sprachen-Kompetenz-Zentrums ab S. 14 nach der Methode der Scaffolding-Technik gestufte Lernhilfen am Beispiel des Unterrichtsgegenstands „Destillation“ aufgezeigt. Außerdem werden Tipps zur Adaption von Aufgaben gegeben.</p>
2	<p>https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/sprachsensibler-fachunterricht/sprachsensibler-fachunterricht/sprachsensibler-fachunterricht.html</p>	<p>QUA-LiS stellt auf dieser Seite Informationen und Materialien zum sprachsensiblen Fachunterricht bereit. Grundlagen zum Modell des „Scaffoldings“ skizziert der Artikel von Kniffka, basierend auf den Forschungen von Gibbons und anderen. Er gibt einen ersten Überblick über den Bereich und kann zum Einstieg in das Thema dienen.</p>
3	<p>J. Koenen. M. Emden. E. Sumfleth. Chemieunterricht im Zeichen der Erkenntnisgewinnung. Münster. Waxmann. 2016 S.15ff</p> <p>http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-der-Erkenntnisgewinnung-1.pdf</p>	<p>Koenen, Emden und Sumfleth geben in diesem Artikel einen Überblick über Fördermöglichkeiten beim Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. Durch die Wahl verschiedener Öffnungsgrade und der Integration von Hinweiskarten in den Interaktionsboxen kann die Lernaufgabe binnendifferenziert werden. Im Anhang (S. 78 ff.) finden sich Übersichten, Materialienlisten und Aufgabenstellungen für die Interaktionsboxen.</p>
4	<p>Schreiber, Silke. Lebendiges Teilchenmodell. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 2004 (79). S. 15-17</p>	<p>Schreiber gibt Informationen zum Versuch zur Komprimierbarkeit mittels Sprizentechnik und dessen Auswertung auf Teilchenebene.</p>
5	<p>http://www.digitale-medien.schule/aggregatzustaende.html</p>	<p>Die digitale Lernumgebung zu der Erklärung der Aggregatzustände auf Teilchenebene von Wittek, Krause und Eilks ist binnendifferenziert angelegt. Für den Einsatz auf einem iPad wird die "PREZI Viewer" App benötigt.</p>

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
6	http://chemie-digital.zum.de/wiki/Frau_Lachner/Aggregatzustände_im_Teilchenmodell	Die digitale Lernumgebung von Lachner simuliert die Beschreibung der Aggregatzustände mit dem Kugelteilchenmodell. Zur Übung findet man Lückentexte und MC-Aufgaben.
7	http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-077.htm	Experimentiervorschrift zur Unterscheidung von metallischen und nichtmetallischen Festkörpern
8	https://www.wasser-macht-schule.de/trinkwasser/gewinnung https://www.wasser-aqualino.de/forscherwerkstatt/arbeitsblaetter https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2019-03/un-weltwasserbericht-klimawandel-trinkwasserversorgung	<p>Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. gibt auf der Website „wasser-macht-schule“ Informationen zu Ressourcen, Trinkwassergewinnung, -preis und -nutzung in Deutschland.</p> <p>Die Website „Aqualino“ beinhaltet Arbeitsblätter und Experimentier-vorschriften. Sie wird in einer Gemeinschaftsaktion der regionalen Wasserwirtschaft herausgegeben.</p> <p>Mit dem ZEIT-Artikel wird über den UN-Weltwasserbericht informiert und deutlich gemacht, dass mehr als zwei Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Wasser haben. Der Zusammenhang von Armut, Klimawandel und der Trinkwasserversorgung wird verdeutlicht.</p>
9	M. Emden, J. Koenen, E. Sumfleth. Chemieunterricht im Zeichen von Diagnostik und Förderung. Münster: Waxmann. 2015.S. 85 ff http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-von-Diagnostik-und-F%C3%B6rderung.pdf	Im Anhang auf S. 85 ff findet man sprachensible Unterrichtsmaterialien zum Thema „Stofftrennung und Stoffgemische“, die von Leisen (Handbuch Sprachförderung im Fach) stammen. Sie wurden von Özcan für die Diagnostik des Einflusses der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie verwendet.

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Woran erkennt man eine chemische Reaktion?</i>	IF2: Chemische Reaktion <ul style="list-style-type: none"> – Stoffumwandlung – Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen: chemische Energie, Aktivierungsenergie 	UF1 Wiedergabe und Erklärung <ul style="list-style-type: none"> • Benennen chemischer Phänomene E2 Beobachtung und Wahrnehmung <ul style="list-style-type: none"> • gezieltes Wahrnehmen und Beschreiben chemischer Phänomene K1 Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> • Dokumentieren von Experimenten K4 Argumentation <ul style="list-style-type: none"> • fachlich sinnvolles Begründen von Aussagen
<p>weitere Vereinbarungen</p> <p>... zur Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betrachtung von chemischen Reaktionen auf der Phänomenebene ausreichend; Entscheidung über eine Betrachtung auf Diskontinuumsebene bei der jeweiligen Lehrkraft <p>... zur Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefung des Reaktionsbegriffs → UV 7.3 • Weiterentwicklung der Wortgleichung zur Reaktionsgleichung → UV 9.1 • Aufgreifen der Aktivierungsenergie bei der Einführung des Katalysators → UV 9.4 <p>... zu Synergien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • thermische Energie ← Physik UV 6.1, UV 6.2 <p>... zur Einbindung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW:</p> <p style="text-align: center;">Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden (MKR Spalte 4, insbesondere 4.1, 4.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 4.1 Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren ○ (4.2) Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen – Eigene Lernvideos zum Thema chemische Reaktion erstellen 		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Woran erkennt man eine chemische Reaktion?</i></p> <p>(ca. 5-6 Ustd.)</p>	<p>chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit anderen Eigenschaften und in Abgrenzung zu physikalischen Vorgängen identifizieren (UF2, UF3),</p> <p>einfache chemische Reaktionen sachgerecht durchführen und auswerten (E4, E5, K1),</p> <p>chemische Reaktionen in Form von Reaktionsschemata in Worten darstellen (UF1, K1),</p> <p>bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Energieumwandlung der in den Stoffen gespeicherten Energie (chemische Energie) in andere Energieformen begründet angeben (UF1),</p> <p>bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Bedeutung der Aktivierungsenergie zum Auslösen einer Reaktion beschreiben (UF1).</p>	<p>Kontext: Chemische Reaktionen nicht nur im Labor problemorientierter Einstieg: Gewinnung von Salz und Zucker aus Salzwasser bzw. Zuckerwasser durch Eindampfen</p> <p>Beobachtung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • beim Salzwasser verdampft das Wasser und zurück bleibt Kochsalz • beim Zuckerwasser verdampft zunächst Wasser, dann entsteht ein zähflüssiger Zuckersirup und anschließend karamellisiert der Zucker [1] <p>Untersuchung der Vorgänge beim Erhitzen von Zucker [2]:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beobachtung der Verfärbung der Schmelze von weiß über gelb zu braun bis schwarz (neuer Stoff mit neuen Eigenschaften) – Beobachtung einer farblosen Flüssigkeit (Nachweis von Wasser als zweites Reaktionsprodukt) <p>Definition der chemischen Reaktion als Stoffumwandlung</p> <p>Chemische Reaktion genauer betrachtet: Reaktion von Eisen und Schwefel zu Eisensulfid</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beschreibung der Ausgangsstoffe und Endstoffe – Deutung der Versuchsbeobachtungen hinsichtlich der Veränderung der Stoffeigenschaften und der energetischen Beobachtungen – Reaktionsschema für die Reaktion aufstellen – Einführung der Fachbegriffe „chemische Energie“ (in Stoffen gespeicherte Energie) und „Aktivierungsenergie“ <p>Erweiterung der Definition für chemische Reaktionen um energetische Aspekte</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche Bedeutung haben chemische Reaktionen für den Menschen?</i></p> <p>(ca. 2-3 Ustd.)</p>	<p>chemische Reaktionen anhand von Stoff- und Energieumwandlungen auch im Alltag identifizieren (E2, UF4), die Bedeutung chemischer Reaktionen in der Lebenswelt begründen (B1, K4).</p>	<p>Lernzirkel „chemische Reaktionen“ im Alltag; Begründungen angeben, warum es sich um chemische Reaktionen handelt; Nutzen der chemischen Reaktion erläutern; mögliche Reaktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Untersuchung von Brausepulver [3] – Untersuchung von Backtriebmitteln (Natron, Hirschhornsalz) [4] – Verbrennung von Kohle – Chemische Reaktionen im Menschen (Verdauung) [5] – Kalkentfernung mithilfe saurer Reiniger – ... <p>Überprüfungs- und Anwendungsaufgaben</p> <p>Vertiefungs-/Differenzierungsmöglichkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energiegehalt von Lebensmitteln (Schokolade) z. B. Backen eines Spiegeleis mit einem Stück brennender Schokolade [6] (Alternative: Verbrennung eines Marshmallows in einem Kalorimeter und Messen des Temperaturanstiegs) [7] - Energieumwandlungen von chemischer Energie in andere Energieformen anhand von Beispielen beschreiben - Recherche nach weiteren chemischen Reaktionen im Alltag

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Teilchen/teilchen/chemreak/chemreak0.htm	Lernumgebung zur chemischen Reaktion mit Videoclips und Animationen; Abgrenzung von chemischen Reaktionen zu physikalischen Vorgängen
2	http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsich/versuche/gv-v-075.htm	Experiment zum Karamellisieren von Zucker einschließlich Nachweis des Reaktionsprodukts Wasser
3	https://sinus-sh.lernnetz.de/sinus/materialien/sinus_lft_07112010/brausepulver_skript.pdf	Unterrichtsmaterialien für den integriert naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht (Jahrgang 5 und 6) zur Förderung der Erkenntnisgewinnung, verschiedene Experimente rund um Brausepulver, u. a. auch Experimente zu den chemischen Reaktionen; zur Beobachtung von chemischen Reaktionen auf Phänomenebene gut geeignet
4	https://www.uni-regensburg.de/chemie-pharmazie/anorganische-chemie-pfutzner/medien/data-demo/2011-2012/ws2011-2012/backmittel_pmnw.pdf	Sammlung von Experimenten rund um Backtriebmittel (Backpulver, Hirschhornsalz, Pottasche) einschließlich Erklärungen zu den Beobachtungen
5	http://www.chemieunterricht.de/dc2/ws-u-bclm/kap_03.htm	Professor Blumes Medienangebot: Überblick über die chemischen Prozesse bei der Verdauung als Hintergrundinformationen für die Lehrkraft
6	http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/didaktiken/chemie/schokomaterialien/v2.pdf	Experimentiervorschrift für das Backen eines Spiegeleis mit brennender Schokolade zur Veranschaulichung der chemischen Energie
7	https://www.youtube.com/watch?v=cw7q433ynYg	Es handelt sich um ein Video der Firma Pasco in englischer Sprache zur Bestimmung des Energiegehalts von Marshmallows mit einem sehr einfachen Versuchsaufbau. Statt des im Video gezeigten digitalen Messwerterfassungssystems lässt sich das Experiment auch mit einem Thermometer durchführen, eine quantitative Auswertung ist nicht erforderlich.

UV 7.3: Facetten der Verbrennungsreaktion (ca. 20 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Was ist eine Verbrennung?</i></p>	<p>IF3: Verbrennung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff: Oxidbildung, Zündtemperatur, Zerteilungsgrad – chemische Elemente und Verbindungen: Analyse, Synthese – Nachweisreaktionen – Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen: Wasser als Oxid – Gesetz von der Erhaltung der Masse – einfaches Atommodell 	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einordnen chemischer Sachverhalte <p>UF4 Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hinterfragen von Alltagsvorstellungen <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchführen von Experimenten und Aufzeichnen von Beobachtungen <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ziehen von Schlüssen <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erklären mithilfe von Modellen <p>K3 Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • fachsprachlich angemessenes Vorstellen chemischer Sachverhalte <p>B1 Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benennen chemischer Fakten <p>B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufzeigen von Handlungsoptionen

weitere Vereinbarungen

... zur Schwerpunktsetzung:

- Demonstrations-Modell Brennstoffzellenauto (vgl. Nachhaltigkeitskonzept)

... zur Vernetzung:

- Einführung der Sauerstoffübertragungsreaktionen → UV 7.4
- Weiterentwicklung des einfachen zum differenzierten Atommodell → UV 8.1
- Weiterentwicklung des Begriffs Oxidbildung zum Konzept der Oxidation → UV 9.2

... zur Einbindung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW:

- Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Erste Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können nach Anleitung chemische Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten (Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren (MKR 2.1, 2.2)
 - 2.2 Themenrelevante Informationen und Daten aus Medienangeboten filtern, strukturieren, umwandeln und aufbereiten – Erklärvideos, Podcasts, YouTube usw. zum Thema Gesetz von der Erhaltung der Masse

... zur Einbindung der Ziele der Verbraucherbildung (VB) NRW:

- Die Schülerinnen und Schüler können Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel von Wasser abwägen. (VB D, Z3, Z5)

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Wie werden Brände gelöscht? (ca. 5 UStd.)	in vorgegebenen Situationen Handlungsmöglichkeiten zum Umgang mit brennbaren Stoffen zur Brandvorsorge sowie mit offenem Feuer zur Brandbekämpfung bewerten und sich begründet für eine Handlung entscheiden (B2, B3, K4).	Kontext: Brände und Brandbekämpfung SuS nennen Vorschläge, um Brände zu löschen: Feuerlöscher, Löschdecke, Wasser ... Überprüfung der Wirksamkeit verschiedener Löschmethoden mittels Experimenten (z. B.: Löschen von brennendem Holz, Ethanol) Erarbeitung der Voraussetzungen für eine Brandentstehung, experimentelle Untersuchung und Ableitung von Löschmethoden: Brennbarkeit von Stoffen, Zündtemperatur von Stoffen, Anwesenheit von Sauerstoff Experiment zum Abkühlen eines Stoffes unter die Zündtemperatur: Kann Papier vor dem Entzünden durch eine Kerze geschützt werden? „Ein Teelicht wird unter einen Papiertrichter gestellt: Er geht in Flammen auf. Beim zweiten Versuch ist der Papiertrichter mit Wasser gefüllt - Er lässt sich nun nicht mehr entflammen, sondern man kann Wasser im Trichter warm machen.“ Mit Wasser kann man Papier unter seinen Flammpunkt gekühlt halten (Flammpkt, Zündtemperatur). mögliche Vertiefung: Wann entflammt Feuerzeuggas? Vertiefung: Brandvorsorge arbeitsteilige Gruppenarbeit: Analyse verschiedener Szenarien aus dem Alltag (Kleiderbrand, Fettbrand, Wohnungsbrand, Umgang mit Handyakkus, Lagerung von entzündlichen Flüssigkeiten im Haushalt ...) im Hinblick auf die bestmögliche Brandvorbeugung und Löschmethode
<i>Was ist eine Verbrennung?</i>	die Verbrennung als eine chemische Reaktion mit Sauerstoff identifizieren und als Oxidbildung	Kontext: Feuer und Flamme – Was passiert hier?

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
(ca. 8 Ustd.)	klassifizieren (UF3), den Verbleib von Verbrennungsprodukten (Kohlendioxid und Wasser) mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse begründen (E3, E6, E7, K3), mit einem einfachen Atommodell Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff erklären (E5, E6), anhand von Beispielen Reinstoffe in chemische Elemente und Verbindungen einteilen (UF2, UF3).	Es werden verschiedene Stoffe entzündet (z. B. Ethanol, Kupferpulver/-blech, (LV) Magnesium, Kohle) und eine chemische Reaktion (ein Stoff verschwindet, neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen) wird festgestellt. quantitative Durchführung zur genaueren Untersuchung: Verbrennung von Eisenwolle an der Balkenwaage: Da die Masse zugenommen hat, muss Eisen mit einem weiteren Stoff reagiert haben; dieser muss aus der Luft stammen (Lavoisiers Sauerstofftheorie der Verbrennung). Formulierung von Wortgleichungen zur Verbrennung der o. g. Stoffe Nimmt die gesamte Masse bei Verbrennungen zu oder ab? Untersuchung mittels Verbrennung von a) Eisen b) Streichhölzern im geschlossenen System und Folgerung des Gesetzes von der Erhaltung der Masse [1]. Ergänzend kann Aktivkohle im (geschlossenen) Rundkolben verbrannt werden [2]. Einführung des Atombegriffs als kleinste Bausteine chemischer Elemente Übertragung des Atommodells auf bekannte chemische Reaktionen und Erklärung der beobachteten Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff Einteilung von Reinstoffen in Elemente und Verbindungen mögliche Vertiefung: Atommasse
<i>Welche Rolle spielt die Luft bzw. der Sauerstoff bei</i>	die wichtigsten Bestandteile des Gasgemisches Luft, ihre Eigenschaften und Anteile nennen (UF1, UF4),	Kontext: Auch Metalle können brennen Anhand der Stoffproben Eisenpulver, Eisenwolle, Eisenblech sollen

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Verbrennungsprozessen? (ca. 3 Ustd.)	Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4).	<p>die Schülerinnen und Schüler begründet Vermutungen entwickeln, welche Stoffprobe (besser) verbrennt (Bestätigungsexperiment, Einführung Zerteilungsgrad).</p> <p>Verbrennung von Eisenwolle bzw. Magnesium im sauerstoffgefüllten Standzylinder und Vergleich mit einer Verbrennung an der Luft (Förderung der Verbrennung bei Erhöhung des Sauerstoffgehalts)</p> <p>Der Vergleich führt zu der Frage, wie viel Sauerstoff in der Luft ist und wie man dies bestimmen kann. Verbrennung von Eisen im Glasrohr zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts in der Luft</p> <p>Erstellen von Steckbriefen zu den wichtigsten Bestandteilen der Luft, Nachweise von Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid (arbeitsteilig in GA) und Anfertigung eines Kreisdiagramms zu den Hauptbestandteilen der Luft</p>
Wie kann Wasserstoff als Kraftstoff genutzt werden? (ca. 4 Ustd.)	<p>Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4),</p> <p>die Analyse und Synthese von Wasser als Beispiel für die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen beschreiben (UF1),</p> <p>Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel von Wasser abwägen (B1).</p>	<p>Kontext: Brennstoffzellen im Straßenverkehr</p> <p>Das Brennstoffzellenauto – wie funktioniert es?</p> <ul style="list-style-type: none"> – Demonstration eines funktionsfähigen Modells eines Brennstoffzellenautos – vereinfachte Beschreibung der Funktionsweise eines Fahrzeugs mit Brennstoffzelle [4] <p>Gruppenpuzzle, Differenzierung mittels Anforderungsbereich der einzelnen Themen:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) das Brennstoffzellenauto (Modellexperiment) und qualitative energetische Betrachtung b) Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung von Wasserstoff c) Wasserstoff-Fahrzeuge: Recherche aktueller Stand <p>nach der Austauschphase: Sammlung von Vor- und Nachteilen eines Wasserstoff-Autos in den Stammgruppen</p> <p>Wie kann Wasser zerlegt werden, wie kann es hergestellt werden?</p>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<ul style="list-style-type: none"> – Analyse von Wasser: Magnesium verbrennt in siedendem Wasser (Nachweis Wasserstoff). Wasser muss aus den Elementen Wasserstoff (entstandener Wasserstoff) und Sauerstoff (entstandenes Magnesiumoxid) bestehen. Nachweis von Wasserstoff <p>Synthese von Wasser: Verbrennung Wasserstoff an der Luft, Nachweis von Wasser [4]</p>

