

# **Schulinterner Lehrplan des Alexander-von-Humboldt Gymnasiums für die Sekundarstufe I im Fach**

## **Chemie**

## UV 7.1: Stoffe im Alltag (ca. 24 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie lassen sich Reinstoffe identifizieren und klassifizieren sowie aus Stoffgemischen gewinnen?</i></p>	<p><b>IF1 Stoffe und Stoffeigenschaften</b> messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften Gemische und Reinstoffe Stofftrennverfahren einfache Teilchenvorstellung</p>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von Phänomenen</li> </ul> <p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifikation von Stoffen</li> </ul> <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von angeleiteten und selbstentwickelten Experimenten</li> <li>• Beachtung der Experimentierregeln</li> </ul> <p>K1 Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfassen von Protokollen nach vorgegebenem Schema</li> <li>• Anfertigen von Tabellen bzw. Diagrammen nach vorgegebenen Schemata</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen...</b></p> <p><b>... zur Schwerpunktsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Gefahrstoffkunde und des sicheren Experimentierens</li> <li>• Grundsätze des kooperativen Experimentierens (vgl. Schulprogramm)</li> <li>• Versuchsprotokolle</li> </ul> <p><b>... zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwenden charakteristischer Stoffeigenschaften zur Einführung der chemischen Reaktion → UV 7.2</li> <li>• Weiterentwicklung der Teilchenvorstellung zu einem einfachen Atommodell (Dalton) → UV 7.3</li> </ul> <p><b>... zu Synergien:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aggregatzustände mithilfe eines einfachen Teilchenmodells darstellen ← Physik UV 6.1</li> <li>• Arbeiten mit Größen und Einheiten, Ausbeuteberechnung (z.B. bei Destillationen), Schätzen lernen, Dichte → Mathematik UV5.3</li> </ul>		

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (fakultativ)
<p><i>Welche Eigenschaften eignen sich zum Identifizieren von Reinstoffen?</i> (ca. 10 Ustd.)</p>	<p>Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Schmelztemperatur/Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeit) identifizieren (UF1, UF2),</p> <p>eine geeignete messbare Stoffeigenschaft experimentell ermitteln (E4, E5, K1).</p>	<p>für alle Teile der Sequenz: <b>Integration von sprachsensiblen Unterrichtsmaterialien</b></p> <p>Regeln zum sicheren Umgang mit Chemikalien und Geräten (obligatorisch!)</p> <p>Möglicher Kontext: Detektive im Labor oder Speisen und Getränke – alles Chemie?!</p> <p>Erarbeitung verschiedener Stoffeigenschaften mithilfe eines Lernzirkels (individuell erweiterbar je nach Ideen der S‘uS)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Löslichkeit in Wasser</li> <li>2. Elektrische Leitfähigkeit</li> <li>3. Siedetemperatur /Schmelztemperatur</li> <li>4. Dichte</li> </ol> <p>Die Experimente sollten alle angeleitet sein. Einführung des Protokollschemas als Lückentext /AB o.ä.</p> <p>Identifikation der Stoffe mithilfe von Stoffsteckbriefen</p> <p>Lernaufgabe: selbstständiges Identifizieren eines Stoffes (z. B. Natron, Kochsalz, Zucker)</p>
<p><i>Wie lassen sich die Aggregatzustandsänderungen auf Teilchenebene erklären?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p>Aggregatzustände und deren Änderungen auf der Grundlage eines einfachen Teilchenmodells erklären (E6, K3).</p>	<p>Einstiegsexperiment (DV/SV): Komprimierbarkeit von Metallstab, Wasser und Luft im Vergleich [4] z.B. Experiment S. 29 (elemente Chemie) V2 Einführung Teilchenmodell (Im Unterricht: Ebenenwechsel Stoffebene – Teilchenebene transparent machen) Deutung auf Teilchenebene in Bezug auf Abstand,</p>

<p><i>Wie kann man die Verwendungsmöglichkeiten von Stoffen anhand ihrer Eigenschaften beurteilen?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p>Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften klassifizieren (UF2, UF3),</p> <p>die Verwendung ausgewählter Stoffe im Alltag mithilfe ihrer Eigenschaften begründen (B1, K2, MKR 2.1, 2.2).</p>	<p><b>Beweglichkeit und Ordnung [5] [6]</b></p> <p>Untersuchen der charakteristischen Eigenschaften von Metallen [7], Unterscheidung von Metallen und Nichtmetallen anhand ihrer Eigenschaften</p> <p>Anbindung an den Medienkompetenzrahmen (laut Vorgabe durch das Ministerium) Informationen aus analogen und digitalen Quellen beziehen</p> <p>Lernaufgaben zur Bewertung der Einsatzmöglichkeiten von Alltagsgegenständen aus z.B. Metallen aufgrund ihrer charakteristischen Eigenschaften</p>
<p><i>Wie lassen sich Reinstoffe aus Stoffgemischen mithilfe physikalischer Trennverfahren gewinnen?</i> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p>Experimente zur Trennung eines Stoffgemisches in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften planen und sachgerecht durchführen (E1, E2, E3, E4, K1).</p>	<p>Benennung und Beispiele der Stoffgemische</p> <p>Möglicher Kontext: Trinkwasser kooperatives Experimentieren, Erweiterung der Regeln zum sicheren Experimentieren (je nach Experimentiersituation z. B. Umgang mit dem Gasbrenner): 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</p>