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.experimentas.de/experiments/view/2410	Tipps und Literaturstelle zur Durchführung des Standardversuchs Verbrennung von Streichhölzern (und Eisenwolle) zur Untersuchung der Gesamtmasse
2	https://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/10+Boyle.pdf?SGWID=0-0-45-1486850-p176975275	Prof. Barke gibt neben der Durchführung eine didaktische Einordnung der Verbrennung von Kohle in der Entwicklung der Verbrennung und dem Gesetz der Massenerhaltung.
3	https://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/brennstoffzelle.php5	Sachgeschichten WDR Sachgeschichte zur Brennstoffzelle
4	https://www.experimentas.de/experiments/view/232	Anleitung zur Verbrennung von Wasserstoff und Nachweis des entstandenen Wassers

UV 7.4: Vom Rohstoff zum Metall (ca. 14 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?</i></p>	<p>IF4: Metalle und Metallgewinnung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zerlegung von Metalloxiden – Sauerstoffübertragungsreaktionen – edle und unedle Metalle – Metallrecycling 	<p>UF2 Auswahl und Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwenden chemischen Fachwissens <p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassifizieren chemischer Reaktionen <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> • hypothesengeleitetes Planen einer Versuchsreihe <p>E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nachvollziehen von Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> • begründetes Auswählen von Handlungsoptionen <p>B4 Stellungnahme und Reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begründen von Entscheidungen

weitere Vereinbarungen

... zur Schwerpunktsetzung:

- Besuch eines außerschulischen Lernortes zur Metallgewinnung (Kooperation mit außerschulischem Partner)

... zur Vernetzung:

- energetische Betrachtungen bei chemischen Reaktionen ← UV 7.2
- Vertiefung Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen ← UV 7.3
- Vertiefung Element und Verbindung ← UV 7.3
- Weiterentwicklung des Begriffs der Zerlegung von Metalloxiden zum Konzept der Reduktion → UV 9.2

... zu Synergien:

- Versuchsreihen anlegen ← Biologie UV 5.1, UV 5.4

... zur Einbindung der Ziele der Verbraucherbildung (VB) NRW:

Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten. (VB Ü, VB D, Z1, Z5)

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Wie wurden und werden Metalle hergestellt?</i> (ca. 10 Ustd.)	ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff als edle und unedle Metalle ordnen (UF2, UF3).	<p>Kontext: Kupfer-, Bronze-, Eisenzeit - Warum werden historische Zeitabschnitte nach Metallen oder Metalllegierungen benannt?</p> <p>Metalle als Werkzeuge und Gebrauchsgegenstände: Erstellen von Steckbriefen zu Vorkommen (als Metalloxide, Metallsulfide) und Verwendung von Metallen ← 7.1 als Teilstücke einer Wandzeitung, die am Ende der Unterrichtsreihe gemäß einer Affinität der Metalle zu Sauerstoff geordnet werden kann.</p> <p>Problem: Die wenigsten Metalle kommen gediegen vor – experimentelle Erarbeitung der Herstellung von Metallen</p> <p>Einführen der Metalloxide durch Erarbeitung der Oxidationsreihe der Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff</p>
	chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Zerlegung von Oxiden klassifizieren (UF3).	<p>Wie gewinnt man z. B. Silber?</p> <p>Lehrerexperiment: Herstellung von Silber aus Silberoxid zur Einführung der Zerlegung von Oxiden</p> <p>Weiterführung als Schülerexperiment mit arbeitsteiliger Durchführung mit unterschiedlichen Massen zwecks Bestimmung der Massenverhältnisse und Ableitung des Gesetzes der konstanten Massenverhältnisse mit dem Ziel der Herleitung der Verhältnisformel → 9.1</p>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>Experimente zur Zerlegung von ausgewählten Metalloxiden hypothesengeleitet planen und geeignete Reaktionspartner auswählen (E3, E4),</p> <p>Sauerstoffübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Konzeptes modellhaft erklären (E6),</p> <p>ausgewählte Verfahren zur Herstellung von Metallen erläutern und ihre Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung beschreiben (E7).</p>	<p>Wie kam Ötzi an sein Kupferbeil? – Einführung in den historischen Kontext mit Auszügen aus einem Jugendbuch [1] oder Zeitungsartikel [2]</p> <p>selbstständige Planung und experimentelle Durchführung der Kupfergewinnung im Schülerversuch (je nach Planung mit Kohlenstoff oder Eisen)</p> <p>Auswertung der Beobachtungen auf der phänomenologischen und submikroskopischen Ebene</p> <p>Aufstellen eines einfachen Reaktionsschemas in Worten</p> <p>Vertiefung: Eisengewinnung früher, heute und morgen in Anbindung an den Besuch des Hochofens im Landschaftspark Nord</p> <ul style="list-style-type: none"> – Der Rennofen – Sendung mit der Maus [3] – Der Hochofen – Schemazeichnung und chemische Prozesse als Reaktionsschema in Worten [4] – Der Hochofen von morgen – jetzt schon in Duisburg [5,6] <p>Beantwortung der Frage nach der Benennung der historischen Zeitabschnitte</p>
<p><i>Wie lassen sich Metallbrände löschen?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3).</p>	<p>Kontext: Großbrand auf dem Gelände einer Recyclingfirma „Schrotinsel“ in Ruhrort [7]</p> <p>Problemaufriss ausgehend von ausgewählten Zeitungsartikeln, alternativ mit einem Artikel zu einem Magnesiumbrand, z.B. [8]</p> <p>Lehrerdemonstrationsexperiment: Magnesium in Kohlenstoffdioxid verbrennen</p> <p>Untersuchung der Reaktionsprodukte Magnesiumoxid und</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Kohlenstoff durch die Schülerinnen und Schüler</p> <p>Übertragung der Problematik auf das Löschen mit Wasser</p> <p>Entwicklung alternativer Löschmöglichkeiten im Rückgriff auf ← 7.3</p>
<p><i>Wie können Metalle recycelt werden?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten (B1, B4, K4).</p>	<p>Kontext: Metalle – Werkstoffe und Wertstoffe</p> <p>Kupferrecycling aus Elektroschrott (Filmausschnitt vom Müll zum Rohstoff) [9]</p> <p>oder</p> <p>"Welcome to Sodom – dein Smartphone ist schon hier" [10]</p> <p>Bauteile aus Smartphones – Muss es immer ein neues Smartphone sein?</p> <p>Podiumsdiskussion auf der Grundlage vorgefertigter Rollenkarten, die Argumente, Zahlen, Daten und Fakten aus unterschiedlicher Perspektive, bspw. einer Umweltorganisation, eines Smartphone-Herstellers, eines Verbrauchers und eines Unternehmens, das Ersatzteile für Smartphones fertigt, enthalten. [11, 12, 13]</p>

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	Venzke, Andreas: Ötzi und die Offenbarungen einer Gletschermumie. 2. Auflage, Würzburg: Arena 2015. (Arena Bibliothek des Wissens. Lebendige Biographien) ISBN: 978-3-401-06651-6	Im Zentrum dieser Jugendbuchgeschichte steht die spektakuläre Entdeckung des Ötztalmannes, der aus seiner Perspektive Einblicke in das Leben während der Kupferzeit gibt. Die adressatengerechte Aufbereitung wissenschaftlicher Fakten in Erzählform wird ergänzt durch zahlreiche Sachteile, die Hintergrundinformationen, Abbildungen und ein ausführliches Glossar liefern. Im Sachkapitel „Die Beifunde“ wird die Besonderheit des Besitzes eines Beils mit wertvoller Kupferklinge thematisiert.
2	Ötzi lebt, Artikel aus der Süddeutschen Zeitung vom 17./18.September 2016, Ausgabe Nr.216. https://www.sueddeutsche.de/panorama/gletschermumie-oetzi-lebt-1.3164885	Der Artikel thematisiert die Bergung der Leiche, neueste Forschungsergebnisse sowie Verschwörungstheorien und erwähnt unter der Teilüberschrift „Mord“ auch den wertvollen Kupferpickel, den Ötzi bei sich getragen hat.
3	Eisengewinnung. In: Bibliothek der Sachgeschichten von und mit Armin Maiwald. Sendung mit der Maus.	In dieser Sachgeschichte von der Sendung mit der Maus wird die Eisengewinnung mittels eines selbstgebauten Rennofens veranschaulicht und erklärt.
4	https://www.planet-schule.de/sf/php/sendungen.php?sendung=6903	Der Film „Vom Erz zum Stahl“ enthält neben dem Filmbeitrag auch – Arbeitsblätter zum Aufbau des Hochofens sowie Anleitungen zu einer Recherche zur Erstellung einer Zeitleiste von der Eisenzeit bis heute.
5	https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/unternehmen/nachhaltigkeit/klimastrategie/	Das Unternehmen informiert auf dieser Seite im Zusammenhang mit der Zielsetzung bis 2050 klimaneutral zu arbeiten, über ihren Versuch, Wasserstoff im Hochofen einzusetzen.
6	https://rp-online.de/nrw/staedte/duisburg/thyssenkrupp-in-duisburg-setzt-wasserstoff-im-hochofen-ein_aid-47127643	Der Zeitungsartikel berichtet über dieses Vorhaben in allgemein verständlicher Weise.
7	https://www.waz.de/staedte/duisburg/experten-suchen-ursache-fuer-grossbrand-im-duisburger-hafen-id9383772.html	Der Artikel berichtet über einen Brand auf dem Gelände einer Recycling-Firma und kann zum Problemaufwurf für die Fragestellung „Wie können Metallbrände gelöscht werden?“ verwendet werden.
8	https://www.thueringer-allgemeine.de/leben/blaulicht/magnesium-brand-richtet-bei-sonneberg-millionenschaden-an-id217419241.html	Der Zeitungsartikel zum Magnesiumbrand ist geeignet, um jenseits der o.g. Problematisierung eine problemorientierte Anbindung an den nachfolgend durchgeführten Lehrerversuch zu schaffen.
9	DVD: RECYCLING - VOM MÜLL ZUM ROHSTOFF Art.-Nr. Onlinemedium: 5511065 , Art.-Nr. physisches Medium: 4611065	Video/ DVD vom FWU, thematisiert Kupferrecycling aus Elektroschrott
10	http://www.welcome-to-sodom.de	Dieser Dokumentarfilm, freigegeben ab 6 Jahren, lief 2018 im Kino und ist mittlerweile auf DVD erhältlich. Es werden Einblicke gegeben

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		in Europas größte Elektroschrotthalde mitten in Afrika (Agbogloshie) und die Verlierer der digitalen Revolution vor Ort porträtiert.
11	https://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de/fileadmin/chemiedidaktik/pdf/Lehrer/urban_mining/2_Materialien_fuer_die_Unterrichtsgestaltung.pdf	Hier gibt es fertige Materialien für die Unterrichtsgestaltung. Ausgehend von einer Pressemitteilung zum Diebstahl von Kupferkabeln wird die Problematik der Endlagerung von Elektroschrott am Beispiel von Agbogloshie thematisiert sowie die Frage nach den Bauteilen von Smartphones und deren Recycling aufgeworfen. Das Material verweist auf weiterführende Internetquellen, z.B. planet Schule und germanwatch.
12	https://www.fairphone.com/de/	Auf der Internetseite des Unternehmens finden sich weitere Informationen zum fairen Handel mit Smartphones, die die Vorbereitung einer entsprechenden Rollenkarte unterstützen.
13	https://www.bund.net/aktuelles/detail-aktuelles/news/handys-und-effizienz-dein-smartphone-ist-ein-dumbphone/	Dieser Artikel vom BUND thematisiert die Frage nach Möglichkeiten einer nachhaltigen Nutzung neuer Medien und kann ebenfalls als Quelle für die Gestaltung einer entsprechenden Rollenkarte dienen.

UV 8.1: Elementfamilien schaffen Ordnung (ca. 30 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Lassen sich die chemischen Elemente anhand ihrer Eigenschaften sinnvoll ordnen?</i></p>	<p>IF5: Elemente und ihre Ordnung</p> <ul style="list-style-type: none"> - physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene, Edelgase - Periodensystem der Elemente - differenzierte Atommodelle - Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration 	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systematisieren chemischer Sachverhalte nach fachlichen Strukturen <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulieren von Hypothesen und Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben und Erklären von Zusammenhängen mit Modellen • Vorhersagen chemischer Vorgänge durch Nutzung von Modellen und Reflektion der Grenzen <p>E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben der Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung chemischer Modelle

weitere Vereinbarungen

... zur Schwerpunktsetzung:

- in der Regel Erkenntnisgewinnung mittels Experimenten (vgl. Schulprogramm)

... zur Vernetzung:

- einfaches Atommodell ← UV 7.3

... zu Synergien:

- Elektronen ← Physik UV 6.3
- einfaches Elektronen-Atomrumpf-Modell ← Physik UV 9.6
- Aufbau von Atomen, Atomkernen, Isotopen → Physik UV 10.3

... zur Einbindung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW:

- **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Erste Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können nach Anleitung chemische Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten (Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren (MKR 2.1, 2.2)**
 - 2.2 Themenrelevante Informationen und Daten aus Medienangeboten filtern, strukturieren, umwandeln und aufbereiten – Erklärvideos, Podcasts, YouTube usw. zum Thema Atommodelle
- **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden (MKR Spalte 4, insbesondere 4.1, 4.2)**
 - (4.1) Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren
 - (4.2) Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen – Eigene Lernvideos zum Thema Bau von Atomen erstellen

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Wie sind Atome aufgebaut?</i> (ca. 4 Ustd.)	die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7), die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7).	Kontext: Wege in die Welt des Kleinen Einstieg: Visual Storytelling: Wie hat man sich früher die Bausteine der Welt vorgestellt? [1], [2] Concept Mapping als Diagnose des Vorwissens der Schülerinnen und Schüler (Kann in den folgenden Sequenzen von den Schülerinnen und Schülern verifiziert und ergänzt werden.) Flash-Animation [3] zum Rutherford'schen Streuversuch: <ul style="list-style-type: none"> • Auswerten der Versuchsergebnisse und Herleiten des Kern-Hülle-Modells • optional: Übungen zum Verstehen des Streuversuchs und des Kern-Hülle-Modells [Schuhkarton, ...] • Einführung des positiv geladenen Atomkerns und der nahezu masselosen Atomhülle mit negativen Elektronen (Kern-Hülle-Modell, Nukleonen → Physik (UV 10.3)) Mögliche Differenzierung: individualisierende Übung zur Modellbildung [4]
<i>Wie ist der Atomkern aufgebaut?</i> (ca. 4 Ustd.)	die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7), aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3).	Modellversuch mit Magneten und Münzen zum Atomkern [5]: <ul style="list-style-type: none"> • Erklärung von positiv geladenen Protonen und neutralen Neutronen als Nukleonen, die die Masse eines Atoms bilden • Einführung der Massenzahl und der Ordnungszahl mit Verweis auf das PSE (Erklärung von Isotopen → Physik UV 10.3) Alternativ kann auch das Gruppenpuzzle zum Atombau eingesetzt werden.

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Übungen zur Ermittlung der Protonen- und Neutronenzahl [6]</p> <p>Mögliche Differenzierung: Simulation radioaktiver Zerfall und Halbwertszeit [7] (z. B. Altersbestimmung mithilfe der Radiocarbonmethode [8])</p>
<p><i>Wie ist die Atomhülle aufgebaut?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7),</p> <p>die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7).</p>	<p>Wiederholen des Kern-Hülle-Modells z. B. auf der Grundlage einer Flash-Animation [3]</p> <p>Schülerinnen und Schüler äußern Ideen, wie die Elektronen in der Hülle angeordnet sein könnten [9], z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> – alle Elektronen befinden sich nah am Kern, da sich unterschiedliche Ladungen anziehen, – die Elektronen bewegen sich um den Kern. <p>Modellexperiment zur Ionisierungsenergie [10]; Einführung des Energiestufen-/Schalenmodells anhand von 2D- und 3D-Schalen [11] mit der Verteilung der Elektronen</p> <p>Überarbeitung des eigenen Ideen-Modells [9] nach den „neuen“ Erkenntnissen (Schalenmodell)</p>
<p><i>Welche Informationen zum Atombau kann man dem PSE entnehmen?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p>aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3).</p>	<p>Zusammentragen der neuen Informationen zu Ordnungszahl, Massenzahl, Schalenmodell und Besetzungsschema</p> <p>Übungen zur Informationsentnahme aus dem PSE mittels</p> <ul style="list-style-type: none"> – Lückentexten – Zeichnen von Modellen – Vervollständigen von Tabellen (Möglichkeit zur Binnendifferenzierung) [9] <p>Aufbau des PSE: Hauptgruppen und Perioden; Zusammenhang mit Elektronenkonfiguration, Valenz-/Außenelektronenzahl [12]</p> <p>Anmerkung: Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Unterrichtsvorhaben dem Wechselspiel von Modell- und Fachwissen zu. [4]</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche typischen Eigenschaften haben Alkalimetalle, Halogene und Edelgase?</i></p> <p>(ca. 9 Ustd.)</p>	<p>Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF1),</p> <p>physikalische und chemische Eigenschaften von Alkalimetallen, Halogenen und Edelgasen mithilfe ihrer Stellung im Periodensystem begründet vorhersagen (E3),</p>	<p>Überleitende Fragestellung: „Schlägt sich die festgestellte Regelmäßigkeit im Aufbau der Atome auch im Reaktionsverhalten und den Eigenschaften der Stoffe nieder?“</p> <p>Demonstrationsexperiment: Natrium in Wasser mit Phenolphthalein („Pink Panther“) [13]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wiederholung: Nachweis von Wasserstoff, Färbung von Phenolphthalein durch die entstandene Lauge phänomenologisch betrachtet - Wiederholung der Kennzeichen chemischer Reaktionen möglich ← 7.2 Chemische Reaktionen in unserer Umwelt <p>Lernzirkel/Gruppenpuzzle zum Reaktionsverhalten, Vorkommen, zu den Eigenschaften und der Verwendung ausgewählter Alkalimetalle, Halogene und Edelgase (z. B. Lithium, Natrium, Brom, Iod, Argon, Helium): Demo-/Schülerexperimente zur Beobachtung des Reaktionsverhaltens:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lithium in Wasser mit Phenolphthalein - Knallgasprobe - Flammenfärbung - Salzbildung von Magnesium mit Bromwasser/Iodwasser - Halogenidnachweis mit Silbernitratlösung - Edelgase als Inertgase <p>Notieren der Eigenschaften und des Reaktionsverhaltens von einzelnen Elementen auf „Puzzlezetteln“, Feststellen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden durch Vergleich.</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		alternativ: Einsatz von vorgefertigten Elementkarten [14] Mögliche Differenzierung: <ul style="list-style-type: none"> - Erweiterung um die Erdalkalimetalle und die Chalkogene - Information über die Verwendung der Elemente mit Hilfe von Textkarten
<i>Wie kann man die untersuchten Elemente sortieren?</i> (ca. 2 Ustd.)	chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3).	Zusammenlegen der Puzzleteile nach den untersuchten Eigenschaften und Integration in das eigene PSE Gemeinsamkeit der Elemente der jeweiligen Hauptgruppe: ähnliches Reaktionsverhalten und ähnliche Eigenschaften aufgrund der gleichen Elektronenkonfiguration in der Valenzschale
<i>Welches Element ist für unseren Konsum aktuell besonders bedeutsam?</i> (ca. 4 UStd.)	vor dem Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit eines chemischen Elements bzw. seiner Verbindungen Handlungsoptionen für ein ressourcenschonendes Konsumverhalten entwickeln (B3).	Ausgewähltes Element: Lithium Textkarte Lithium: In welchen Gegenständen des Alltags steckt Lithium? Problemaufriss: Wie kann man den Werkstoff Lithium gewinnen? [15], [16], [17] in Gruppenarbeit in Form von Plakaten darstellen Diskussion des Konsumverhaltens von Alltagsprodukten, die Lithium enthalten Anmerkung: Auch folgende weitere aktuell bedeutsame Elemente können statt Lithium thematisiert werden: z. B. Phosphor, Magnesium und Silicium [18]

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.uni-flensburg.de/storytelling/geschichten/faecher/physik/der-lehrer-und-die-atome/	Diese Website bietet zum einen eine fundierte Einführung in die Methode des Storytellings. Zum anderen lassen sich Beispiele zu Dalton, Lavoisier oder Rutherford downloaden.
2	https://www.leifiphysik.de/atomphysik/quantenmech-atommodell/ausblick/rastertunnelmikroskop	Auf dieser Website findet man Bilder von Atomen, die mithilfe des Rastertunnelmikroskops aufgenommen wurden und in die eigene Story integriert werden können.
3	http://www.chemie-interaktiv.net/html_flash/ff_rutherford.html http://www.kappenberg.com/experiments/ureihe/pdf-aka11/u09.pdf	Flash-Animation zum Rutherfordschen Streuversuch Unter 2c findet man in dem pdf-Dokument eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Rutherfordschen Streuversuchs. Des Weiteren findet man einen Link zu einem Streuversuchs (V03a) und einen Link zu einem Quiz zum Streuversuch, der sowohl auf Android, als auch IOS und Windows funktioniert.
4	van Vorst, H. (2018). Zum Bohr'schen Atomkonzept mit der Lernleiter. Ein Ansatz zur Unterrichtsstrukturierung und Differenzierung. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, 71(5), S. 317–324.	Die Sequenzen dieses Unterrichtsvorhabens zum Atombau können auch in der Form der Lernleiter Atombau unterrichtet werden. Mit der Lernleiter Atombau wird neben der Vermittlung des Fachwissens ein weiterer Schwerpunkt auf die Erweiterung der Modellbildungskompetenz gelegt.
5	http://www.thomas-wilhelm.net/klausur/Modelle+Radioaktivitaet.pdf	Auf Seite 4 findet man die Beschreibung des Modellversuchs „Magnete und Muttern“ zur Erklärung der Ladung im Atomkern. Statt Muttern können auch 1-Cent-Münzen verwendet werden.
6	http://www.chemieunterricht-interaktiv.de/aufgaben.html http://www.chemieunterricht-interaktiv.de/aufgaben/atombau_pse/start_atombau.html http://www.meingrundwissen.de/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=85	Mit diesen Multiple-Choice-Aufgaben, Lückentext- und Ergänzungsaufgaben zum Atombau und zum PSE können die SuS auch selbstständig online ihr Wissen zum Atombau testen.
7	https://www.cornelsen.de/sites/medienelemente/cms/mel_xslt_gen/progs/html/mels/mel_361008_1.html https://www.steffen-haschler.de/schule/2008-09-ei-10a/simulation-wurf.pdf	Mithilfe des Flashplayers kann der radioaktive Zerfall eines fiktiven Elements mit 300 Kernen simuliert werden. Die Abläufe des Zerfalls können durch die Veränderung der vergebenen Parameter beeinflusst werden. Eine Zerfallskurve kann im Anschluss angezeigt werden. Die Seite von Haschler beinhaltet eine Anleitung für ein Würfelspiel, um

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		den radioaktive Zerfall zu simulieren.
8	https://phet.colorado.edu/de/simulation/radioactive-dating-game	Auf dieser Website kann eine interaktive Lernumgebung auf Java-Basis zur Radiocarbonmethode heruntergeladen werden. So können die SuS z. B. die C14-Datierung kennenlernen und erklären, wie Zerfall und Halbwertszeit eine radiometrische Datierung ermöglichen.
9	http://www.lte.lu/chimie/9ST_2009/Cours/05atom/atom/atom.htm	Auf dieser Website findet man eine Vorlage zur Entwicklung eines eigenen Elektronenverteilungsmodells
10	https://www.chemie.schule/k10/k10ab/ionisierungsvorgang.htm	Arbeitsblatt mit Lückentext zur Ionisierungsenergie und angegebenen Lösungswörtern.
11	http://www.lte.lu/chimie/10TG_2012/7/730.htm	Auf dieser Website finden sich Beispiele für 2D- und 3D-Darstellungen des Schalenmodells.
12	https://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb4/3_ueben2/a44/	Diese Website enthält handlungsorientiertes Übungsmaterial zum PSE und zur Elektronenkonfiguration verschiedener Hauptgruppenelemente zum Download als Word-Dokument.
13	http://www.experimentalchemie.de/versuch-041.htm	Diese Datei beinhaltet eine Vorschrift für den Versuch „Natrium und Wasser – Pink Panther“ und ein Video des Versuchs. (Hinweis: Die gezeigten Piktogramme und die Angaben zu den Gefahrstoffen sind nicht aktuell. Es muss eine erneute Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden.)
14	http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Teilchen/STADElementeK19/Elemente/Gruppenrallye.pdf	Diese Datei beinhaltet die vorgefertigten Puzzlekarten zu ausgewählten Hauptgruppenelementen.
15	https://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article8090255/So-wertvoll-ist-das-leichteste-Metall-der-Erde.html	Merkel beschreibt in diesem Artikel die Vorkommen von Lithium. Dabei stellt er heraus, dass Lithiumverbindungen auf der Erde nicht selten sind und begründet mithilfe der Elektronenkonfiguration des Lithiums und seinem daraus resultierenden Reaktionsverhalten, warum Lithium auf der Erde nicht elementar vorkommt. Der Abbau von Lithium ist aufgrund dessen aufwändig.
16	https://www.zdf.de/nachrichten/heute/scheinbar-saubere-elektromobilitaet-100.html	In der ZDF-Dokumentation werden Umweltprobleme und widrige Arbeitsbedingungen beim Lithiumabbau in Chile dargestellt.

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
17	https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/duesenfeld-batterie-recycling-von-elektroautos/	<p>Mit Bildern und einem Kurzfilm wird auf der Website von Auto-Motor-Sport eine umweltfreundliche Recycling-Methode von Elektroautobatterien vorgestellt.</p>
18	<p>European Commission. Study on the review of the list of Critical Raw Materials. (2017). https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7345e3e8-98fc-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en</p>	<p>In dieser Studie der europäischen Union werden alle bezüglich ihrer Verfügbarkeit derzeit kritischen Rohstoffe dargestellt.</p>

UV 9.1: Die Welt der Mineralien (ca. 22 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften der Salze anhand ihres Aufbaus erklären?</i></p>	<p>IF6: Salze und Ionen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ionenbindung: Anionen, Kationen, Ionengitter, Ionenbildung – Eigenschaften von Ionenverbindungen: Kristalle, Leitfähigkeit von Salzschnmelzen/-lösungen – Gehaltsangaben – Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung 	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten <p>UF2 Auswahl und Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> • zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen <p>E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwickeln von Gesetzen und Regeln <p>B1 Fakten und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifizieren naturwissenschaftlicher Sachverhalte und Zusammenhänge
<p>weitere Vereinbarungen</p> <p>... zur Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atombau: Elektronenkonfiguration ← UV 8.1 • Anbahnung der Elektronenübertragungsreaktionen → UV 9.2 • Ionen in sauren und alkalischen Lösungen → UV 10.2 <p>... zu Synergien:</p> <p>Elektrische Ladungen → Physik UV 9.6</p> <p>... zur Einbindung der Ziele der Verbraucherbildung (VB) NRW:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Schülerinnen und Schüler können unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren. (VB B, Z3) 		

... zur Einbindung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW:

- **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen (MKR 2.1, 2.2, Spalte 4, insbesondere 4.3)**
 - 2.2 Themenrelevante Informationen und Daten aus Medienangeboten filtern, strukturieren, umwandeln und aufbereiten – Erklärvideos, Podcasts, YouTube usw. zum Thema Ionen/Ionenverbindungen
 - 4.3 Quelledokumentation: Standards der Quellenangaben beim Produzieren und Präsentieren von eigenen und fremden Inhalten kennen und anwenden.

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Salze?</i> (ca. 1 Ustd.)</p>	<p>ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1).</p>	<p>Kontext: Wunderschöne Salzkristalle – den Eigenschaften und dem Aufbau von Salzen auf der Spur</p> <p>Wir züchten Salzkristalle und untersuchen sie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Züchten von Salzkristallen (Kochsalz, Alaun, Kupfersulfatpentahydrat) - fakultativ: Erstellen eines Zeitraffervideos - Beschreibung von Form und Farbe anhand gegebener Kristalle aus der Sammlung
<p><i>Warum leiten eine Kochsalzschmelze und eine Kochsalzlösung den elektrischen Strom, Kochsalz als Kristall aber nicht?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich der elektrischen Leitfähigkeit eines Kochsalzkristalls und einer Kochsalzschmelze <p>Lehrerdemonstrationsexperiment zur Leitfähigkeit eines Salzkristalls und seiner Schmelze [1]</p> <p>Entwicklung der Fragestellung: „Wie kann die gute Leitfähigkeit der Kochsalzschmelze erklärt werden?“</p> <p>Erklärung der Leitfähigkeit durch das Vorhandensein beweglicher, elektrisch geladener Teilchen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Postulieren des Vorhandenseins geladener Teilchen - Einführung des Ionenbegriffs <p>Aufwerfen der Fragestellung: Leitet eine Kochsalzlösung den elektrischen Strom?</p> <p>experimentelle Messung der Leitfähigkeit von destilliertem Wasser und einer Kochsalzlösung mithilfe einer einfachen Apparatur mit Glühlampe</p> <p>Vertiefungsaufgabe: Enthält Leitungswasser Ionen?</p> <p>Überprüfungsexperiment</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie sind Kochsalzkristalle aufgebaut?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2).</p>	<p>Entwicklung der Fragestellung: „Wie werden Ionen gebildet?“</p> <p>Erarbeitung der Ionenbildung und -bindung auch unter energetischen Aspekten am Beispiel der Kochsalzsynthese (Lernaufgabe) mithilfe von Videos (Herstellung von Natriumchlorid im Experiment) und Animationen (Vorgänge auf Teilchenebene [2, 3])</p> <ul style="list-style-type: none"> - sprachensible Unterstützung der Unterscheidung von Beobachtung auf der Stoffebene und Deutung sowohl auf Stoff- als auch auf Teilchenebene - Erklärung der Ionenbildung unter Verwendung des Schalenmodells und des Begriffs der „Edelgaskonfiguration“ - Entstehen eines Ionengitters (Ionenbindung) - Aufstellen der Wortgleichungen <p>mögliche Differenzierung (Förderung leistungsstarker Schülerinnen und Schüler): vereinfachter Born-Haber-Kreislauf [4, 5]</p>
<p><i>Wie lassen sich die Eigenschaften von Salzen durch ihren Aufbau erklären?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1).</p>	<p>Untersuchung der selbstgezüchteten Kristalle</p> <p>Struktur bestimmt Eigenschaft: Das Ionengitter wird zur Erklärung weiterer Eigenschaften wie Sprödigkeit (im Vergleich zur Formbarkeit der Metalle), Härte und Schmelzpunkt herangezogen.</p> <p>Durchführen und Erklären von Experimenten zu den Eigenschaften und dem Aufbau von Salzkristallen in Kleingruppen, ggf. als Lernzirkel (Härte und Sprödigkeit von Salzkristallen, Schmelztemperaturen) [6, 7]</p>
<p><i>Wie kommen unterschiedliche Verhältnisformeln für</i></p>	<p>an einem Beispiel das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse erklären und eine chemische</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Massenverhältnisses von Magnesiumoxid durch Verbrennung von Magnesium

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>verschiedene Salze zustande?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Verhältnisformel herleiten (E6, E7, K1), an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2).</p>	<p>in Sauerstoff in einer geschlossenen Apparatur im Lehrerexperiment [8]</p> <ul style="list-style-type: none"> - ermittelte Verhältnisformel Magnesiumoxid bestätigt abgeleitete Aussagen zur Elektronenkonfiguration der Außenschale und den Aufbau des PSE - Problematisierung der Ableitung von Verhältnisformeln von Salzen mit Nebengruppenelementen - experimentelle Bestimmung von Verhältnisformeln solcher salzartigen Verbindungen exemplarisch am Bsp. von Silberoxid [9, 10] <p>Übung: Aufstellen von Verhältnisformeln</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ableitung von Verhältnisformeln von Salzen aus Hauptgruppenelementen und zusätzliche Übungen [11]
<p><i>Wieviel Salz ist gut für uns und die Umwelt?</i> (ca. 6 UStd)</p>	<p>den Gehalt von Salzen in einer Lösung durch Eindampfen ermitteln (E4), unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).</p>	<p>Kontext: Bewusste Ernährung</p> <p>Schülerinnen und Schüler prüfen ausgehend vom Barcode mit einer App Lebensmittel auf ihre Zusammensetzung und problematisieren die daraus abgeleitete Bewertung hinsichtlich ihrer Einstufung als „gesundes“ oder „ungesundes“ Lebensmittel [12].</p> <p>Wieviel ist drin? - Bestimmung des Gesamtsalzgehaltes in verschiedenen Lebensmitteln, z.B. Mineralwasserproben</p> <p>Kritische Reflexion der Aussage von Apps hinsichtlich der undifferenzierten Aussage zum Salzgehalt am Beispiel verschiedener Mineralwässer</p> <p>Wieviel ist zuviel? - Kritische Auseinandersetzung durch arbeitsteilige Erarbeitung verschiedener Aspekte im Themenfeld „Salze und Gesundheit“ mit anschließender Plakatpräsentation auf einer fiktiven Gesundheitsmesse, z.B. Fluorid in der Zahnpasta, Verzehr von jodiertem</p>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Speisesalz [13], Empfehlungen bestimmter Mineralwassersorten, Ratgeber zu salzarter Ernährung [14, 15]</p> <p>Ist Salzstreuen im Winter alternativlos?</p> <p>Durchführung eines Experiments zur phänomenologischen Reproduktion der Gefrierpunktserniedrigung [16]</p> <p>Podiumsdiskussion zum Einsatz von Streusalz vor verschiedenen öffentlichen Einrichtungen und verschiedenen Schnellstraßen auf der Grundlage einer angeleiteten Recherche zu Vor- und Nachteilen des Streuens mit Salz</p> <p>Mögliche Vertiefung: Überprüfung von populärwissenschaftlichen Texten und Werbungen hinsichtlich fachlich richtiger Aussagen zu Salzen. [17, 18, 19]</p>

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.experimentas.de/experiments/view/2505	Ein Halitkristall (erhältlich bspw. in Reformhäusern) wird zwischen zwei Eisennägeln eingespannt und die Leitfähigkeit gemessen. Unter dem Kristall wird der Bunsenbrenner positioniert. Bei einsetzendem Schmelzen setzt die Leitfähigkeit ein und steigt allmählich.
2	https://www.chemie-interaktiv.net/flashfilme.htm#nacl_synthese_anim	Chemie-Didaktik der Universität Wuppertal: Flashanimationen zur Kochsalzsynthese (Videoclips zum Experiment, Animationen zur Ionenbildung und Kristallbildung, Aufstellen von Reaktionsgleichungen)
3	http://www.chemieunterricht.de/dc2/nacl/experim.htm	Prof. Blumes Bildungsserver: Rund ums Kochsalz; Experimente zu den Stoffeigenschaften von Kochsalz mit Hintergrundinformationen
4	http://www.u-helmich.de/che/0809/04-Ionen/Ionenbindung-04.html	Zur Förderung leistungsstarker Schülerinnen und Schüler kann vertiefend die Darstellung zur energetischen Betrachtung der Natriumchloridsynthese nach Helmich individuell erarbeitet und referiert werden.
5	https://www.chemie.schule/k10/k10ab/born_haber_kp.htm	Das Arbeitsblatt thematisiert auf einfachem Niveau den Born-Haber-Kreisprozess. Der Lückentext hilft, die Gitterbildung noch einmal zu rekapitulieren und erlaubt die Berechnung der Gitterenergie aus den einzelnen Teilenergien. Zusätzlich eingeführte Fachbegriffe wie z.B. die Dissoziationsenthalpie sind aus dem Text heraus selbsterklärend. Der Enthalpiebegriff wird vereinfacht mit dem Begriff der Reaktionswärme erklärt.
6	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/bs/6bg/6bg1/lpe_6_ionen_und_salze/eigenschaften_von_salzen/	Bildungsserver Baden-Württemberg: Experimente zu den Stoffeigenschaften von Kochsalz (Arbeitsblätter mit Lösungen)
7	www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernbox%20Salze.pdf	Umfangreiche Lernbox zum Thema Eigenschaften Herstellung und Verwendung von Salzen mit Fachtexten, Diagrammen und Tabellen, Rechercheaufgaben und Experimenten, die individuell und für die