**Weiterführendes Material (vom Ministerium empfohlen):**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<p><a href="http://www.bezreg-duesseldorf.nrw.de/lerntreffs/physik/pages/aktuell/dateien/Krabbe---Vortrag-Bornheim.pdf">http://www.bezreg-duesseldorf.nrw.de/lerntreffs/physik/pages/aktuell/dateien/Krabbe---Vortrag-Bornheim.pdf</a></p> <p><a href="https://www.kreis-lippe.de/media/custom/2001_5202_1.PDF?1418911228">https://www.kreis-lippe.de/media/custom/2001_5202_1.PDF?1418911228</a></p> <p><a href="http://oesz.at/sprachsensiblerunterricht/UPLOAD/Praxisreihe_23web.pdf">http://oesz.at/sprachsensiblerunterricht/UPLOAD/Praxisreihe_23web.pdf</a></p>	<p>Die Vortragsfolien von Krabbe liefern grundlegende Informationen zur Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Die Idee vom Lernenden Schreiben wird anhand des Protokollschreibens im Physikanfangsunterricht vorgestellt. Dabei werden ein Überblick über Scaffolding-Techniken beim Protokollschreiben gegeben und geeignete Übungen dargestellt.</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><a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/sprachsensibler-fachunterricht/sprachsensibler-fachunterricht/sprachsensibler-fachunterricht.html">https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/sprachsensibler-fachunterricht/sprachsensibler-fachunterricht/sprachsensibler-fachunterricht.html</a></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><a href="http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-der-Erkennntnisgewinnung-1.pdf">http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-der-Erkennntnisgewinnung-1.pdf</a></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. 78ff) finden sich Übersichten, Materialienlisten</p>

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		und Aufgabenstellungen für die Interaktionsboxen.
4	Schreiber, Silke. Lebendiges Teilchenmodell. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 2004 (79). S. 15-17	Schreiber gibt Informationen zum Versuch zur Komprimierbarkeit mittels Sprizentechnik und dessen Auswertung auf Teilchenebene.
5	<a href="http://www.digitale-medien.schule/aggregatzustaende.html">http://www.digitale-medien.schule/aggregatzustaende.html</a>	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.
6	<a href="http://chemie-digital.zum.de/wiki/Frau_Lachner/Aggregatzustände_im_Teilchenmodell">http://chemie-digital.zum.de/wiki/Frau_Lachner/Aggregatzustände_im_Teilchenmodell</a>	Die digitale Lernumgebung von Lachner simuliert die Beschreibung der Aggregatzustände mit dem Kugelteilchenmodell. Zur Übung findet man Lückentexte und MC-Aufgaben.
7	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-077.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-077.htm</a>	Experimentiervorschrift zur Unterscheidung von metallischen und nichtmetallischen Festkörpern
8	<a href="https://www.wasser-macht-schule.de/trinkwasser/gewinnung">https://www.wasser-macht-schule.de/trinkwasser/gewinnung</a>  <a href="https://www.wasser-aqualino.de/forscherwerkstatt/arbeitsblaetter">https://www.wasser-aqualino.de/forscherwerkstatt/arbeitsblaetter</a>	<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 Experimentiervorschriften. Sie wird in einer Gemeinschaftsaktion der regionalen Wasserwirtschaft herausgegeben.</p>

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
	<a href="https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2019-03/un-weltwasserbericht-klimawandel-trinkwasserversorgung">https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2019-03/un-weltwasserbericht-klimawandel-trinkwasserversorgung</a>	<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	<p>M. Emden. J. Koenen. E. Sumfleth. Chemieunterricht im Zeichen von Diagnostik und Förderung. Münster: Waxmann. 2015.S. 85 ff</p> <p><a href="http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-von-Diagnostik-und-F%C3%B6rderung.pdf">http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-von-Diagnostik-und-F%C3%B6rderung.pdf</a></p>	<p>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.</p>

Letzter Zugriff auf die URL: 29.06.2019

## UV 7.2: Chemische Reaktion (ca. 18 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte Kompetenzentwicklung
<p><i>Woran erkennt man eine chemische Reaktion?</i></p>	<p><b>IF2 Chemische Reaktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoffumwandlung</li> <li>- Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen: chemische Energie, Aktivierungsenergie</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benenne chemischer Phänomene</li> </ul> <p>E2 Beobachtung und Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gezieltes Wahrnehmen und Beschreiben chemischer Phänomene</li> </ul> <p>K1 Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentieren von Experimenten</li> </ul> <p>K4 Argumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachliche sinnvolles Begründen von Aussagen</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen...</b></p> <p><b>... zur Schwerpunktsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätze des kooperativen Experimentierens (vgl. Schulprogramm)</li> <li>• Protokolle</li> <li>• Wortgleichung / Reaktionsschema</li> </ul> <p><b>... zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwenden charakteristischer Stoffeigenschaften zur Einführung der chemischen Reaktion → UV 7.2</li> <li>• Weiterentwicklung der Teilchenvorstellung zu einem einfachen Atommodell (Dalton) → UV 7.3</li> </ul> <p><b>... zu Synergien:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aggregatzustände mithilfe eines einfachen Teilchenmodells darstellen ← Physik UV 6.1</li> <li>• Berechnung von und Umgang mit Statistik und Durchschnittswerten → Mathematik UV 5.1 / UV6.8</li> </ul>		