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		Klasse zusammengestellt werden können.
8	https://www.ld-didactic.de/documents/de-DE/EXP/C/C1/C1221_d.pdf	Experimentiervorschrift für die Synthese von Magnesiumoxid in einer geschlossenen Apparatur zur Ableitung der Verhältnisformel und Bestätigung des Gesetzes der konstanten Massenverhältnisse
9	http://www.teachershelper.de/experiments/c-quantan/pdf/c10.pdf	Homepage des Arbeitskreises Kappenberg: quantitative Thermolyse von Silberoxid und Bestimmung der Verhältnisformel von Silberoxid
10	http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/10_09.htm	Prof. Blumes Bildungsserver: quantitative Thermolyse von Silberoxid und Bestimmung der Verhältnisformel von Silberoxid
11	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2004/fb4/4_w2/2_format/m108/ https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2004/fb4/3_ueben2/a74/	Bildungsserver Baden-Württemberg: Übungsaufgaben zur Bestimmung von Ladungszahlen von Ionen und Verhältnisformeln
12	https://www.codecheck.info/	Diese App liest den Barcode von Lebensmitteln ein und geben daraufhin Auskunft über den Fett-, Zucker- und Salzgehalt von Lebensmitteln.
13	https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Jodsalz	Auf dieser Seite finden sich zahlreiche Informationen zum Thema „jodiertes Kochsalz“.
14	Broschüre: Richtig trinken im Sport http://www.mineralwasser.com/nc/publikationen.html#gallery-details-11	Ausführliche Informationen zu Wasser im menschlichen Körper. Diese kostenlose Broschüre informiert über die Zusammensetzung und die Funktion von Schweiß, Mineralstoffe und ihre Funktion, Sportgetränke und gibt Trinkempfehlungen für Sportler

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
14	https://www.assmann-stiftung.de/wp-content/uploads/2013/09/Vitamine-Mineralstoffe-Spurenelemente.pdf	Übersichtstabelle wichtiger Mineralstoffe: täglicher Bedarf, Funktion, Vorkommen, Mangelerscheinungen
16	http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-sa02.htm	Prof. Blumes Bildungsserver: Versuchsbeschreibung zur Durchführung von Messungen zur Gefrierpunktserniedrigung
17	https://www.runnersworld.de/sport-wettkampf-ernaehrung/elektrolytgetraenke-im-test/	Artikel zu „Elektrolytgetränke im Test“; starke Fokussierung auf die Mineralstoffe, die dem Körper zugeführt werden müssen; fachsprachliche Fehler (keine Unterscheidung zwischen Metallen und Salzen, keine Angabe von Ionen)
18	http://www.gesundheits-lexikon.com/Ernaehrung-Diaeten/Sport-und-Ernaehrung/Leistungssport-Geeignete-Getraenke.html	Ausführliche und fundierte Informationen zu geeigneten Getränken beim Leistungssport mit besonderer Berücksichtigung der Mineralstoffe; z. T. wird auch auf die Funktionen der verschiedenen Ionen eingegangen; auch hier fachsprachliche Fehler (s. o.)
19	https://www.hdsports.de/ernaehrung/17-sportgetraenke-im-test?start=3	Testbericht zu 17 Sportgetränken; u. a. auch eine ausführliche Angabe der enthaltenen Salze mit Bewertung; fachsprachliche Fehler s. o.

UV 9.2: Energie aus chemischen Reaktionen (ca. 16 Ustd.)

<ul style="list-style-type: none"> • Fragestellung 	<ul style="list-style-type: none"> • Inhaltsfeld • Inhaltliche Schwerpunkte 	<ul style="list-style-type: none"> • Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie lässt sich die Übertragung von Elektronen nutzbar machen?</i></p>	<p>IF7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen – Oxidation, Reduktion – Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle – Elektrolyse 	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläutern chemischer Reaktionen und Beschreiben der Grundelemente chemischer Verfahren <p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einordnen chemischer Sachverhalte <p>UF4 Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vernetzen naturwissenschaftlicher Konzepte <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> • hypothesengeleitetes Planen von Experimenten <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlegen und Durchführen einer Versuchsreihe <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verwenden von Modellen als Mittel zur Erklärung <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> • begründetes Auswählen von Maßnahmen
<p>weitere Vereinbarungen</p> <p>... zur Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Symbolschreibweise wird mittels Formulierungshilfen zu den Vorgängen auf der submikroskopischen Ebene sprachsensibel gestaltet. <p>... zur Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragung ← UV 9.1 Salze und Ionen • Übungen zum Aufstellen von Reaktionsgleichungen ← UV 9.1 Salze und Ionen 		

- Thematisierung des Aufbaus und der Funktionsweise komplexerer Batterien und anderer Energiequellen → GK Q1 UV 3

... zu Synergien

- funktionales Thematisieren der Metallbindung ← Physik UV 9.6

... zur Einbindung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW:

- **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen (MKR 2.1, 2.2, Spalte 4, insbesondere 4.3)**

- (4.3) **Quellendokumentation: Standards der Quellenangaben beim Produzieren und Präsentieren von eigenen und fremden Inhalten kennen und anwenden.**

Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden (MKR Spalte 4, insbesondere 4.1, 4.2)

- (4.1) **Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren**
- (4.2) **Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen.**
- **Sie können Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (MKR 1.2)**

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Wie funktioniert eine Batterie? (ca. 8 Ustd.)</p>	<p>die Abgabe von Elektronen als Oxidation einordnen (UF3),</p> <p>die Aufnahme von Elektronen als Reduktion einordnen (UF3),</p> <p>Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (UF1),</p> <p>Experimente planen, die eine Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme erlauben und diese sachgerecht durchführen (E3, E4),</p> <p>die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie und umgekehrt erläutern (UF2, UF4),</p> <p>Elektronenübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Prinzips modellhaft erklären (E6),</p> <p>den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1).</p>	<p>möglicher Kontext: Chemie macht mobil – die Entwicklung mobiler Energieträger (Einstieg über handelsübliche Batterien)</p> <p>Entwicklung der Fragestellungen: Wie ist eine Batterie aufgebaut und wie funktioniert sie? - Betrachtung des Querschnitts einer Zink-Luft-Knopfzelle</p> <p>Demonstrationsexperiment: Eisennagel in Kupfersulfatlösung</p> <p>Auswertung des Versuchs auf makroskopischer und submikroskopischer und symbolischer Ebene</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deuten des Experiments - Betrachtung der Vorgänge auf submikroskopischer Ebene, unterstützt durch eine Animation [1] - Aufstellen der Teilgleichungen und Einführung der Oxidation als Abgabe von Elektronen und Reduktion als Aufnahme von Elektronen <p>„Wer gibt ab, wer nimmt auf?“ - Durchführung von Experimenten zur Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme (Oxidationsreihe) [2]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erklärung der Beobachtungen mithilfe des Donator-Akzeptor-Prinzips als Aufnahme und Abgabe von Elektronen

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<ul style="list-style-type: none"> - Veranschaulichung der Elektronenübergänge mit Hilfe digitaler Animationen, z. B. [3] - Übung: Aufstellen der entsprechenden Teilgleichungen und der jeweiligen Redoxreaktion <p>Entwicklung der Fragestellung: Wie lässt sich die Elektronenübertragung nutzbar machen? [4]</p> <p>Hinführung zum Daniell-Element (ggf. historische Betrachtung der ersten einsatzfähigen Batterien) [5]</p> <p>Durchführung als Schülerexperiment</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deutung der Vorgänge auf submikroskopischer Ebene (ggf. Thematisieren der Metallbindung) [6] <p>mögliche Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Egg-Race: Wer baut das stärkste Galvanische Element? - Transfer der Erkenntnisse auf das Volta-Element [7] <p>Energie aus der Luft? - Erarbeitung der Funktionsweise einer Zink-Luft-Knopfzelle hinsichtlich der Elektronenübergänge</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie kann elektrische Energie mit chemischen Reaktionen gespeichert werden?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie und umgekehrt erläutern (UF2, UF4),</p> <p>den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1),</p> <p>Kriterien für den Gebrauch unterschiedlicher elektrochemischer Energiequellen im Alltag reflektieren (B2, B3, K2).</p>	<p>Batterie oder Akkumulator?</p> <p>Entwicklung der Fragestellung: Welche chemischen Vorgänge laufen im Akkumulator ab?</p> <p>Demonstrationsexperiment: Elektrolyse einer Zinkiodidlösung [8,9]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deutung der Beobachtungen auf makroskopischer Ebene - Erläuterung der Vorgänge bei der Elektrolyse durch Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragungsreaktion <p>Umkehrung der Elektrolyse der Zinkiodidlösung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Messung der Stromstärke - Betreiben eines kleinen Motors <p>Aufstellen der Teilgleichungen und der gesamten Redoxreaktionen und Erklärung der Funktionsweise eines Akkumulators [10,11]</p> <p>Abgrenzung der Begriffe Batterie und Akkumulator, z. B. „Autobatterie“ unter Rückgriff auf alltagssprachliche Texte oder Werbung</p> <p>mögliche Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Galvanisieren [12] - „Autobatterie“

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>„Saubere Autos?“ – Brennstoffzelle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einstieg mit einer Sachgeschichte der Sendung mit der Maus [13] - Demonstrationsversuch mit einem Brennstoffzellenmodellauto (Hydrocar) - Erarbeitung der Vorgänge auf der submikroskopischen Ebene [14, 15] - Zur Vertiefung: Maxwissen Video zur Brennstoffzelle und Elektrolyse [16] <p>Vergleich der Verwendung von Batterien und Akkumulatoren unter Aspekten der nachhaltigen Nutzung mobiler Energieträger</p>

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/fileadmin/Chemie/chemiedidaktik/files/html5_animations/rp-schmitz/reaktion_eisennagel-kupfersulfat/eisennagel-kupfersulfat-loesung.html	Animation, die die Vorgänge auf der submikroskopischen Ebene anschaulich darstellt.
2	Wißner, Oliver: Die Spannungsreihe der Metalle. Abgestufte Lernhilfen bei der Planung, Durchführung und Auswertung einer Experimentierreihe. In: NiUC 142 (2014) 25, S.32-37.	Der Artikel stellt ein problemorientiertes Arbeitsblatt inklusive gestufte Hilfen zur Verfügung.
3	https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm	Auf dieser Seite finden sich mehrere Flash-Animationen, die das Daniell-Element und den Aufbau und die Funktionsweise weiterer Galvanischer Elemente darstellen sowie eine Messanordnung interaktiv vornehmen lassen. Ebenso ist eine interaktive Übung zum Galvanischen Element gegeben.
4	Brand, B.-H.: Von der Redox-Reaktion zum galvanischen Element. Das Daniellelement – Grundlage für ein tieferes Verständnis elektrochemischer Stromerzeugung. In: PdNChidS 2 (2015) 64, S.36-41.	Dieser Artikel schildert einen Versuchsgang, der die Schülerinnen und Schüler das Daniell-Element ausgehend von der Redoxreaktion zwischen elementarem Zink und einer Kupfersulfatlösung selbstständig entwickeln lässt. Der Artikel enthält darüber hinaus viele anschauliche Darstellungen antizipierter Schülerlösungsansätze.
5	http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/daniell_element/daniel_element.htm	Aufbau, Entstehung der Spannung und des Stromflusses werden auf einfachem Niveau erklärt.
6	https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm	Mit Hilfe ausgewählter Animationen auf dieser Seite kann die aus dem Physikunterricht ggf. bekannte metallische Bindung bei Bedarf nochmals wiederholt werden.
7	https://www.planet-schule.de/wissenspool/meilensteine-der-naturwissenschaft-und-technik/inhalt/unterricht/elektrizitaet/alessandro-volta-und-die-batterie.html#1	Hintergrundinformationen zum Leben Alessandro Voltas und der Erfindung der Batterie sowie Arbeitsmaterialien zur Funktionsweise einer Zink-Kohle-Batterie und dem Aufbau einer Volta-Säule

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
8	https://www.chemie.schule/k10/k10ab/elektrolyse_zni.htm	Versuchsanleitung inklusive Arbeitsblatt zur Elektrolyse einer Zink-Iodid-Lösung mit Lückentext, Hypothesenbewertung und Thematisierung weiterführender Fragestellungen.
9	http://dozenten.alp.dillingen.de/2.2/images/Errata/07_MeS_Synthese_und_Elektrolyse_von_Zinkiodid_Han-korr.pdf	Experimentieranleitung im Kleinmaßstab zur Schülerübung geeignet.
10	http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-587.pdf	Versuchsanleitung zum Zink-Iod-Akkumulator
11	http://www.kappenberg.com/experiments/pot/pdf-aka11/e03a.pdf	Im Anschluss an die Versuchsbeschreibung findet sich ein Arbeitsblatt, auf dem die Vorgänge auf submikroskopischer Ebene eingezeichnet werden können.
12	https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm	Animation zum Galvanisieren
13	https://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/brennstoffzelle.php5	Auf sehr einfachem Niveau geht es hier um eine erste Annäherung an das Thema alternative Treibstoffe.
14	Nickel, Heike: Die Brennstoffzelle als Modell. Veranschaulichung der Vorgänge in einer Brennstoffzelle. In: NiUCh 146 (2015) 26, S.45-47.	Der Artikel liefert eine Anleitung für den Selbstbau eines Demonstrationsmodells, das gegenüber der filmischen Darstellung eine behutsamere Einführung in die komplexen Vorgänge der Brennstoffzelle erlaubt. Hilfreich ist zudem die tabellarische Gegenüberstellung von Modell und Realität, die auch von den Lernenden selbst vorgenommen, also als Arbeitsblatt eingereicht werden kann.
15	https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/3936?print=yes	Aus der 16. Ausgabe des <i>Techmax</i> mit dem Titel „Knallgas unter Kontrolle – Brennstoffzellen für den breiten Einsatz fit gemacht“ lassen sich durch Kürzung Informationen zusammenstellen, die auf die Sekundarstufe I zugeschnitten werden können.
16	https://www.max-wissen.de/164804/Brennstoffzelle_2	Das Video erklärt zu Beginn nochmals die Redoxreaktion als

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		<p>Elektronenübertragungsreaktion am Beispiel der Bildung von Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff. Im Anschluss werden die Vorgänge in einer Brennstoffzelle modellhaft und adressatengerecht erklärt. Die abschließende Erklärung der Gewinnung von Wasserstoff aus Wasser durch Elektrolyse mittels erneuerbarer Energien, hier Windkraft, gibt einen Hinweis darauf, wie eine nachhaltige Energieversorgung aussehen könnte, ohne hier schon damit verbundene Schwierigkeiten aufzuzeigen.</p>

UV 9.3: Gase in unserer Atmosphäre (ca. 12 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Welche Gase befinden sich in der Atmosphäre und wie sind deren Moleküle bzw. Atome aufgebaut?</i></p>	<p>IF8: Molekülverbindungen</p> <ul style="list-style-type: none"> – unpolare und polare Elektronenpaarbindung – Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen 	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • fachsprachlich angemessenes Darstellen chemischen Wissens • Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen <p>K1 Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verwenden fachtypischer Darstellungsformen <p>K3 Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verwenden digitaler Medien • Präsentieren chemischer Sachverhalte unter Verwendung fachtypischer Darstellungsformen
<p>weitere Vereinbarungen</p> <p>... zur Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung kleiner Moleküle auch mit der Software Chemskech <p>... zur Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atombau: Elektronenkonfiguration ← UV 8.1 • polare Elektronenpaarbindung → UV 10.1 • ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie → UV 10.5 <p>... zur Einbindung der Ziele der Verbraucherbildung (VB) NRW:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen. (VB Ü, VB D, Z3, Z5)</p>		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche Gase befinden sich in der Atmosphäre und warum sind diese Stoffe gasförmig?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>an ausgewählten Beispielen die Elektronenpaarbindung erläutern (UF1), mithilfe der Lewis-Schreibweise den Aufbau einfacher Moleküle beschreiben (UF1).</p>	<p>Kontext: Gase in unserer Atmosphäre</p> <p>Einstieg: arbeitsteilige Internetrecherche zu Gasen in unserer Umwelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gase in unserer Atmosphäre (O₂, N₂, CO₂, H₂O, Ar) [1] - Gase in der Landwirtschaft (NH₃, CH₄, CO₂) [2] - Gase in Vulkanen (H₂O, CO₂, SO₂, H₂S, HCl, H₂) [3] <p>Sammlung der Rechercheergebnisse; Systematisierung in Elemente und Verbindungen, Bezug zum PSE</p> <p>Ableitung einer Leitfrage:</p> <p>Welche Struktur haben die kleinsten Bausteine (oder besser kleinsten Teilchen?) der Gase</p> <p>Erarbeitung der unpolaren Elektronenpaarbindung am Bsp. Wasserstoff mithilfe von Folienmodellen [4]; Einführung der Lewis-Schreibweise</p> <p>Übertragung des Gelernten auf weitere Gase bzw. deren Moleküle: z. B. HCl, H₂O, NH₃, CH₄, O₂, N₂, Bau der Moleküle mit dem Molekülbaukasten und Darstellung der Moleküle in der Lewis-Schreibweise [4]</p> <p>Beantwortung der Leitfrage</p>
<p><i>Wie ist die räumliche Struktur der Gasmoleküle?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>die räumliche Struktur von Molekülen mit dem Elektronenpaarabstoßungsmodell veranschaulichen (E6, K1), unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (B1, K1, K3).</p>	<p>Ableitung der Leitfrage: Wie lässt sich die räumliche Gestalt der Moleküle erklären?</p> <p>Einführung des Elektronenpaarabstoßungsmodell am Bsp. des Methanmoleküls mithilfe des Luftballonmodells [5]</p> <p>Erklärung der räumlichen Gestalt des Methanmoleküls</p> <p>Darstellung der räumlichen Struktur verschiedener Moleküle der Gase aus der Atmosphäre (s. o.) als Elektronenpaarabstoßungsmodell, Darstellung der</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Moleküle mit Chems sketch [6, 7, 8]; Erklärung der räumlichen Struktur der Moleküle; Vergleich der Darstellungen mit den Molekülmodellen des Baukastens;</p> <p>Alternative: Darstellung der Moleküle und der Molekülgeometrien mithilfe von Simulationen der Universität Colorado [9, 10, 11]</p>