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (fakultativ)</b>
<p><i>Woran erkennt man eine chemische Reaktion?</i> (ca. 12 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>Chemische Reaktionen in Form von Reaktionsschemata in Worten darstellen (UF1, K1)</p> <p>Einfache chemische Reaktionen sachgerecht durchführen und auswerten (E4, E5, K4)</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</p> <p>Problemorientierter Einstieg: Gewinnung von Salz und Zucker aus Salzwasser bzw. Zuckerwasser durch Eindampfen Beobachtung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beim Salzwasser verdampft das Wasser und zurück bleibt Kochsalz</li> <li>• beim Zuckerwasser verdampft zunächst Wasser, dann entsteht ein zähflüssiger Zuckersirup und anschließend karamellisiert der Zucker [1]</li> </ul> <p><b>Konzept: Reaktionsschema / Wortgleichung</b></p> <p>Untersuchung der Vorgänge beim Erhitzen von Zucker [2]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beobachtung der Verfärbung der Schmelze von weiß über gelb zu braun bis schwarz (neuer Stoff mit neuen Eigenschaften)</li> <li>– Beobachtung einer farblosen Flüssigkeit (Nachweis von Wasser als zweites Reaktionsprodukt)</li> </ul> <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"> <li>– Beschreibung der Ausgangsstoffe und Endstoffe</li> <li>– Deutung der Versuchsbeobachtungen hinsichtlich der Veränderung der Stoffeigenschaften und der energetischen Beobachtungen</li> <li>– Einführung der Fachbegriffe „chemische Energie“ (in Stoffen gespeicherte Energie) und „Aktivierungsenergie“ (Erweiterung der Definition für chemische Reaktionen um energetische Aspekte)</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (fakultativ)</b>
<p><i>Welche Bedeutung haben chemische Reaktionen für den Menschen?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Chemische Reaktionen anhand von Stoff- und Energieumwandlungen auch im Alltag identifizieren (E2, UF4)</p> <p>Die Bedeutung chemischer Reaktionen in der Lebenswelt begründen (B1, K4)</p>	<p>„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"> <li>– Untersuchung von Brausepulver [3]</li> <li>– Untersuchung von Backtriebmitteln (Natron, Hirschhornsalz) [4]</li> <li>– Verbrennung von Kohle</li> <li>– Chemische Reaktionen im Menschen (Verdauung) [5]</li> <li>– Kalkentfernung mithilfe saurer Reiniger</li> <li>– ...</li> </ul> <p>Überprüfungs- und Anwendungsaufgaben</p> <p><b>Vertiefungs-/Differenzierungsmöglichkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieumwandlungen von chemischer Energie in andere Energieformen anhand von Beispielen beschreiben</li> </ul> <p>Recherche nach weiteren chemischen Reaktionen im Alltag</p>

weiterführendes Material (vom Ministerium vorgeschlagen)

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Teilchen/teilchen/chemreak/chemreak0.htm">http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Teilchen/teilchen/chemreak/chemreak0.htm</a>	Lernumgebung zur chemischen Reaktion mit Videoclips und Animationen; Abgrenzung von chemischen Reaktionen zu physikalischen Vorgängen
2	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-075.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-075.htm</a>	Experiment zum Karamellisieren von Zucker einschließlich Nachweis des Reaktionsprodukts Wasser
3	<a href="https://sinus-sh.lernnetz.de/sinus/materialien/sinus_lft_07112010/brausepulver_skript.pdf">https://sinus-sh.lernnetz.de/sinus/materialien/sinus_lft_07112010/brausepulver_skript.pdf</a>	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	<a href="https://www.uni-regensburg.de/chemie-pharmazie/anorganische-chemie-pfitzner/medien/data-demo/2011-2012/ws2011-2012/backmittel_pmnw.pdf">https://www.uni-regensburg.de/chemie-pharmazie/anorganische-chemie-pfitzner/medien/data-demo/2011-2012/ws2011-2012/backmittel_pmnw.pdf</a>	Sammlung von Experimenten rund um Backtriebmittel (Backpulver, Hirschhornsalz, Pottasche) einschließlich Erklärungen zu den Beobachtungen
5	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-bclm/kap_03.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-bclm/kap_03.htm</a>	Professor Blumes Medienangebot: Überblick über die chemischen Prozesse bei der Verdauung als Hintergrundinformationen für die Lehrkraft
6	<a href="http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/didaktiken/chemie/schokomaterialien/v2.pdf">http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/didaktiken/chemie/schokomaterialien/v2.pdf</a>	Experimentiervorschrift für das Backen eines Spiegeleis mit brennender Schokolade zur Veranschaulichung der chemischen Energie
7	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=cw7q433ynYg">https://www.youtube.com/watch?v=cw7q433ynYg</a>	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.