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://bildungsserver.hamburg.de/atmosphaere-und-treibhauseffekt/2068640/atmosphaere-aufbau-artikel/	Unterrichtsmaterial zum Klimawandel mit einem sehr ausführlichen Kapitel zum Aufbau und zur Zusammensetzung der Atmosphäre; gelungene Graphik zur chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre einschließlich diverser Spurengase (darunter z. B. auch Wasserstoff);
2	https://www.rotthalmuenster.de/fileadmin/fotos/PDF-Dateien/sonstiges/Gase_in_der_Landwirtschaft.pdf	Seite der Homepage der Stadt Rotthalmünster; Auflistung von Gasen, die durch Landwirtschaft entstehen
3	https://www.eskp.de/grundlagen/naturgefahren/zusammensetzung-vulkanischer-gase/	Wissensplattform „Erde und Umwelt“ des Forschungsbereichs Erde und Umwelt der Helmholtz-Gemeinschaft (die Plattform wird von acht Helmholtz-Zentren getragen); Information zur Zusammensetzung vulkanischer Gase
4	https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=contentText&action=attempt&courseId=43&unitId=207&contentId=560#content_headline	lebensnaher Chemieunterricht: Folien zur Elektronenpaarbindung am Bsp. des Wasserstoffs; Vorschlag für einen Unterrichtsgang zur Einführung der unpolaren Elektronenpaarbindung; Übungsaufgaben
5	https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=contentText&action=attempt&courseId=43&unitId=207&contentId=657#content_headline	lebensnaher Chemieunterricht: Unterrichtsvorschlag mit Video zur Einführung des Elektronenpaarabstoßungsmodells mithilfe des Luftballonmodells
6	https://chemsketch.de.softonic.com/	kostenloser Download des Moleküleditors ChemsSketch
7	https://www.w-hoelzel.de/images/documents/multimedia/chemsketch/Tutorial%20%20ChemsSketch%20Teil%202_Tutorial.pdf	ausführliches Tutorial zum Moleküleditor ChemsSketch; sehr gute Anleitung zur Zeichnung von Molekülen in unterschiedlichen Darstellungsweisen;
8	https://www.chemie-interaktiv.net/jsmol_viewer_3a.htm	3D-Molekül-Viewer: mit dem Viewer lassen sich fertige Bilder von Molekülmodellen vom Computer oder aus einer Molekülliste auswählen und in verschiedenen Darstellungen (z. B. Kugel-Stab-Modell, Kalottenmodell, Elektronendichteverteilung u. a.) anzeigen;
9	https://phet.colorado.edu/de/simulation/legacy/build-a-molecule	interaktive Simulation eines Moleküleditors zum Bau von Molekülen aus Atomen der Universität Colorado; zum Öffnen der Datei wird ein Java-Ausführungsprogramm benötigt (https://www.dateiendung.com/format/jar);

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
10	https://phet.colorado.edu/de/simulation/molecule-shapes	interaktive Simulation zum Elektronenpaarabstoßungsmodell und zu Molekülgeometrien der Universität Colorado;
11	https://cloud.owncube.com/s/q95TK2nSZdEyaNZ#pdfviewer	Beschreibung der Simulation zum Elektronenpaarabstoßungsmodell und zu Molekülgeometrien der Universität Colorado mit Hinweisen zum Einsatz im Unterricht, Bezügen zum Lehrplan und Links zu Arbeitsmaterialien
	https://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/forschung/chemie-fuers-leben-sek-i/4-kugelwolkenmodell/aufbau-des-kwm/	Seite der Didaktik der Universität Rostock; Downloadmöglichkeit eines kostenlosen interaktiven 3D-Computerprogramms zur Darstellung von Atomen und Molekülen (Ionen) im Kugelwolkenmodell; einfach auch von Schülern zu bedienen; sehr gelungene Darstellung der räumlichen Strukturen der Moleküle
	https://www.kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html	Mithilfe des digitalen Chemiebaukastens können die Moleküle interaktiv gebaut werden. Dieses Programm ist browsergestützt.

UV 9.4: Gase – wichtige Ausgangsstoffe für Industrierohstoffe (ca. 10 Ustd.) (Ammoniaksynthese)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie lassen sich wichtige Rohstoffe aus Gasen synthetisieren?</i></p>	<p>IF8: Molekülverbindungen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Katalysator 	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> • fachsprachlich angemessene Erläutern chemischen Wissens <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • selbständiges Filtern von Informationen und Daten aus digitalen Medienangeboten <p>B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Festlegen von Bewertungskriterien

weitere Vereinbarungen:

... zur Vernetzung:

- Aktivierungsenergie ← UV 7.2
- Treibhauseffekt → UV 10.5

... zur Einbindung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW:

- **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen (MKR 2.1, 2.2, Spalte 4, insbesondere 4.3)**
 - (4.3) Quelldokumentation: Standards der Quellenangaben beim Produzieren und Präsentieren von eigenen und fremden Inhalten kennen und anwenden.
 - (2.2) Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (MKR 2.2)
- **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden (MKR Spalte 4, insbesondere 4.1, 4.2)**
 - (4.1) Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren
 - (4.2) Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen.
 - Sie können unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (MKR 1.2, Spalte 4, insbesondere 4.2)

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie lassen sich Gase zur Synthese neuer Stoffe nutzen?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>die Synthese eines Industrierohstoffs aus Synthesegas (z. B. Methan oder Ammoniak) auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (UF1, UF2),</p> <p>die Wirkungsweise eines Katalysators modellhaft an der Synthese eines Industrierohstoffs erläutern (E6).</p>	<p><i>Kontext:</i> Ammoniak - Lösung für das Problem der Welternährung?</p> <p>problemorientierter Einstieg: Auszug aus einem Artikel der FAZ „Brot und Kriege aus der Luft – 100 Jahre Haber-Bosch-Verfahren“ [1]</p> <p>Sammlung möglicher Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Was ist Ammoniak? - Wie wird Ammoniak hergestellt? - Wozu wird Ammoniak genutzt? - Warum spielt Ammoniak eine Schlüsselrolle für die Welternährung? - <p>Erarbeitung der Ammoniaksynthese des Haber-Bosch-Verfahrens [2] über ein Video [3]; Ableitung der Reaktionsgleichung und der Reaktionsbedingungen für die eigentliche Ammoniaksynthese</p> <p>Bedeutung des Katalysators für die Reaktion: Heterogene Katalyse [4-8]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definition und Bedeutung der Katalyse - Animation zu den Schritten einer heterogenen Katalyse [5,7] - optional bzw. als Differenzierung: weitere Beispiele für Katalysen <p>mögliche Vertiefung: Erarbeitung des gesamten großtechnischen Haber-Bosch-Verfahrens ausgehend von</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		Methan, Wasser und Luft
<p><i>Welche Bedeutung hat Ammoniak für die Welternährung?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2).</p>	<p>Rückbezug zum problemorientierten Einstieg: Warum spielt Ammoniak eine Schlüsselrolle für die Welternährung?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auswertung von Graphiken zur Entwicklung der Weltbevölkerung, der landwirtschaftlichen Nutzfläche und der Ertragssteigerungen durch Kunstdünger [8, 9] - abschließende Beurteilung der Bedeutung der Ammoniaksynthese für die Landwirtschaft <p>„Tank oder Teller“ – Pro- und Contra-Debatte zum Thema „Anbau von Energiepflanzen für Biosprit versus Nahrungsmittelproduktion?“ [10, 11, 12]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Positionierung der Lernenden zur Aussage „Ich bin für den Anbau von Energiepflanzen (z. B. Mais)!“ auf einem Meinungsstrahl oder einer Meinungslinie [13] - arbeitsteilige Internetrecherche zu Pro- und Contra-Argumenten zum Anbau von Energiepflanzen - Austausch der Argumente z. B. als Fishbowl [14] - erneute Positionierung der Lerner auf dem Meinungsstrahl bzw. der Meinungslinie und ggf. Kommentierung von Positionsänderungen <p>Alternativ: Podiumsdiskussion als Rollenspiel [12]</p> <p>mögliche Vertiefung oder Differenzierung: Recherche zu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vor- und Nachteilen synthetischer Dünger [15, 16, 17, 19]; - Bedeutung des Ammoniaks für die Kriegsführung

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>[18; 19]</p> <ul style="list-style-type: none"> - der Person Habers [18, 19, 20]].

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.faz.net/aktuell/wissen/physik-mehr/100-jahre-haber-bosch-verfahren-brot-und-kriege-aus-der-luft-1713668.html	kritischer Rückblick auf die Person Haber und seine Entdeckungen; gekürzt und in Auszügen als Einstieg geeignet;
2	https://docplayer.org/6791801-Lernen-mit-der-basf-die-ammoniaksynthese.html	Informationen zum Ammoniak, zur Ammoniaksynthese (Ausgangsstoffe: Luft, Erdgas) und zur Bedeutung von Ammoniak für die Düngemittelindustrie; erstellt von der BASF; sehr ausführlich und als Information für die Lehrkraft geeignet;
3	https://www.youtube.com/watch?v=AoHJXW-PSQQ	Erklärvideo der BASF für Schülerinnen und Schüler einfaches Erklärvideo zur Ammoniaksynthese, für die Altersstufe geeignet (ohne Aspekte des chemischen Gleichgewichts);
4	„Alles ganz schön oberflächlich – Warum Forscher noch mehr über Katalyse wissen wollen“, TECHMAX Ausgabe 10, Sommer2008 https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5512	umfangreiches Informationsmaterial der Max-Planck-Gesellschaft für Lehrkräfte und Schüler zur Katalyse mit Schwerpunkt auf der heterogenen Katalyse; ausführliche Betrachtung des Autokatalysators und der Katalyse beim Haber-Bosch-Verfahren;
5	https://www.hschickor.de/abioch/15ammonkat.htm	Animation einer heterogenen Katalyse am Bsp. der Ammoniaksynthese; für die Altersstufe geeignet;
6	Katalysatoren – Multitalent Katalysator https://www.youtube.com/watch?v=1LFXYQej8_c	interessantes Überblick-Video der Max-Planck-Society zur Bedeutung und Funktion der Katalyse, sehr gut erklärt und verständlich;
7	http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/10/heterogene_katalyse/teilschritte_der_katalyse/teilschritte_der_katalyse.vlu.html	einfache Flash-Animation zum Ablauf der heterogenen Katalyse; Darstellung aller Teilschritte für eine beliebige Gasreaktion;
8	https://www.iva.de/moderne-landwirtschaft-sichere-versorgung-mit-hochwertigen-lebensmitteln/nahrungsmittel-fuer-die-welt-herausforderung	Informationsseite des Industrieverbands Agrar mit aufgearbeitetem statistischem Datenmaterial zur Entwicklung und Ernährung der Weltbevölkerung und der Bedeutung der Stickstoffdüngung;
9	https://globale-allmende.de/umwelt/biosphaere/nahrungsknappheit	private Homepage eines Chemikers; sehr gut aufgearbeitetes Datenmaterial mit vielen Diagrammen zur Entwicklung der Weltbevölkerung und den einhergehenden Problemen der Ernährung; besonders nützlich: ein Diagramm, das zeigt, welchen Einfluss das Haber-Bosch-Verfahren auf die Weltbevölkerung in den letzten Jahrzehnten hatte;

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
10	https://www.hwwi.org/publikationen/hwwi-insights/hwwi-insights-ausgabe-03-2011/pro-und-kontra-biokraftstoffe.html	Seite des Hamburgischen Weltwirtschaftsinstituts mit einer Übersicht über diverse Pro- und Contra-Argumente zu Biokraftstoffen; alle Argumente sind kurz, verständlich und z. T. mit Datenmaterial dargestellt;
11	https://kkmosambik.de/content/wp-content/uploads/2014/08/unterricht_tank_teller.pdf	sehr umfangreiches Unterrichtsmaterial zu Agrartreibstoffen; der Schwerpunkt bezieht sich auf Mosambik, viele allgemeine Materialien sind jedoch auch ohne Bezug zu Afrika einsetzbar;
12	https://www.welthaus.de/fileadmin/user_upload/Bildung/Downloads/Hunger-durch-wohlstand.pdf	Unterrichtsmaterialien zum Thema „Führt die Produktion von Bioenergien zu Hunger?“ mit Vorschlag für ein Rollenspiel;
13	https://uol.de/fileadmin/user_upload/paedagogik/personen/hilbert.meyer/Meinungslinie2.pdf	Vorstellung der Methode „Meinungslinie“ von Hilbert Meyer
14	https://www.lehrerfreund.de/schule/1s/methoden-kommunikation-fishbowl-kugellager/4098	Vorstellung der Methode „Fishbowl“ mit besonderem Blick auf die Pro- und Contra-Debatte
15	https://www.vci.de/vci/downloads-vci/pflanzenernaehrung-textheft.pdf	Themenheft des FCIs „Informationsserie Pflanzenernährung: Ernährung – Wachstum – Ernte“; enthält umfangreiches Informationsmaterial zu Düngemitteln
16	https://www.vci.de/vci/downloads-vci/pflanzenernaehrung-arbeitsblaetter.pdf	Arbeitsmaterialien zum Themenheft des FCIs „Informationsserie Pflanzenernährung: Ernährung – Wachstum – Ernte“; enthält u. a. Material für ein Rollenspiel zum Thema „Düngen – ja oder nein?“
17	http://www.stickstoffausstellung.de/fileadmin/redakteure/materialien/unterricht/Unterrichtseinheit_Stickstoff.pdf	Beschreibung einer Unterrichtseinheit rund um den Stickstoff mit Schwerpunkt Haber-Bosch-Verfahren und dem daraus hergestellten Mineraldünger; enthält ein Rollenspiel zum Thema Dünger
18	https://www.lehrer-online.de/unterricht/sekundarstufen/naturwissenschaften/chemie/unterrichtseinheit/ue/fritz-haber-genie-oder-voelkermoerder/	WebQuest zu den Personen Fritz Haber und Carl Bosch; thematisiert u. a. die Beteiligung Habers an der Giftgasforschung und die Rolle seiner Frau Clara Immerwahr
19	https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/gesellschaftswissenschaftliche-und-philosophische-faecher/landeskunde-landesgeschichte/module/bp_2016/der-industrialisierte-nationalstaat/wirtschaftliche-und-gesellschaftliche-veraenderungen/brot-und-krieg-fuer-die-welt-carl-bosch-1874-1940-und-die-folgen-der-loesung-des-stickstoff-problems-zu-beginn-des-20-jahrhunderts/materialien.htm	Bildungsserver Baden-Württemberg; Unterrichtsmaterialien und Medien zum Thema „Brot und Krieg für die Welt – Carl Bosch (1874-1940) und die Folgen der „Lösung“ des Stickstoff-Problems zu Beginn des 20. Jahrhunderts“; enthält verschiedene Texte, Bildmaterialien und Arbeitsblätter

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
20	https://www.daserste.de/unterhaltung/film/themenabend-erster-weltkrieg/der-film/index.html	Film über das Leben und Wirken von Clara Immerwahr, der Frau von Fritz Haber; Film im Internet nicht frei verfügbar; Nachfragen zu Bezugsquellen bzw. Streamingmöglichkeiten unter info@daserste.de

UV 10.1: Wasser, mehr als ein Lösemittel (ca. 10 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften des Wassers erklären?</i></p>	<p>IF8 Molekülverbindungen</p> <ul style="list-style-type: none"> – unpolare und polare Elektronenpaarbindung – Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen, Dipolmoleküle – zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Wasserstoffbrücken, Wasser als Lösemittel 	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten <p>E2 Beobachtung und Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trennen von Beobachtung und Deutung <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen
<p>weitere Vereinbarungen</p> <p>... zur Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vergleich verschiedener Darstellungsformen von Wassermolekülen <p>... zur Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atombau: Elektronenkonfiguration ← UV 8.1 • unpolare Elektronenpaarbindung ← UV 9.3 • saure und alkalische Lösungen → UV 10.2 		

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche besonderen Eigenschaften hat Wasser?</i></p> <p><i>Wie lassen sich diese besonderen Eigenschaften erklären?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>typische Eigenschaften von Wasser mithilfe des Dipol-Charakters der Wassermoleküle und der Ausbildung von Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen erläutern (E2, E6),</p> <p>unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (B1, K1, K3).</p>	<p>möglicher Einstieg: Collage mit verschiedenen Bildern, die die besonderen Eigenschaften des Wassers zeigen (z. B. Wasserläufer auf einer Wasseroberfläche, Eisberge, Eiskristalle u. a.)</p> <p>Ableiten einer Leitfrage: Welche weiteren besonderen Eigenschaften hat Wasser?</p> <p>Experiment: Ablenkung des Wasserstrahls im elektrischen Feld</p> <p>Auswertung mit der Erarbeitung des Baus des Wassermoleküls:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wiederholung des räumlichen Baus eines Wassermoleküls mithilfe einer digitalen Animation [1] - Einführung der polaren Bindung und der Elektronegativität - Einführung der Fachbegriffe Dipol <p>Lernzirkel: experimentelle Untersuchung der Stoffeigenschaften von Wasser [2,3] (z. B. Oberflächenspannung, Kristallbildung, Löslichkeit, Dichteanomalie)</p> <p>Sammlung der Beobachtungen</p> <p>Erklärung der Beobachtungen anhand der Struktur des Wassermoleküls und der Wasserstoffbrücken mithilfe von Animationen (z. B. arbeitsteilig als Gruppenpuzzle) [4, 5]</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Warum ändert sich die Temperatur, wenn Salze in Wasser gelöst werden?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>die Temperaturänderung beim Lösen von Salzen in Wasser erläutern (E1, E2, E6).</p>	<p>Vorstellung von Kältekompressen</p> <p>Ableiten der Leitfrage: Wie funktionieren solche Kältekompressen (Coolpacks)?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Untersuchung einer Kältekomresse [6] - experimentelle Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze (z. B.: KCl, NaCl, CaCl₂, KNO₃) - Erklärung der exothermen und endothermen Löseprozesse auf Teilchenebene mithilfe entsprechender Informationsmaterialien und Animationen [4] - Erklärung der Funktionsweise einer Kältekomresse - Selbstbau einer Kältekomresse <p>Mögliche Vertiefung: Lernaufgabe zur Funktionsweise von selbsterwärmenden Kaffeebechern [7, 8]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erklärung der Funktionsweise eines selbsterwärmenden Getränkebechers - Bewertung der selbsterwärmenden Getränkebecher unter ökologischen Gesichtspunkten

Weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html	Mithilfe des digitalen Chemiebaukastens können die Moleküle interaktiv gebaut werden. Dieses Programm ist browsergestützt.
2	http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/5-6/V5-305.pdf	Lernzirkel zu den Erscheinungsformen und Stoffeigenschaften des Wassers (Oberflächenspannung, Löslichkeit, Dichteanomalie, elektrische Eigenschaften)
3	http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsich/versuche/inhalt2.htm#wasser	Homepage von Dr. Blume; Unterrichtsmaterialien zum Thema „Wasser und Leben“ mit vielen Experimenten zu den Wassereigenschaften
4	https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm#	Internetseite der Chemie-Didaktik der Universität Wuppertal: Flashanimationen zu Wasser im Teilchenmodell und zur Erklärung der Stoffeigenschaften Oberflächenspannung, Löslichkeit, Dichteanomalie, Kristallbildung
5	https://www.chem2do.de/c2d/de/schulversuche/wechselwirkungen/playerseite_8.jsp?vidIndex=2	Animationen zu den zwischenmolekularen Wechselwirkungen (Van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrücken) der Firma Wacker (Zusatzmaterial zum Wacker-Siliconkoffer)
6	http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/08_05.htm	Homepage von Dr. Blume; experimentelle Untersuchung der Funktionsweise von Eispacks
7	https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=contentText&action=attempt&courseId=37&unitId=120&contentId=523#content_headline	Lernaufgabe der Seite „Lebensnaher Chemieunterricht“ zu Hot Pots und Kühlpacks;
8	http://www.ps-chemieunterricht.de/wp-content/uploads/2014/10/Skript-Chemie-echt-cool-2011.pdf	Materialien der Chemielehrerfortbildung von Gregor von Borstel, Michael Kremer, Patrick Krollmann und Petra Schütte: „Chemie - echt cool, aber manchmal auch sehr heiß“ Erprobung und Entwicklung von Lernaufgaben unter besonderer Berücksichtigung des Basiskonzeptes „Energie“

UV 10.2: Saure und alkalische Lösungen in unserer Umwelt (10 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Welche Eigenschaften haben saure und alkalische Lösungen?</i></p>	<p>IF9: Saure und alkalische Lösungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen - Ionen in sauren und alkalischen Lösungen 	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systematisieren chemischer Sachverhalte <p>E1 Problem und Fragestellung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifizieren und Formulieren chemischer Fragestellungen <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • zielorientiertes Durchführen von Experimenten <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erklären von Beobachtungen und Ziehen von Schlussfolgerungen
<p>weitere Vereinbarungen</p> <p>... zur Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Scaffolding-Techniken zum Sprachgebrauch „Säure und Lauge“ (Alltagssprache) vs. saure und alkalische Lösung (Fachsprache) (vgl. Vereinbarungen zum sprachsensiblen Fachunterricht) <p>... zur Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau Ionen ← UV 9.1 • Strukturmodell Ammoniak-Molekül ← UV 9.3 • Wasser als Lösemittel, Wassermoleküle ← UV 10.1 • Säuren und Basen als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren → UV 10.3 		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche Gemeinsamkeiten haben saure Lösungen?</i></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p>die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1),</p> <p>charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6).</p>	<p>Kontext: Saure Lösungen in Alltag und Umwelt</p> <p>Sammlung bekannter saurer Lösungen im Alltag und Umwelt, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salzsäure im Magen • Schwefelsäure in der Autobatterie • Milchsäure in Joghurt • Zitronensäure in Zitronen, • ... <p>Fragestellung: „Welche Gemeinsamkeiten haben die sauren Lösungen?“</p> <p>Stationen mit Schülerexperimenten zur Untersuchung der Eigenschaften von sauren Lösungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Versetzung verschiedener saurer Lösungen (z. B. verdünnte Salzsäure, verdünnte Schwefelsäure-Lösung, Zitronensäure-Lösung, Milchsäure-Lösung) mit Indikator-Lösung (Bromthymolblau) • Prüfung der sauren Lösungen auf elektrische Leitfähigkeit • Hinzugabe von etwas Magnesium zu sauren Lösungen (mit Knallgasprobe) • Hinzugabe von etwas Aluminium zu sauren Lösungen <p>Auswertung führt zu Gemeinsamkeiten von sauren Lösungen:</p> <p>Verfärbung Indikator-Lösung, elektrische Leitfähigkeit, Reaktion mit Magnesium u .a. zu Wasserstoff, Vorhandensein von Ionen,</p> <p>Information: Vorhandensein hydratisierter Wasserstoff-Ionen (Oxonium-Ionen) in sauren Lösungen als gemeinsames Merkmal</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Wie lässt sich Salzsäure herstellen?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <p>die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1),</p> <p>Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als Basen klassifizieren (UF3),</p> <p>an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1).</p>	<p>L-Experiment: Einleiten von Chlorwasserstoffgas in Wasser (Indikator-Zugabe, Messung elektr. Leitfähigkeit)</p> <p>Auswertung, Identifikation der Chlorwasserstoff-Moleküle als Protonendonatoren und Zuordnung der Salzsäure als saure Lösung und des Chlorwasserstoff-Moleküls als Säure</p> <p>Übung mittels Scaffolding-Techniken zur Unterscheidung: Alltagsbegriff (Säure) – Fachbegriff (saure Lösung) – Fachbegriff (Säure als Protonendonator) an verschiedenen Beispielen (Chlorwasserstoff/Salzsäure, Essigsäure, Bromwasserstoff, Schwefelsäure, Citronensäure, Milchsäure)</p>
<p>Welche Gemeinsamkeiten haben alkalische Lösungen?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1),</p> <p>charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6).</p>	<p>Alkalische Lösungen in Alltag und Umwelt, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rohrreiniger [1] • Geschirrspülmittel • Kernseifenlauge <p>Welche Gemeinsamkeiten haben die alkalischen Lösungen?</p> <p>Experimente zur genaueren Untersuchung alkalischer Lösungen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Versetzen von Natriumhydroxid-Lösung (Natronlauge), Calciumhydroxid-Lösung (Kalkwasser) mit Indikator-Lösung – elektr. Leitfähigkeit einer Natriumhydroxid-Schmelze [2] <p>Auswertung führt zu Gemeinsamkeiten von alkalischen Lösungen:</p> <p>Verfärbung Indikator-Lösung, elektrische Leitfähigkeit,</p> <p>Information: Vorhandensein von hydratisierten Hydroxid-Ionen als Gemeinsamkeit der alkalischen Lösungen</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Ist Ammoniak-Lösung eine saure oder alkalische Lösung?</i></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <p>die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1),</p> <p>Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als Basen klassifizieren (UF3),</p> <p>an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1)</p>	<p>Problemfrage: Ist Ammoniak-Lösung eine saure oder alkalische Lösung?</p> <p>Vermutungen der SuS: saure Lösung, da im Ammoniakmolekül keine Sauerstoffatome vorhanden sind</p> <p>Untersuchung einer Ammoniaklösung mit Indikatorlösung: Lösung ist alkalisch.</p> <p>Auswertung mit der Identifikation des Ammoniak-Moleküls als Protonenakzeptor und Klassifizierung als Base</p> <p>Übung mittels Scaffolding-Techniken zur Unterscheidung: Alltagsbegriff (Lauge) – Fachbegriff (alkalische Lösung) – Fachbegriff (Base als Protonenakzeptor) an verschiedenen Beispielen (Ammoniak, Natriumhydroxid/Natronlauge, Calciumhydroxid/Kalkwasser, Lithiumhydroxid, ...)</p>

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v190.htm	<p>Hier: Projekt zur Untersuchung Rohrreiniger mit Zuordnung der Funktionen der verschiedenen Inhaltsstoffe</p> <p>Prof. Blumes Bildungsserver zeigt zahlreiche Experimente zu verschiedenen Themen aus Alltag, Technik und Umwelt</p>
2	https://www.experimentas.de/experiments/view/2503	<p>Untersuchung einer Natriumhydroxid-Schmelze auf elektr. Leitfähigkeit, auch als Schülerexperimente möglich</p>

UV 10.3: Reaktionen von sauren mit alkalischen Lösungen (ca. 9 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie reagieren saure und alkalische Lösungen miteinander?</i></p>	<p>IF9: Saure und alkalische Lösungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neutralisation und Salzbildung • einfache stöchiometrische Berechnungen: Stoffmenge, Stoffmengenkonzentration • Protonenabgabe und -aufnahme an einfachen Beispielen 	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systematisieren chemischer Sachverhalte und Zuordnung zentraler chemischer Konzepte <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulieren von überprüfbaren Hypothesen zur Klärung von chemischen Fragestellungen. Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung der Hypothesen <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planen, Durchführen und Beobachten von Experimenten zur Beantwortung der Hypothesen <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswerten von Beobachtungen in Bezug auf die Hypothesen und Ableiten von Zusammenhängen <p>K3 Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • sachgerechtes Präsentieren von chemischen Sachverhalten und Überlegungen in Form von kurzen Vorträgen unter Verwendung digitaler Medien

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p>weitere Vereinbarungen</p> <p>... zur Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • digitale Präsentation einer Neutralisationsreaktion auf Teilchenebene als Erklärvideo (vgl. Medienkonzept der Schule) <p>... zur Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • saure und alkalische Lösungen ← UV 10.2 • Verfahren der Titration → Gk Q1 UV 1, Lk Q1 UV 1 • ausführliche Betrachtung des Säure-Base-Konzepts nach Brönsted → Gk Q1 UV 1, Lk Q1 UV 1 <p>... zur Einbindung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen (MKR 2.1, 2.2, Spalte 4, insbesondere 4.3) <ul style="list-style-type: none"> ○ (4.3) Quelledokumentation: Standards der Quellenangaben beim Produzieren und Präsentieren von eigenen und fremden Inhalten kennen und anwenden. • Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden (MKR Spalte 4, insbesondere 4.1, 4.2) <ul style="list-style-type: none"> ○ (4.1) Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren ○ (4.2) Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen. ○ eine ausgewählte Neutralisationsreaktion auf Teilchenebene als digitale Präsentation gestalten (MKR Spalte 4, insbesondere 4.1, 4.2) 		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Was ist eine Neutralisation?</i> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p>beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3),</p> <p>Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als -basen klassifizieren (UF3),</p> <p>an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1),</p> <p>Neutralisationsreaktionen und Salzbildungen erläutern (UF1),</p> <p>eine ausgewählte Neutralisation auf Teilchenebene als digitale Präsentation gestalten (E6, K3).</p>	<p>Kontext: Säureunfall auf der Autobahn – Feuerwehr neutralisiert die ausgelaufene Säure</p> <p>Erörterung: sicherheitsbewusster Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Fragestellung: Was geschieht bei einer Neutralisation?</p> <p>Vermutung: Wenn alkalische Lösung zu saurer Lösung hinzugegeben wird, wird die Wirkung der Säure vermindert oder beseitigt.</p> <p>experimentelle Überprüfung:</p> <p>gleiche Portionen gleichkonzentrierter Salzsäure und Natronlauge mit Indikator Bromthymolblau werden zusammengegeben, die neue Lösung färbt den Indikator grün.</p> <p>Auswertung des Versuchs und Identifikation einer chemischen Reaktion zu Natriumchlorid und Wasser</p> <p>Darstellung der Vorgänge in einer Reaktionsgleichung und Interpretation nach der Säure-Base-Theorie nach Brönsted</p> <p>Anfertigen eines Erklärvideos [1] zur Neutralisation auf Teilchenebene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertrautmachen mit der App • Erstellen eines Drehbuchs • Erstellen des Erklärvideos

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wird die Lösung immer grün?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p>an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1), Neutralisationsreaktionen und Salzbildungen erläutern (UF1), ausgehend von einfachen stöchiometrischen Berechnungen Hypothesen und Reaktionsgleichungen zur Neutralisation von sauren bzw. alkalischen Lösungen aufstellen und experimentell überprüfen (E3, E4).</p>	<p>aufgeworfene Frage: Wird die Lösung immer grün?</p> <p>Diese Frage wird im Experiment nach vorheriger Entwicklung von Hypothesen untersucht: Zusammengeben verschiedener Volumina der oben angegebenen Lösung, vergleichende Experimente</p> <p>Weiterführung: Kann man vorhersagen, ob die Lösung gelb, blau oder grün wird?</p> <p>SuS entwickeln in GA Hypothesen zu Reaktionen verschiedener Mengen salzsaurer Lösungen mit Natronlauge unterschiedlichen Gehaltes an Natriumhydroxid und überprüfen diese im Experiment.</p> <p>Entwicklung der Begriffe Stoffmenge und Stoffmengenkonzentration</p> <p>Durchführung einfacher stöchiometrischer Berechnungen: z. B. Wie viel Gramm Natriumhydroxid benötigt man zur Neutralisation einer Schwefelsäure-Lösung, die 98 g (1 mol) Schwefelsäure enthält? Entwicklung von Reaktionsgleichungen zur Neutralisation und, wenn möglich, experimenteller Überprüfung</p> <p>Vertiefung: Beispiele zur molaren Masse verschiedener chem. Elemente</p> <p>mögliche Vertiefung:</p> <p>Schülerversuch zur Erarbeitung der vier typischen Kennzeichen einer Neutralisationsreaktion (exotherme Reaktion, Änderung des</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	Die Schülerinnen und Schüler können	pH-Wertes in Richtung pH 7, Reaktionsprodukt Salz, Reaktionsprodukt Wasser), Reaktion von Malonsäure mit Kaliumhydroxid [2]

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.digitale-medien.schule/erklaervideos.html	Die Website stellt digitale Unterrichtskonzepte zur Verfügung und erläutert u.a. anschaulich das Erstellen von Erklärvideos im Unterricht.
2	H. Sommerfeld: Ein einfacher Schülerversuch zur Erarbeitung der vier typischen Kennzeichen einer Neutralisationsreaktion. CHEMKON, 15, Nr. 4, S. 190, 2008	Vorstellen der Reaktion von Malonsäure mit Kaliumhydroxid zur Veranschaulichung der vier typischen Kennzeichen einer Neutralisationsreaktion

UV 10.4: Risiken und Nutzen bei der Verwendung saurer und alkalischer Lösungen (ca. 7 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie geht man sachgerecht mit sauren und alkalischen Lösungen um?</i></p>	<p>IF9: Saure und alkalische Lösungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen - Ionen in sauren und alkalischen Lösungen - Neutralisation und Salzbildung 	<p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planen und Durchführen von Experimenten <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Filtern von Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten und Analyse in Bezug auf ihre Qualität <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswählen von Handlungsoptionen nach Abschätzung der Folgen

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p>weitere Vereinbarungen</p> <p>... zur Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition des pH-Wertes über den Logarithmus nur nach Absprache mit der Fachschaft Mathematik, alternativ: Gk Q1 UV 2 <p>... zur Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • saure und alkalische Lösungen ← UV 10.2 • organische Säuren → Gk Q1 UV 2, Lk Q1 UV 1 <p>... zu Synergien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ggfs. Anwendung Logarithmus ← Mathematik UV 10.5 <p>... zur Einbindung der Ziele der Verbraucherbildung (VB) NRW:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen, (VB D, Z5)</p> <p>... zur Einbindung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen (MKR 2.1, 2.2, Spalte 4, insbesondere 4.3) <ul style="list-style-type: none"> ○ (4.3) Quellendokumentation: Standards der Quellenangaben beim Produzieren und Präsentieren von eigenen und fremden Inhalten kennen und anwenden. • Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden (MKR Spalte 4, insbesondere 4.1, 4.2) <ul style="list-style-type: none"> ○ (4.1) Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren ○ (4.2) Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen. ○ Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digitalen Medien kritisch hinterfragen (MKR 2.3) 		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wo wird der pH-Wert im Alltag verwendet und wie lässt er sich chemisch beschreiben?</i></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p>den pH-Wert einer Lösung bestimmen und die pH-Skala mithilfe von Verdünnungen ableiten (E4, E5, K1),</p> <p>beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3),</p> <p>Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digitalen Medien kritisch hinterfragen (B1, K2).</p>	<p>möglicher Kontext: Was sind pH-neutrale Körperpflegemittel?</p> <p>Recherche zum pH-Wert der Haut und Ermittlung des pH-Wertes geeigneter pH-neutraler Pflegeprodukte</p> <p>Lernstraße:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherche in Medien zu „pH-neutral“ - Wann ist der pH-Wert neutral und welcher pH-Wert ist für meine Haut gut? • experimentelle Herstellung einer pH-Skala im sauren Bereich (ausgehend von 10 ml Salzsäure-Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/l}$), versetzt mit Universal-Indikator-Lösung) <p>oder</p> <p>experimentelle Herstellung einer pH-Skala im alkalischen Bereich (ausgehend von 10 ml Natronlauge-Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/l}$), versetzt mit Universal-Indikator-Lösung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überlegungen zur Konzentration der hydratisierten Wasserstoff-Ionen (Oxonium-Ionen)/Hydroxid-Ionen bei verschiedenen pH-Werten
<p><i>Wie verwendet man saure und alkalische Lösungen sicher in Alltag, Technik und Umwelt?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6),</p> <p>beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3),</p> <p>Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digitalen Medien</p>	<p>SuS wählen Projekte aus, recherchieren, ggfs. experimentieren, werten ihre Beobachtungen aus, entwickeln Reaktionsgleichungen und präsentieren ihre Ergebnisse.</p> <p>mögliche Projekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kann man mit Essig (Essigsäure-Lösung) Marmor-Flächen reinigen? (Reaktionen von Säuren mit Kalk) • Wie entsteht saurer Regen, welche Schäden richtet er an und wie kann man diese beheben bzw. vermeiden? (Saurer Regen, Luftverschmutzung) • Wie kann ich mit Essig (Essigsäure-Lösung) Wasserkocher

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	kritisch hinterfragen (B1, K2).	<p>entkalken? (Reaktion von Säuren mit Kalk, Entwicklung eines Entkalkers)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Was ist Kohlensäure und wieso heißt es „Sprudelwasser“? (Reaktion von Kohlenstoffdioxid in Wasser) • Wie wird Schwefelsäure hergestellt und wo verwendet man sie? (Techn. Herstellung von Schwefelsäure) • Warum ist Ammoniak für Düngemittel so bedeutend? • Wie überlebt Helicobacter pylori im Magen? • Wie stellt man Brausepulver her? • Was verursacht Karies? • Warum wird bei der Geschirreinigung Klarspüler verwendet? [1]

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	A. Wienecke, J. Hermanns: Soll der Drache Geschirrspülreiniger trinken? in PdN Chemie in der Schule, Heft 8/63, S. 26f, 2014	Unterrichtsmodell zur Neutralisation am Beispiel von Geschirrspülreiniger

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie können Alkane und Alkanole nachhaltig verwendet werden?</i></p>	<p>IF10: Organische Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole - zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte - Treibhauseffekt 	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systematisieren nach fachlichen Strukturen und Zuordnen zu zentralen chemischen Konzepten <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpretieren von Messdaten auf Grundlage von Hypothesen • Reflektion möglicher Fehler <p>E6 Modelle und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erklären chemischer Zusammenhänge mit Modellen • Reflektieren verschiedener Modelldarstellungen <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analysieren und Aufbereiten relevanter Messdaten <p>K4 Argumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • faktenbasiertes Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen <p>B4 Stellungnahme und Reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflektieren von Entscheidungen

weitere Vereinbarungen

... zur Schwerpunktsetzung:

- Vergleich verschiedener Darstellungsformen (digital (z. B. Chemskech), zeichnerisch, Modellbaukasten) (vgl. Medienkonzept)

... zur Vernetzung:

- ausführliche Behandlung der Regeln der systematischen Nomenklatur → EF UV 4

... zu Synergien:

- Treibhauseffekt ← Erdkunde Jg 5/6 UV 10

... zur Einbindung der Ziele der Verbraucherbildung (VB) NRW:

Die Schülerinnen und Schüler können Vor- und Nachteile der Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern unter ökologischen, ökonomischen und ethischen Gesichtspunkten diskutieren, (VB Ü, VB D, Z1, Z3, Z5, Z6)

... zur Einbindung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW:

- **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen (MKR 2.1, 2.2, Spalte 4, insbesondere 4.3)**
 - (4.3) Quellendokumentation: Standards der Quellenangaben beim Produzieren und Präsentieren von eigenen und fremden Inhalten kennen und anwenden.
- **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe: Die Schülerinnen und Schüler können chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden (MKR Spalte 4, insbesondere 4.1, 4.2)**
 - (4.1) Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren
 - (4.2) Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen.
 - räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Modellen veranschaulichen (MKR 1.2)

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie sind fossile Treibstoffe aufgebaut?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>organische Molekülverbindungen aufgrund ihrer Eigenschaften in Stoffklassen einordnen (UF3),</p> <p>ausgewählte organische Verbindungen nach der systematischen Nomenklatur benennen (UF2),</p> <p>räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Modellen veranschaulichen (E6, K1),</p> <p>typische Stoffeigenschaften wie Löslichkeit und Siedetemperatur von ausgewählten Alkanen und Alkanolen ermitteln und mithilfe ihrer Molekülstrukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen erklären (E4, E5, E6).</p>	<p>möglicher Einstieg: Unterrichtsgang zur Informationsrecherche zu Treibstoffen an einer Tankstelle (mögliche Ergänzung: Film: Wie gewinnt man aus Erdöl Benzin und Diesel? [1, 2])</p> <p>fossile Treibstoffe unter der chemischen Lupe: Untersuchen von lang- und kurzkettigen Alkanen und Alkanolen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siedetemperaturen verschiedener Alkane und Alkanole [3] (Deutung der Unterschiede mit den van-der-Waals-Kräften [4] und Wasserstoffbrücken) - Löslichkeit in Wasser und in Öl (Unterscheidung der Stoffklassen aufgrund der Hydroxylgruppe in den Alkanolmolekülen → Wasserstoffbrücken) - von der qualitativen Elementaranalyse zur Struktur der Alkane und/oder Alkanole [5] - räumliche Strukturen von Alkanen und Alkanolen (Molekülbaukasten, digitale Modelle [6, 7, 8]) - Nomenklatur der Alkane und Alkanole [7] <p>mögliche Differenzierung: experimentelle Herleitung der Strukturformel von Alkanen und Alkanolen [9], Isomerie, Crack-Prozesse bei der Benzingewinnung, Molmassenbestimmung, alkoholische Gärung, Biogasgewinnung</p>
<p><i>Was passiert bei der Verbrennung von fossilen und regenerativen Brennstoffen?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>Treibhausgase und ihre Ursprünge beschreiben (UF1),</p> <p>Messdaten von Verbrennungsvorgängen fossiler und regenerativer Energierohstoffe digital beschaffen und vergleichen (E5, K2).</p>	<p>Sammeln möglicher Autoantriebe</p> <p>arbeitsteilige Gruppenarbeit („Mein Autoantrieb“): SV: Verbrennung von fossilen, regenerativen und synthetischen Treibstoffen (Heptan (Benzin), Paraffinöl (Diesel), Methan (Erdgas/Biogas), Butan oder Propan (Autogas), Ethanol (Bioethanol), OME (synthetischer Dieseleratz) (Polyoxymethylendimethylether, Dimethylether); qualitativer</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Nachweis von Kohlenstoffdioxid</p> <p>Internetrecherche und Berechnung der Kohlenstoffdioxidemission beim Einsatz des eigenen Treibstoffs in einem definierten Auto [10]</p> <p>Unterrichtsgespräch: Einfluss der Kohlenstoffdioxidemission auf den Treibhauseffekt [13, 14];</p> <p>mögliche Differenzierung: quantitativer Nachweis von Kohlenstoffdioxid beim Verbrennen [10, 11], Lernspiel zum Klimawandel [12]</p>
<p><i>Welche Folgen kann der Einsatz von regenerativen Energieträgern haben?</i></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p>Vor- und Nachteile der Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern unter ökologischen, ökonomischen und ethischen Gesichtspunkten diskutieren (B4, K4).</p>	<p>Podiumsdiskussion zum Einsatz von mehr regenerativen Energieträgern mit festgelegten Positionen z. B. Fachausschuttsitzung zur Diskussion des Einsatzes von Biogasbussen [15, 16]</p>

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.planet-schule.de/sf/filme-online.php?reihe=1413&film=9765	In diesem Kurzfilm wird die fraktionierte Destillation von Diesel und Benzin aus Rohöl dargestellt. Neben dem Filmmaterial findet man auch das Filmskript, ein Quiz zum Video und weitere Informationen rund um das Thema Erdöl.
2	https://nrw.edupool.de/search?func=record&standort=GT&record=xfwu-5521276&src=online	Alternativ zu dem unter [1] genannten Film kann auch das interaktive Online-Medien-Paket „Erdöl. Ein Rohstoff wird verarbeitet und veredelt“ eingesetzt werden. In 10 Kurzsequenzen mit interaktiven Materialien werden die Zusammensetzung von Erdöl und die Produktionsabläufe in der Raffinerie bis zur Benzinveredelung erklärt.
3	https://degintu.dguv.de/experiments/19	Versuchsvorschrift Bestimmung der Siedetemperatur von Flüssigkeiten
4	https://studyflix.de/elektrotechnik/van-der-waals-kraefte-1561	Auf dieser Website findet man ein anschauliches Erklärvideo der van-der-Waals-Kräfte auf Grundlage des Bohrschen Atommodells. Dabei wird veranschaulicht, wie sie entstehen und wie sie funktionieren.
5	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l01a.pdf https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l01b.pdf	Versuchsvorschrift zur qualitativen Analyse von Brenngasen Versuchsvorschrift zur qualitativen Analyse von organischen Flüssigkeiten
6	https://kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html	Mithilfe des browserfähigen digitalen Chemiebaukastens können 3D-Moleküle gebaut und visualisiert werden.
7	https://nomenklaturhelfer.de/index.html	eine App zur Nomenklatur (Quiz) und zur Darstellung einfacher organischer Verbindungen für Android und IOS (keine Freeware)
8	https://www.arvrinedu.com/single-post/AR-VR-Molecules-Editor-Day-11-31DaysofARVRinEDU	Der AR-VR-Moleküleditor erlaubt die Konstruktion und die Darstellung von Molekülen in 3D (englisch). Er kann sowohl für Android als auch für IOS in den jeweiligen Stores heruntergeladen werden.
9	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l06a.pdf	Versuchsvorschrift zur quantitativen Analyse des Wasserstoffanteils von Methan und Propan
10	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l03.pdf	Versuchsvorschrift für die vereinfachte quantitative Elementaranalyse nach Rimschen. Hier wird die Liebig-Analyse so vereinfacht, dass nur das

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		Reaktionsprodukt Wasser aufgefangen wird. Wenn die Substanz nur C, H und O enthält, kann der C-Anteil trotzdem berechnet werden.
11	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l04.pdf oder https://www.jagemann-net.de/chemie/chemie11/kohlenstoffchemie/kohlenstoffchemie.php	Versuchsvorschrift zur Bestimmung der Masse an Kohlenstoffdioxid bei der Oxidation eines flüssigen Treibstoffs (Ethanol, Heptan) mit Kupferoxid
12	http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernspiel%20zu%20Luftqualität%20Klimawandel%20Ozonloch.zip	Mit dem Lernspiel können die SuS ihr Wissen zu Klimawandel, Kohlenstoffdioxidemission, Feinstaub und Ozonloch differenziert vernetzen.
13	https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland	Auf der Website des Umweltbundesamts findet man diverse Daten zu Treibhausgasemissionen einschließlich der deutschland- und europaweiten Entwicklung der Kohlenstoffdioxidemission.
14	https://www.youtube.com/watch?v=fZKMAGB9o3M https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Treibhausgase	<p>Anschauliches Erklärvideo des Treibhauseffekts. Eine studentische Arbeit im Rahmen des Seminars "Neue Medien in der naturwissenschaftlichen Bildung" im Sommersemester 2011.</p> <p>Die Website des Wiki-Bildungsservers enthält viele weitere Informationen zu Treibhausgasen.</p>
15	https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissionen-von-autos-zahlen-und-fakten-infografik	Umfangreiche Datensammlung zu den Kohlenstoffdioxidemissionen in den verschiedenen Sektoren
16	http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/online_ergaenzung_mnu_bioethanol.pdf	Mithilfe der Materialien zur Fachausschussmethode, mit der der Einsatz von Bioethanol als Substituent für fossile Treibstoffe gesellschaftskritisch reflektiert und diskutiert werden kann, können die Bewertungskompetenzen der SuS geschult werden.

UV 10.6: Vielseitige Kunststoffe (ca. 8 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Warum werden bestimmte Kunststoffe im Alltag verwendet?</i>	IF10: Organische Chemie – Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe	UF 2 Auswahl und Anwendung <ul style="list-style-type: none"> • zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen B3 Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> • Auswählen von Handlungsoptionen durch Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für Natur, das Individuum und die Gesellschaft B4 Stellungnahme und Reflexion <ul style="list-style-type: none"> • argumentatives Vertreten von Bewertungen K4 Argumentation <ul style="list-style-type: none"> • faktenbasierte Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen
<p>weitere Vereinbarungen</p> <p>... zur Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beitrag des Faches Chemie zum schulweiten Projekttag „Nachhaltigkeit“ • einfache Stoffkreisläufe im Zusammenhang mit dem Recycling von Kunststoffen als Abfolge von Reaktionen <p>... zur Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ausführliche Behandlung von Kunststoffsynthesen → Q2 Gk UV 2 • Behandlung des Kohlenstoffkreislaufs → EF UV 2 <p>... zur Einbindung der Ziele der Verbraucherbildung (VB) NRW:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können am Beispiel eines chemischen Produkts Kriterien hinsichtlich Verwendung, Ökonomie, Recyclingfähigkeit und Umweltverträglichkeit abwägen und im Hinblick auf die Verwendung einen eigenen sachlich fundierten Standpunkt beziehen. (VB Ü, Z3, Z5)</p>		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Warum bestehen viele Produkte unseres Alltags aus Kunststoffen?</i></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p>die vielseitige Verwendung von Kunststoffen im Alltag mit ihren Eigenschaften begründen (UF2), ausgewählte Eigenschaften von Kunststoffen auf deren makromolekulare Struktur zurückführen (E6).</p>	<p>möglicher Kontext: „Alltagsprodukte aus Kunststoffen“</p> <p>Entwicklung einer Mind-Map zu Alltagsprodukten aus Kunststoffen</p> <p>Entwicklung von Fragestellungen auf Grundlage der Mind-Map: z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wie sind Kunststoffe aufgebaut? - Warum haben Kunststoffe unterschiedliche Eigenschaften? - Welche Alternativen gibt es zu Erdöl als Grundlage zur Herstellung von Kunststoffen? - Welche Möglichkeiten der Entsorgung bzw. des Recyclings von Kunststoffen gibt es? <p>Untersuchen der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen (z. B. Schmelzverhalten) verschiedener Kunststoffe [1, 2, 3] (z. B. Lernzirkel mit Experimenten); im Lernzirkel sollten sowohl Kunststoffe aus Erdöl als auch aus nachwachsenden Rohstoffen untersucht werden.</p> <p>Ergänzen der Mind-Map mit den Ergebnissen des Lernzirkels (z. B. makromolekulare Struktur der Kunststoffe, Einteilung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere) [3];</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie funktioniert der Kunststoffkreislauf?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p>die Abfolge verschiedener Reaktionen in einem Stoffkreislauf erklären (UF4).</p>	<p>möglicher Einstieg: „Ab in den Kunststoff-Kreislauf“ [4, 5]</p> <p>Arbeitsteilige Gruppenarbeit, in der ein Stoffkreislauf in Bezug auf chemische Reaktionen (Edukte → Produkte, kein Mechanismus) und Energieeinsatz und -ausbeute von den SuS erarbeitet wird.</p> <p>Mögliche Themen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vom Erdöl zur Plastiktüte - Polyethen (Synthese eines Kunststoffs aus Ethen, LD-PE, HD-PE, Umgang mit Kunststoffabfällen [3] evtl. exp. Untersuchung der Zusammensetzung von Polyethen [6], Beispiel zum Recycling: exp. Umschmelzen von Polyethen [6]), Recherche thermisches Recycling [9] 2. Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Stärkefolie (u. a. Lebensweg eines Einwegtellers aus Stärke, exp. Herstellung einer Stärkefolie [3, 6, 7, 8, 9]) 3. Biologisch abbaubare Kunststoffe – Polymilchsäure (Eigenschaften und Verwendung von Polymilchsäure, exp. Synthese von Polymilchsäure [3, 7, 8,9]) <p>Präsentation der Stoffkreisläufe der bearbeiteten Kunststoffe</p>
<p><i>Wie kann ein nachhaltiger Umgang mit Kunststoffprodukten aussehen?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>am Beispiel einzelner chemischer Produkte Kriterien hinsichtlich ihrer Verwendung, Ökonomie, Recyclingfähigkeit und Umweltverträglichkeit abwägen und im Hinblick auf ihre Verwendung einen eigenen sachlich fundierten Standpunkt beziehen (B3, B4, K4).</p>	<p>Die Warentest-Methode: Biokunststoffe vs. erdölbasierte Kunststoffe im Vergleich [12, 13] mit anschließender Debatte aufgrund der eigenen Wertigkeiten beim Warentesten</p> <p>Mögliche Vertiefung: Vorbereitung des Schulprojekts zum Tag der Nachhaltigkeit [4, 10, 11]</p>

Weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quellewas
1	Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/	Übersicht über die vielseitige Verwendung von Kunststoffen rund ums Haus. Zusammenhang von Eigenschaften (inkl. Versuchsvorschriften) und Struktur.
2	http://kirste.userpage.fu-berlin.de/chemistry/kunststoffe/kennen.htm	Diese Website bietet eine umfassende Sammlung zu Kunststoffen im Alltag, ihrer Herstellung, Verwendung und ihren Eigenschaften. Für die Gestaltung eines eigenen Lernzirkels lassen sich viele relevante Informationen finden.
3	L. Folks I. Eilks. Kunststoffe – Eigenschaften, Nutzung, Recycling http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernbox%20Kunststoffe.pdf	Dieses Lernangebot beinhaltet Informationen zu Kontexten, Daten und Fakten zur Bedeutung, Nutzung und dem Recycling von Kunststoffen, Steckbriefe wichtiger Kunststoffe, Experimentiervorschriften zur Herstellung und zur Untersuchung der Eigenschaften von Kunststoffen. Diese können für einen Lernzirkel oder ein offenes Lernangebot, auch digital und binnendifferenziert eingesetzt werden.
4	https://www.greenpeace.de/themen/endlager-umwelt/plastikmuell	Auf dieser Website von Greenpeace finden sich viele Informationen zum Umweltproblem „Plastik“. Vom Kreislauf für Kunststoff, zum Verwerten statt Wegwerfen bis zum Einkaufshelfer. Die Website bietet viele Möglichkeiten zur Problematisierung.
5	https://www.welt.de/print/welt_kompakt/article191572153/Ab-in-den-Kunststoff-Kreislauf.html	In diesem Artikel fasst Brech die Zwischenbilanz des Forschungsschwerpunkts „Plastik in der Umwelt“ zusammen, in dem eine geschlossene Kreislaufwirtschaft für Plastik erforscht wird. Mit diesem Artikel lassen sich die Grundbausteine für eine Stoffkreislaufwirtschaft erarbeiten.
6	Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie: http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v126.htm	Versuchsvorschrift zum Recycling von Kunststoffen durch Umschmelzen
7	Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie http://www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/poly-ms.htm	Informationen zur Polymilchsäure und Versuchsvorschrift zur Synthese von Polymilchsäure
8	M. Büttner, G. Wagner: Biologisch abbaubare Polymere. In: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie. Chemie im Alltag. Sammelband, Friedrich-Verlag, 2005, S. 96-109.	Lernen an Stationen zu biologisch abbaubaren Polymeren

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quellewas
9	https://www.seilnacht.com/Lexikon/k_umwelt.html	Anhand der Lebensläufe von zwei Joghurtbechern (biologisch abbaubar vs. erdölbasiert) wird die Kreislaufwirtschaft dargestellt.
10	Fonds der chemischen Industrie: Unterrichtsmaterial. Innovationen in der Chemie. (2018) https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2018-09-innovationen-chemie-textheft.pdf	In „Innovationen in der Chemie“ sind viele Materialien zur Werkstoffforschung und Ressourcenschonung enthalten, dabei werden ökonomische, ökologische, soziale und kulturelle Entwicklungen und Erkenntnisse verknüpft. Ergänzt werden diese Informationen durch weiterführende Experimente.
11	https://www.umweltbundesamt.de/biobasierte-biologisch-abbaubare-kunststoffe	Materialpool zur Differenzierung von verschiedenen Biokunststoffen und deren Verwendung
12	https://schrotundkorn.de/lebenumwelt/lesen/plastikmuell-meer-ozean.html	Vorstellung von Projekten gegen Plastikmüll im Meer
13	http://www.chemiedidaktik.uni-bremen.de/materialien.php Arbeitsmaterialien zur Warentestmethode im Chemieunterricht am Beispiel Kunststoffe	Mit der Warentest-Methode können PVC, TPS, PET unter Nachhaltigkeitsaspekten, wie Green Chemistry, Verbraucherinteressen und sozialen Interessen, Ökonomie und Wirtschaft und Werkstoffeigenschaften bewertet werden.