Letzter Zugriff auf die URL: 09.10.2019

### UV 7.3: Verbrennung (ca. XX Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte Kompetenzentwicklung
Was ist eine Verbrennung?	<b>IF3 Verbrennung</b> Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff: <b>Oxidbildung</b> , Zündtemperatur, Zerteilungsgrad Chemische Elemente und Verbindungen, Analyse und Synthese Nachweisreaktionen Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen: Wasser als Oxid Gesetz von der Erhaltung der Masse Einfaches Atommodell	UF3 Ordnung und Systematisierung Einordnen chemischer Sachverhalte UF4 Übertragung und Vernetzung Hinterfragen von Alltagsvorstellungen E4 Untersuchung und Experiment Durchführen von Experimenten und Aufzeichnen von Beobachtungen E5 Auswertung und Schlussfolgerung Ziehen von Schlüssen E6 Modell und Realität Erklären mithilfe von Modellen K3 Präsentation fachsprachlich angemessenes Vorstellen chemischer Sachverhalte B1 Fakten- und Situationsanalyse Benennen chemischer Fakten B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen Aufzeigen von Handlungsoptionen
<b>weitere Vereinbarungen</b> <b>... zur Schwerpunktsetzung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstrations-Modell Brennstoffzellenauto (vgl. Nachhaltigkeitskonzept)</li> </ul> <b>... zur Vernetzung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung der Sauerstoffübertragungsreaktionen → UV 7.4</li> <li>• Weiterentwicklung des einfachen zum differenzierten Atommodell → UV 8.1</li> <li>• Weiterentwicklung des Begriffs Oxidbildung zum Konzept der Oxidation → UV 9.2</li> <li>• Oberflächen-Volumen-Berechnungen, Modellbildung (Würfel basteln, vgl. Buch S. 78), Bruchrechnung → Mathematik UV5.7</li> </ul>		

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (fakultativ)</b>
<p>Wie werden Brände gelöscht? (ca. 5 UStd.)</p>	<p>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).</p>	<p>Kontext: Brände und Brandbekämpfung</p> <p>SuS nennen Vorschläge, um Brände zu löschen: Feuerlöscher, Löschdecke, Wasser ...</p> <p>Überprüfung der Wirksamkeit verschiedener Löschmethoden mittels Experimenten (z. B.: Löschen von brennendem Holz, Ethanol)</p> <p>Erarbeitung der Voraussetzungen für eine Brandentstehung, experimentelle Untersuchung und Ableitung von Löschmethoden: Brennbarkeit von Stoffen, Zündtemperatur von Stoffen, Anwesenheit von Sauerstoff</p> <p>Mögliches Beispiel:</p> <p>Experiment zum Abkühlen eines Stoffes unter die Zündtemperatur:</p> <p>Kann Papier vor dem Entzünden durch eine Kerze geschützt werden?</p> <p>„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).</p> <p>mögliche Vertiefung: Wann entflammt Feuerzeuggas?</p> <p>Vertiefung: Brandvorsorge</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (fakultativ)</b>
<p><i>Was ist eine Verbrennung?</i> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p>die Verbrennung als eine chemische Reaktion mit Sauerstoff identifizieren und als <b>Oxidbildung</b> klassifizieren (UF3),</p> <p>den Verbleib von Verbrennungsprodukten (Kohlenstoffdioxid und Wasser) mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse begründen (E3, E6, E7, K3),</p> <p>mit einem einfachen Atommodell Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff erklären (E5, E6),</p> <p>anhand von Beispielen Reinstoffe in chemische Elemente und Verbindungen einteilen (UF2, UF3).</p>	<p>Kontext: Feuer und Flamme – Was passiert hier?</p> <p>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.</p> <p>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)</p> <p>Begriff: <b>Oxidbildung</b>.</p> <p>Formulierung von Wortgleichungen zur Verbrennung</p> <p>Nimmt die gesamte Masse bei Verbrennungen zu oder ab?</p> <p>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].</p> <p>Einführung des Atombegriffs als kleinste Bausteine chemischer Elemente</p> <p>Übertragung des Atommodells auf bekannte chemische Reaktionen und Erklärung der beobachteten Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff</p> <p>Einteilung von Reinstoffen in Elemente und Verbindungen</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (fakultativ)</b>
<p><i>Welche Rolle spielt die Luft bzw. der Sauerstoff bei Verbrennungsprozessen?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>die wichtigsten Bestandteile des Gasgemisches Luft, ihre Eigenschaften und Anteile nennen (UF1, UF4),</p> <p>Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4).</p>	<p>Kontext: Auch Metalle können brennen</p> <p>Anhand der Stoffproben Eisenpulver, Eisenwolle, Eisenblech sollen 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 (Glimmspanprobe), Kohlenstoffdioxid (Kalkwassernachweis) und Anfertigung eines Kreisdiagramms zu den Hauptbestandteilen der Luft</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (fakultativ)</b>
<p><i>Wie kann Wasserstoff als Kraftstoff genutzt werden?</i> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4), 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, VB D, Z3, Z5) → Rahmenvorgabe Verbraucherbildung</p>	<p>Kontext: Brennstoffzellen im Straßenverkehr Das Brennstoffzellenauto – wie funktioniert es?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Demonstration eines funktionsfähigen Modells eines Brennstoffzellenautos</li> <li>– vereinfachte Beschreibung der Funktionsweise eines Fahrzeugs mit Brennstoffzelle [4]</li> </ul> <p>Gruppenpuzzle, Differenzierung mittels Anforderungsbereich der einzelnen Themen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) das Brennstoffzellenauto (Modellexperiment) und qualitative energetische Betrachtung</li> <li>b) Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung von Wasserstoff</li> <li>c) Wasserstoff-Fahrzeuge: Recherche aktueller Stand nach der Austauschphase: Sammlung von Vor- und Nachteilen eines Wasserstoff-Autos in den Stammgruppen</li> </ol> <p>Wie kann Wasser zerlegt werden, wie kann es hergestellt werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Analyse von Wasser: Magnesium verbrennt in siedendem Wasser (Nachweis Wasserstoff mittels Knallgasprobe). Wasser muss aus den Elementen Wasserstoff (entstandener Wasserstoff) und Sauerstoff (entstandenes Magnesiumoxid) bestehen. Nachweis von Wasserstoff</li> </ul> <p>Synthese von Wasser: Verbrennung Wasserstoff an der Luft, Nachweis von Wasser [4]</p>

**weiterführendes Material (vom Ministerium vorgeschlagen):**

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

Letzter Zugriff auf die URL: 10.11.2019

### UV 7.4: Metalle und Metallgewinnung (ca. 16 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?</i></p>	<p><b>IF4: Metalle und Metallgewinnung</b> Zerlegung von Metalloxiden Sauerstoffübertragungsreaktionen edle und unedle Metalle Metallrecycling</p>	<p>UF2 Auswahl und Anwendung  <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwenden chemischen Fachwissens</li> </ul>           UF3 Ordnung und Systematisierung  <ul style="list-style-type: none"> <li>Klassifizieren chemischer Reaktionen</li> </ul>           E3 Vermutung und Hypothese  <ul style="list-style-type: none"> <li>hypothesegeleitetes Planen einer Versuchsreihe</li> </ul>           E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten  <ul style="list-style-type: none"> <li>Nachvollziehen von Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung</li> </ul>           B3 Abwägung und Entscheidung  <ul style="list-style-type: none"> <li>begründetes Auswählen von Handlungsoptionen</li> </ul>           B4 Stellungnahme und Reflexion  <ul style="list-style-type: none"> <li>Begründen von Entscheidungen</li> </ul> </p>
<p><b>weitere Vereinbarungen</b>  <b>... zur Schwerpunktsetzung:</b>            Besuch eines außerschulischen Lernortes zur Metallgewinnung (Kooperation mit außerschulischem Partner), fakultativ ggf Alu-Norf?  <b>... zur Vernetzung:</b>            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  <b>... zu Synergien:</b>            Versuchsreihen anlegen ← Biologie UV 5.1, UV 5.4            Verbraucherbildung: Aluminium-Gewinnung, Bauxit-Abbau, Coltan → Erdkunde UV?; Politik UV?</p>		

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (fakultativ)
<p>Wie wurden und werden Metalle hergestellt? (ca. 10 Ustd.)</p>	<p>ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff als edle und unedle Metalle ordnen (UF2, UF3).</p> <p>chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Zerlegung von Oxiden klassifizieren (UF3).</p>	<p>Noch zu bearbeiten</p> <p>Kontext: Kupfer-, Bronze-, Eisenzeit - Warum werden historische Zeitabschnitte nach Metallen oder Metalllegierungen benannt? 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. Problem: Die wenigsten Metalle kommen gediegen vor – experimentelle Erarbeitung der Herstellung von Metallen Einführen der Metalloxide durch Erarbeitung der Oxidationsreihe der Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff</p> <p>Wie kam Ötzi an sein Kupferbeil? – Einführung in den historischen Kontext mit Auszügen aus einem Jugendbuch [1] oder Zeitungsartikel [2] selbstständige Planung und experimentelle Durchführung der Kupfergewinnung im Schülerversuch (je nach Planung mit Kohlenstoff oder Eisen) Auswertung der Beobachtungen auf der phänomenologischen und submikroskopischen Ebene Aufstellen eines einfachen Reaktionsschemas in Worten</p> <p>Experimente zur Zerlegung von ausgewählten Metalloxiden hypothesengeleitet planen und geeignete Reaktionspartner auswählen (E3, E4), Sauerstoffübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Konzeptes modellhaft erklären (E6), ausgewählte Verfahren zur Herstellung von Metallen erläutern und ihre Bedeutung für die gesellschaftliche</p>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (fakultativ)
		<p>Entwicklung beschreiben (E7).</p> <p>Vertiefung: Eisengewinnung früher, heute und morgen in Anbindung an den Besuch des Hochofens im Landschaftspark Nord</p> <p>(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> <p>Beantwortung der Frage nach der Benennung der historischen Zeitabschnitte</p> <p>Wie gewinnt man z. B. Silber? Lehrerexperiment: Herstellung von Silber aus Silberoxid zur Einführung der Zerlegung von Oxiden 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: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (fakultativ)
<i>Alufolie und Alurahmen beim Fahrrad (ca. 4 Ustd.)</i>	Die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten (B1, B4, K4, VB Ü, VB D, Z1, Z2) → Rahmenvorgabe Verbraucherbildung	Aluminiumherstellung thematisieren
<i>Wie lassen sich Metallbrände löschen? (ca. 2 Ustd.)</i>	Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3).	Kontext: Großbrand auf dem Gelände einer Recyclingfirma „Schrottinsel“ in Ruhrort [7] Problemaufriss ausgehend von ausgewählten Zeitungsartikeln, alternativ mit einem Artikel zu einem Magnesiumbrand, z.B. [8] Lehrerdemonstrationsexperiment: Magnesium in Kohlenstoffdioxid verbrennen Untersuchung der Reaktionsprodukte Magnesiumoxid und Kohlenstoff durch die Schülerinnen und Schüler Übertragung der Problematik auf das Löschen mit Wasser Entwicklung alternativer Löschmöglichkeiten im Rückgriff auf ← 7.3