2.2 Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit

Gemäß Schulprogramm sollen insbesondere die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen im Mittelpunkt stehen. Die Lehrerkonferenz hat darüber hinaus entschieden, dass die im Referenzrahmen Schulqualität NRW formulierten Kriterien und Zielsetzungen als Maßstab für die kurz- und mittelfristige Entwicklung der Schule gelten sollen. Die Fachgruppe vereinbart daher, der individuellen Kompetenzentwicklung (Referenzrahmen Kriterium 2.2.1) und den herausfordernden und kognitiv aktivierenden Lehr- und Lernprozessen (Kriterium 2.2.2) besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Chemie bezüglich ihres schulinternen Lehrplans die folgenden fachdidaktischen und fachmethodischen Grundsätze beschlossen:

Lehr- und Lernprozesse

- Schwerpunktsetzungen nach folgenden Kriterien:
 - Herausstellung zentraler Ideen und Konzepte, auch unter Nutzung von Synergien zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern
 - Orientierung am Prinzip des exemplarischen Lernens
 - fachinterne und fachübergreifende Vernetzung statt Anhäufung von Einzelfakten
- Lehren und Lernen in Kontexten nach folgenden Kriterien:
 - eingegrenzte und altersgemäße Komplexität
 - möglichst authentische, tragfähige, gendersensible und motivierende Problemstellungen
- Variation der Aufgaben und Lernformen mit dem Ziel einer kognitiven Aktivierung aller Lernenden nach folgenden Kriterien:
 - Förderung der Selbständigkeit und Eigenverantwortung, insbesondere im Prozess der Erkenntnisgewinnung im Rahmen experimenteller Unterrichtsphasen
 - Einsatz von digitalen Medien und Werkzeugen zur Verständnisförderung und zur Unterstützung und Individualisierung des Lernprozesses

Experimente und eigenständige Untersuchungen

- Verdeutlichung der verschiedenen Funktionen von Experimenten in den Naturwissenschaften und des Zusammenspiels zwischen Experiment und konzeptionellem Verständnis auch in Absprache mit den Fachkonferenzen der anderen naturwissenschaftlichen Fächer
- überlegter und zielgerichteter Einsatz von Experimenten: Einbindung in die Erkenntnisprozesse und in die Beantwortung von Fragestellungen
- schrittweiser und systematischer Aufbau von der reflektierten angeleiteten Arbeit hin zur möglichen Selbstständigkeit bei der hypothesengeleiteten Planung, Durchführung und Auswertung von Untersuchungen

- Entwicklung der Fähigkeiten zur Dokumentation der Experimente und Untersuchungen (Versuchsprotokoll) in Absprache mit den Fachkonferenzen der anderen naturwissenschaftlichen Fächer

Individuelles Lernen und Umgang mit Heterogenität

Gemäß ihren Zielsetzungen setzt die Fachgruppe ihren Fokus auf eine Förderung der individuellen Kompetenzentwicklung. Die Gestaltung von Lernprozessen soll sich deshalb nicht auf eine angenommene mittlere Leistungsfähigkeit einer Lerngruppe beschränken, sondern muss auch Lerngelegenheiten sowohl für stärkere als auch schwächere Schülerinnen und Schüler bieten. Um den Arbeitsaufwand dafür in Grenzen zu halten, erstellt die Fachgruppe Lernarrangements, bei der alle Lernenden am gleichen Unterrichtsthema arbeiten und die gleichzeitig binnendifferenzierend konzipiert sind. Gesammelt bzw. erstellt, ausgetauscht sowie erprobt werden sollen:

- unterrichtsbegleitende Aufgaben zur Diagnose individueller Kompetenzentwicklung
- komplexere Lernaufgaben mit gestuften Lernhilfen für unterschiedliche Leistungsanforderungen
- unterstützende zusätzliche Maßnahmen für erkannte oder bekannte Lernschwierigkeiten
- herausfordernde zusätzliche Angebote für besonders leistungsstarke Schülerinnen und Schüler
- Maßnahmen zur Diagnose und Aufarbeitung coronabedingter Nachteile

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Die Fachkonferenz hat im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen:

Grundsätzliche Absprachen:

Erbrachte Leistungen werden auf der Grundlage transparenter Ziele und Kriterien in allen Kompetenzbereichen bewertet. Sie werden den Schülerinnen und Schülern mit Bezug auf diese Kriterien rückgemeldet und erläutert. Auf dieser Basis sollen die Schülerinnen und Schüler ihre Leistungen zunehmend selbstständig einschätzen. Die individuelle Rückmeldung vermeidet eine reine Defizitorientierung und stellt die Stärkung und die Weiterentwicklung vorhandener Fähigkeiten in den Vordergrund. Sie soll realistische Hilfen und Absprachen für die weiteren Lernprozesse enthalten.

Die Bewertung von Leistungen berücksichtigt Lern- und Leistungssituationen. Einerseits soll dabei Schülerinnen und Schülern deutlich gemacht werden, in welchen Bereichen aufgrund des zurückliegenden Unterrichts stabile Kenntnisse erwartet und bewertet werden. Andererseits werden Fehler in neuen Lernsituationen im Sinne einer Fehlerkultur für den Lernprozess genutzt.

Die Leistungen im Unterricht werden in der Regel auf der Grundlage einer kriteriengeleiteten, systematischen Beobachtung von Unterrichtshandlungen beurteilt. Darüber hinaus sollen Lernprodukten beurteilt werden, z. B. Protokolle, Materialsammlungen, Hefte, Mappen, Portfolios, Lerntagebücher, Dokumentationen, Präsentationen, Lernplakate, Funktionsmodelle.

Anhaltspunkte für Beurteilungen lassen sich zudem mit kurzen schriftlichen, auf eingegrenzte Zusammenhänge begrenzten Lernerfolgsüberprüfungen gewinnen.

Kriterien der Leistungsbeurteilung:

Die Bewertungskriterien für Leistungsbeurteilungen müssen den Schülerinnen und Schülern bekannt sein.

Die folgenden Kriterien gelten vor allem für Leistungen, die zeigen, in welchem Ausmaß Kompetenzerwartungen des Lehrplans bereits erfüllt werden:

- die inhaltliche Geschlossenheit und sachliche Richtigkeit sowie die Angemessenheit fachtypischer qualitativer und quantitativer Darstellungen bei Erklärungen, beim Argumentieren und beim Lösen von Aufgaben,
- die zielgerechte Auswahl und konsequente Anwendung von Verfahren beim Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten sowie bei der Nutzung von Modellen,
- die Genauigkeit und Zielbezogenheit beim Analysieren, Interpretieren und Erstellen von Texten, Graphiken oder Diagrammen.

Die folgenden Kriterien gelten vor allem für Leistungen, die im Prozess des Kompetenzerwerbs erbracht werden:

- die Qualität, Kontinuität, Komplexität und Originalität von Beiträgen zum Unterricht (z. B. beim Generieren von Fragestellungen und Begründen von Ideen und Lösungsvorschlägen, Darstellen, Argumentieren, Strukturieren und Bewerten von Zusammenhängen),
- die Vollständigkeit und die inhaltliche und formale Qualität von Lernprodukten,
- Lernfortschritte im Rahmen eigenverantwortlichen, schüleraktiven Handelns (z. B. Vorbereitung und Nachbereitung von Unterricht, Lernaufgabe, Referat, Rollenspiel, Befragung, Erkundung, Präsentation),
- die Qualität von Beiträgen innerhalb von Gruppenarbeiten,
- die Qualität der Mitarbeit bei Experimenten, unter besonderer Berücksichtigung der Beachtung der Sicherheitsregeln.

Verfahren der Leistungsrückmeldung und Beratung

Eine differenzierte Rückmeldung zum erreichten Lernstand sollte mindestens einmal pro Quartal erfolgen. Etablierte Formen der Rückmeldung sind z. B. Schülergespräche, individuelle Beratungen, schriftliche Hinweise und Kommentare, (Selbst-) Evaluationsbögen, Gespräche beim Elternsprechtag. Eine aspektbezogene Leistungsrückmeldung erfolgt anlässlich der Auswertung benoteter Lernprodukte.

2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe I ist an am WBG der Chemie Gesamtband an Gymnasien (NRW) G9, C. C. Buchner Verlag, 1. Auflage 2020 eingeführt.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte zum Teil in häuslicher Arbeit nach. Zu ihrer Unterstützung über das Schulbuch hinaus erhalten sie dazu eine Link-Liste lernförderlicher Adressen, die auf der ersten Fachkonferenz im Schuljahr von der Fachkonferenz aktualisiert und zur Verfügung gestellt wird.

Die Fachkonferenz hat sich zu Beginn des Schuljahres darüber hinaus auf die nachstehenden Hinweise geeinigt, die bei der Umsetzung des schulinternen Lehrplans ergänzend zur Umsetzung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW eingesetzt werden können.

Bei den Materialien handelt es sich nicht um fachspezifische Hinweise, sondern es werden zur Orientierung allgemeine Informationen zu grundlegenden Kompetenzerwartungen des Medienkompetenzrahmens NRW gegeben, die parallel oder vorbereitend zu den unterrichtsspezifischen Vorhaben eingebunden werden können:

a) Digitale Werkzeuge / digitales Arbeiten

Umgang mit Quellenanalysen:

<https://medienkompetenzrahmen.nrw/unterrichtsmaterialien/detail/informationen-aus-dem-netz-einstieg-in-die-quellenanalyse/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

Erstellung von Erklärvideos:

<https://medienkompetenzrahmen.nrw/unterrichtsmaterialien/detail/erklavideos-im-unterricht/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

Erstellung von Tonaufnahmen:

<https://medienkompetenzrahmen.nrw/unterrichtsmaterialien/detail/das-mini-tonstudio-aufnehmen-schneiden-und-mischen-mit-audacity/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

Kooperatives Schreiben: <https://zumpad.zum.de/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

b) Rechtliche Grundlagen

Urheberrecht – Rechtliche Grundlagen und Open Content:

<https://medienkompetenzrahmen.nrw/unterrichtsmaterialien/detail/urheberrecht-rechtliche-grundlagen-und-open-content/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

Creative Commons Lizenzen:

<https://medienkompetenzrahmen.nrw/unterrichtsmaterialien/detail/creative-commons-lizenzen-was-ist-cc/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

Allgemeine Informationen Daten- und Informationssicherheit:

<https://www.medienberatung.schulministerium.nrw.de/Medienberatung/Datenschutz-und-Datensicherheit/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen

Die drei naturwissenschaftlichen Fächer weisen viele inhaltliche und methodische Gemeinsamkeiten, aber auch einige Unterschiede auf, die für ein tieferes fachliches Verständnis genutzt werden können. Synergien beim Aufgreifen von Konzepten, die schon in einem anderen Fach angelegt wurden, nützen dem Lehren, weil nicht alles von Grund auf neu unterrichtet werden muss und unnötige Redundanzen vermieden werden. Das Nutzen dieser Synergien unterstützt aber auch nachhaltiges Lernen, indem es Gelerntes immer wieder aufgreift und in anderen Kontexten vertieft und weiter ausdifferenziert. Dies verdeutlicht, dass Gelerntes in ganz verschiedenen Zusammenhängen anwendbar ist und Bedeutung besitzt. Verständnis wird aber auch dadurch gefördert, dass man Unterschiede in den Sichtweisen der Fächer herausarbeitet und dadurch die Eigenheiten eines Konzepts deutlich werden lässt.

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Die schulinternen Lehrpläne und der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern sollen den Schülerinnen und Schülern aufzeigen, dass bestimmte Konzepte und Begriffe in den verschiedenen Fächern aus unterschiedlicher Perspektive beleuchtet, in ihrer Gesamtheit aber gerade durch diese ergänzende Betrachtungsweise präziser verstanden werden können. Dazu gehört beispielsweise der Energiebegriff, der in allen Fächern eine bedeutende Rolle spielt.

Im Kapitel 2.1 ist jeweils bei den einzelnen Unterrichtsvorhaben angegeben, welche Beiträge das Unterrichtsfach Chemie zur Klärung solcher Konzepte auch für die Fächer Biologie und Physik leisten kann, oder aber in welchen Fällen das Fach Chemie Ergebnisse der anderen Fächer aufgreifen und weiterführen kann.

Bei der Nutzung von Synergien stehen auch Kompetenzen, die das naturwissenschaftliche Arbeiten betreffen, im Fokus. Um diese Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern gezielt und umfassend zu entwickeln, werden gemeinsame Vereinbarungen bezüglich des hypothesengeleiteten Experimentierens (Formulierung von Fragestellungen, Aufstellen von Hypothesen, Planung, Durchführung und Auswerten von Experimenten, Fehlerdiskussion), des Protokollierens von Experimenten (gemeinsame Protokollvorlage), des Auswertens von Diagrammen und des Verhaltens in den Fachräumen (z. B. gemeinsames Sicherheitskonzept) getroffen. Einen weiteren Schwerpunkt der inhaltlichen Arbeit bildet die Verständigung aller drei Naturwissenschaften über ein abgestimmtes Teilchenkonzept und einen gemeinsamen Energiebegriff. Damit die hier erworbenen Kompetenzen fächerübergreifend angewandt werden können, ist es wichtig, sie im Unterricht explizit zu thematisieren und entsprechende Verfahren als Regelwissen festzuhalten.

Am Tag der offenen Tür des WBG im Januar präsentieren sich die Fächer Physik, Biologie und Chemie mit einem eigenen Programm. Daneben gibt es ein fächerübergreifendes MINT-Angebot. Grundschülerinnen und Grundschüler können in den naturwissenschaftlichen Fächern einfache Experimente durchführen und so einen Einblick in naturwissenschaftliche Arbeitsweisen gewinnen. Schülerinnen und Schüler höherer Jahrgangsstufen präsentieren ausgewählte Unterrichtsvorhaben aus ihrem Fachunterricht, um so einen Einblick in den Unterricht der naturwissenschaftlichen Fächer zu geben.

Methodenlernen

Im Schulprogramm der Schule ist festgeschrieben, dass in der gesamten Sekundarstufe I regelmäßig Module zum „Lernen lernen“ durchgeführt werden. Über die einzelnen Klassenstufen verteilt beteiligen sich alle Fächer an der Vermittlung einzelner Methodenkompetenzen. Die naturwissenschaftlichen Fächer greifen vorhandene Kompetenzen auf und entwickeln sie weiter, wobei fachliche Spezifika und besondere Anforderungen herausgearbeitet werden (z. B. bei Fachtexten, Protokollen, Erklärungen, Präsentationen, Argumentationen usw.).

MINT-AG

Die Schule bietet ab der Klassenstufe 5 eine MINT-Arbeitsgemeinschaft an, die von interessierten Schülerinnen und Schülern gewählt wird. Die Inhalte sind NW-fächerübergreifend und werden jeweils mit den Teilnehmenden vereinbart, wobei die einzelnen naturwissenschaftlichen Fachschaften sich die Betreuung der MINT-AG jahrgangsweise untereinander aufteilen. Der Tag der offenen Tür bietet sich zur Präsentation von Lernprodukten der MINT-AG an.

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Maßnahmen der fachlichen Qualitätssicherung

Das Fachkollegium überprüft kontinuierlich, inwieweit die im schulinternen Lehrplan vereinbarten Maßnahmen zum Erreichen der im Kernlehrplan vorgegebenen Ziele geeignet sind. Dazu dienen beispielsweise auch der regelmäßige Austausch sowie die gemeinsame Konzeption von Unterrichtsmaterialien, welche hierdurch mehrfach erprobt und bezüglich ihrer Wirksamkeit beurteilt werden. Im Sinne eines Entwicklungsprozesses werden die Unterrichtsmaterialien kontinuierlich überarbeitet und auch im Sinne einer Differenzierung weiterentwickelt. In diesem Zusammenhang werden Diagnosewerkzeuge erstellt, um den Kompetenzerwerb gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern zu überprüfen.

Kolleginnen und Kollegen der Fachschaft (ggf. auch die gesamte Fachschaft) nehmen regelmäßig an Fortbildungen teil, um fachliches Wissen zu aktualisieren und pädagogische sowie didaktische Handlungsalternativen zu entwickeln. Zudem werden die Erkenntnisse und Materialien aus fachdidaktischen Fortbildungen und Implementationen zeitnah in der Fachgruppe vorgestellt und für alle verfügbar gemacht.

Feedback von Schülerinnen und Schülern wird als wichtige Informationsquelle zur Qualitätsentwicklung des Unterrichts angesehen. Sie sollen deshalb Gelegenheit bekommen, die Qualität des Unterrichts zu evaluieren. Dafür kann das Online-Angebot SEFU (Schüler als Experten für Unterricht) genutzt werden (www.sefu-online.de, Datum des letzten Zugriffs: 17.01.2020).

Überarbeitungs- und Planungsprozess

Eine Evaluation erfolgt jährlich. In den Dienstbesprechungen der Fachgruppe zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vorangehenden Schuljahres ausgewertet und diskutiert sowie eventuell notwendige Konsequenzen formuliert. Die vorliegende Checkliste wird als Instrument einer solchen Bilanzierung genutzt. Nach der jährlichen Evaluation (s. u.) arbeiten die Lehrkräfte die Änderungsvorschläge in den schulinternen Lehrplan und in die entsprechenden Dokumente ein. Die Ergebnisse dienen der/dem Fachvorsitzenden zur Rückmeldung an die Schulleitung und u. a. an den/die Fortbildungsbeauftragte, außerdem sollen wesentliche Tagesordnungspunkte und Beschlussvorlagen der Fachkonferenz daraus abgeleitet werden.

Checkliste zur Evaluation

Der schulinterne Lehrplan ist als „dynamisches Dokument“ zu sehen. Dementsprechend sind die dort getroffenen Absprachen stetig zu überprüfen, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachschaft trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.

Die Überprüfung erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachkonferenz ausgetauscht, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen formuliert.

Die Checkliste dient dazu, mögliche Probleme und einen entsprechenden Handlungsbedarf in der fachlichen Arbeit festzustellen und zu dokumentieren, Beschlüsse der Fachkonferenz zur Fachgruppenarbeit in übersichtlicher Form festzuhalten sowie die Durchführung der

Beschlüsse zu kontrollieren und zu reflektieren. Die Liste wird als externe Datei regelmäßig überarbeitet und angepasst. Sie dient auch dazu, Handlungsschwerpunkte für die Fachgruppe zu identifizieren und abzusprechen.

Handlungsfelder		Handlungsbedarf	verantwortlich	zu erledigen bis
<i>Ressourcen</i>				
räumlich	Unterrichtsräume / Fachräume			
	Räume zur Unterrichtsvorbereitung			
	Bibliothek			
	Computerraum			
	Raum für Fachteamarbeit			
	...			
materiell/ sachlich	Lehrwerke			
	Fachzeitschriften			
	Geräte/ Medien			
	Chemikalien			
	...			
<i>Kooperation bei Unterrichtsvorhaben</i>				
<i>Leistungsbewertung/ Leistungsdiagnose</i>				

<i>Fortbildung</i>			
<i>fachspezifischer Bedarf</i>			
<i>fachübergreifender Bedarf</i>			