**weiterführendes Material (vom Ministerium vorgeschlagen):**

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. <a href="https://www.sueddeutsche.de/panorama/gletschermumie-oetzi-lebt-1.3164885">https://www.sueddeutsche.de/panorama/gletschermumie-oetzi-lebt-1.3164885</a>	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	<a href="https://www.planet-schule.de/sf/php/sendungen.php?sendung=6903">https://www.planet-schule.de/sf/php/sendungen.php?sendung=6903</a>	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	<a href="https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/unternehmen/nachhaltigkeit/klimastrategie/">https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/unternehmen/nachhaltigkeit/klimastrategie/</a>	Das Unternehmen informiert auf dieser Seite im Zusammenhang mit der Zielsetzung bis 2050 klimaneutral zu arbeiten, über ihren Versuch, Wasserstoff im Hochofen einzusetzen.
6	<a href="https://rp-online.de/nrw/staedte/duisburg/thyssenkrupp-in-duisburg-setzt-wasserstoff-im-hochofen-ein_aid-47127643">https://rp-online.de/nrw/staedte/duisburg/thyssenkrupp-in-duisburg-setzt-wasserstoff-im-hochofen-ein_aid-47127643</a>	Der Zeitungsartikel berichtet über dieses Vorhaben in allgemein verständlicher Weise.
7	<a href="https://www.waz.de/staedte/duisburg/experten-suchen-ursache-fuer-grossbrand-im-duisburger-hafen-id9383772.html">https://www.waz.de/staedte/duisburg/experten-suchen-ursache-fuer-grossbrand-im-duisburger-hafen-id9383772.html</a>	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	<a href="https://www.thueringer-allgemeine.de/leben/blaulicht/magnesium-brand-richtet-bei-sonneberg-millionenschaden-an-id217419241.html">https://www.thueringer-allgemeine.de/leben/blaulicht/magnesium-brand-richtet-bei-sonneberg-millionenschaden-an-id217419241.html</a>	Der Zeitungsartikel zum Magnesiumbrand ist geeignet, um jenseits der o.g. Problematisierung eine problemorientierte Anbindung an den nachfolgend durchgeführten Lehrversuch 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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
10	<a href="http://www.welcome-to-sodom.de">http://www.welcome-to-sodom.de</a>	Dieser Dokumentarfilm, freigegeben ab 6 Jahren, lief 2018 im Kino und ist mittlerweile auf DVD erhältlich. Es werden Einblicke gegeben in Europas größte Elektroschrotthalde mitten in Afrika (Agbogloshie) und die Verlierer der digitalen Revolution vor Ort porträtiert.
11	<a href="https://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de/fileadmin/chemiedidaktik/pdf/Lehrer/urban_mining/2_Materialien_fuer_die_Unterrichtsgestaltung.pdf">https://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de/fileadmin/chemiedidaktik/pdf/Lehrer/urban_mining/2_Materialien_fuer_die_Unterrichtsgestaltung.pdf</a>	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	<a href="https://www.fairphone.com/de/">https://www.fairphone.com/de/</a>	Auf der Internetseite des Unternehmens finden sich weitere Informationen zum fairen Handel mit Smartphones, die die Vorbereitung einer entsprechenden Rollenkarte unterstützen.
13	<a href="https://www.bund.net/aktuelles/detail-aktuelles/news/handys-und-effizienz-dein-smartphone-ist-ein-dumbphone/">https://www.bund.net/aktuelles/detail-aktuelles/news/handys-und-effizienz-dein-smartphone-ist-ein-dumbphone/</a>	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.

letzter Zugriff auf die URL: 18.11.2019

## 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><b>IF6: Salze und Ionen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ionenbindung: Anionen, Kationen, Ionengitter, Ionenbildung</li> <li>– Eigenschaften von Ionenverbindungen: Kristalle, Leitfähigkeit von Salzschnmelzen/-lösungen</li> <li>– Gehaltsangaben</li> <li>– Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten</li> </ul> <p>UF2 Auswahl und Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul> <p>E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwickeln von Gesetzen und Regeln</li> </ul> <p>B1 Fakten und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizieren naturwissenschaftlicher Sachverhalte und Zusammenhänge</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen</b></p> <p><b>... zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atombau: Elektronenkonfiguration ← UV 8.1</li> <li>• Anbahnung der Elektronenübertragungsreaktionen → UV 9.2</li> <li>• Ionen in sauren und alkalischen Lösungen → UV 10.2</li> </ul> <p><b>... zu Synergien</b></p> <p>elektrische Ladungen → Physik UV 9.6</p>		

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<p><i>Was sind Salze und wie sind sie aufgebaut?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>den Gehalt von Salzen in einer Lösung durch Eindampfen ermitteln (E4),</p> <p>an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2).</p> <p><b>(MK 1.2)</b></p>	<p>Kontext: Sportgetränke – sinnvoll oder nicht?</p> <p>Einstieg: Welche Getränke sollte man bei Sport trinken? Internetrecherche zu Elektrolyt- bzw. Sportgetränken hinsichtlich ihrer Mineralstoffzusammensetzung [1, 2, 3]</p> <p>Sammlung von Fragen zu den Mineralstoffen in Getränken: z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Was sind Mineralstoffe?</li> <li>- Was ist der Unterschied zwischen Mineralstoffen und Metallen?</li> <li>- Wozu benötigen wir Menschen Mineralstoffe?</li> <li>- Welche Eigenschaften haben Mineralstoffe?</li> <li>- Wie sind Mineralien auf Teilchenebene aufgebaut?</li> <li>- Welche Getränke sollte man bei sportlicher Betätigung trinken?</li> <li>- usw.</li> </ul> <p>Clustern der Fragen und systematische Beantwortung:</p> <p>1. Was sind Mineralien?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eindampfen verschiedener Mineralwasserproben (quantitatives Experiment)</li> <li>- Beobachtung eines weißen kristallinen Rückstands</li> <li>- Einordnen des Rückstands als Mineralien bzw. Salze</li> <li>- Bestimmung des Gehaltes an Salzen der verschiedenen Mineralwässer</li> </ul> <p>2. Wie sind Salze aufgebaut?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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 [4,5])</li> <li>- Übungsaufgabe zur Ionenbildung an anderen Beispielen (Zusammenhang Ionenladung/PSE)</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diskussion über die fachsprachlichen Ungenauigkeiten in der Alltagssprache: mangelnde Unterscheidung zwischen dem Element Natrium und Natriumverbindungen</li> </ul>
<p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Salze und wie lassen sich diese Eigenschaften erklären?</i> (ca. 7 Ustd.)</p>	<p>ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1), unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).</p>	<p>3. Welche besonderen Eigenschaften haben Salze?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- experimentelle Untersuchung der Stoffeigenschaften von Salzen am Bsp. von Kochsalz im Stationenbetrieb (Leitfähigkeit, Kristallbildung, Schmelztemperatur, Sprödigkeit)</li> <li>- Erklärung der Stoffeigenschaften mithilfe der Ionen und der Ionenbindung [5,6,7]</li> </ul> <p>4. Wozu benötigen wir Menschen Mineralstoffe bzw. Salze?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktion ausgewählter Ionen im menschlichen Körper (arbeitsteilige Internetrecherche; Ergebnispräsentation als Wandzeitung, Museumsgang) [8,9]</li> <li>- Erstellung einer Trinkempfehlung bei sportlichen Aktivitäten</li> </ul>
<p><i>In welchem Verhältnis befinden sich positive und negative Ionen in einem Salz?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>an einem Beispiel das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse erklären und eine chemische Verhältnisformel herleiten (E6, E7, K1).</p>	<p>Schreibweise der Chemikerinnen und Chemiker:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ableitung von Verhältnisformeln von Salzen aus Hauptgruppenelementen über das PSE mit Übungen [5, 10]</li> <li>- Bestimmung des Massenverhältnisses von Magnesiumoxid mithilfe des PSE</li> <li>- Bestätigung des Massenverhältnisses von Magnesiumoxid durch Verbrennung von Magnesium in Sauerstoff in einer geschlossenen Apparatur im Lehrerexperiment [11]</li> <li>- Erklärung des Gesetzes der konstanten Massenverhältnisse über die Atomzahlenverhältnisse in Verbindungen</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>mögliche Vertiefung: Ableitung von Verhältnisformeln von Salzen mit Nebengruppenelementen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentelle Bestimmung der Verhältnisformel von Silberoxid [12, 13]</li> </ul>
<p><i>Sind Salze schädlich für die Umwelt?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p>ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1), unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1). <b>(MK 2.3, 2.4) (VB B Z3)</b></p>	<p>offenes Lernangebot [14] zur Binnendifferenzierung mit ausgewählten Schwerpunkten, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorkommen von Salzen</li> <li>- Gewinnung von Salzen</li> <li>- Salzabbau und seine Folgen für die Umwelt</li> <li>- Vor- und Nachteile von Streusalz</li> <li>- Vor- und Nachteile von mineralischen Düngern</li> </ul>

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.runnersworld.de/sport-wettkampf-ernaehrung/elektrolytgetraenke-im-test/">https://www.runnersworld.de/sport-wettkampf-ernaehrung/elektrolytgetraenke-im-test/</a>	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)
2	<a href="http://www.gesundheits-lexikon.com/Ernaehrung-Diaeten/Sport-und-Ernaehrung/Leistungssport-Geeignete-Getraenke.html">http://www.gesundheits-lexikon.com/Ernaehrung-Diaeten/Sport-und-Ernaehrung/Leistungssport-Geeignete-Getraenke.html</a>	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.)
3	<a href="https://www.hdsports.de/ernaehrung/17-sportgetraenke-im-test?start=3">https://www.hdsports.de/ernaehrung/17-sportgetraenke-im-test?start=3</a>	Testbericht zu 17 Sportgetränken; u. a. auch eine ausführliche Angabe der enthaltenen Salze mit Bewertung; fachsprachliche Fehler s. o.
4	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/flashfilme.htm#nacl_synthese_anim">https://www.chemie-interaktiv.net/flashfilme.htm#nacl_synthese_anim</a>	Chemie-Didaktik der Universität Wuppertal: Flashanimationen zur Kochsalzsynthese (Videoclips zum Experiment, Animationen zur Ionenbildung und Kristallbildung, Aufstellen von Reaktionsgleichungen)
5	Demnächst veröffentlicht auf: <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idcat=3634&amp;lang=9">https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idcat=3634&amp;lang=9</a>	Das Lernleiter-Konzept zum Thema Ionen und Salze verknüpft Strukturierung mit Binnendifferenzierung. Dabei werden die Lerninhalte mit den inhaltlichen Schwerpunkten Ionenbindung, Eigenschaften von Salzen und die Herleitung von Verhältnisformeln in kleinschrittige Lernsequenzen (Milestones) strukturiert. In diese werden Bausteine zur individuellen Förderung, die ein strukturiertes Vorgehen und ein selbstreguliertes Lernen unterstützen, integriert. Passgenaue Aufgaben auf Grundlage einer Selbsteinschätzung der SuS bieten Übungsmöglichkeiten, leistungsstarke SuS werden durch Transferaufgaben gefördert.
6	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/nacl/experim.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/nacl/experim.htm</a>	Prof. Blumes Bildungsserver: Rund ums Kochsalz; Experimente zu den Stoffeigenschaften von Kochsalz mit Hintergrundinformationen
7	<a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/bs/6bg/6bg1/lpe_6_ionen_und_salze/eigenschaften_von_salzen/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/bs/6bg/6bg1/lpe_6_ionen_und_salze/eigenschaften_von_salzen/</a>	Bildungsserver Baden-Württemberg: Experimente zu den Stoffeigenschaften von Kochsalz (Arbeitsblätter mit Lösungen)
8	Broschüre: Richtig trinken im Sport Kostenlos bestellbar unter: <a href="https://www.mineralwasser.com/nc/publikationen.html#gallery-details-11">https://www.mineralwasser.com/nc/publikationen.html#gallery-details-11</a>	Ausführliche Informationen zu Wasser im menschlichen Körper, Zusammensetzung und Funktion von Schweiß, Mineralstoffen und ihre Funktion, Sportgetränken und Trinkempfehlungen für Sportler

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
9	<a href="https://www.assmann-stiftung.de/wp-content/uploads/2013/09/Vitamine-Mineralstoffe-Spurenelemente.pdf">https://www.assmann-stiftung.de/wp-content/uploads/2013/09/Vitamine-Mineralstoffe-Spurenelemente.pdf</a>	Übersichtstabelle wichtiger Mineralstoffe: täglicher Bedarf, Funktion, Vorkommen, Mangelercheinungen
10	<a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2004/fb4/4_w2/2_format/m108/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2004/fb4/4_w2/2_format/m108/</a> <a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2004/fb4/3_ueben2/a74/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2004/fb4/3_ueben2/a74/</a>	Bildungsserver Baden-Württemberg: Übungsaufgaben zur Bestimmung von Ladungszahlen von Ionen und Verhältnisformeln
11	<a href="https://www.ld-didactic.de/documents/de-DE/EXP/C/C1/C1221_d.pdf">https://www.ld-didactic.de/documents/de-DE/EXP/C/C1/C1221_d.pdf</a>	Experimentiervorschrift für die Synthese von Magnesiumoxid in einer geschlossenen Apparatur zur Ableitung der Verhältnisformel und Bestätigung des Gesetzes der konstanten Massenverhältnisse
12	<a href="https://www.kappenberg.com/experiments/quantan/pdf-aka11/c10.pdf">https://www.kappenberg.com/experiments/quantan/pdf-aka11/c10.pdf</a>	Homepage des Arbeitskreises Kappenberg: quantitative Thermolyse von Silberoxid und Bestimmung der Verhältnisformel von Silberoxid
13	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/10_09.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/10_09.htm</a>	Prof. Blumes Bildungsserver: quantitative Thermolyse von Silberoxid und Bestimmung der Verhältnisformel von Silberoxid
14	<a href="http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernbox%20Salze.pdf">http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernbox%20Salze.pdf</a>	Umfangreiche Lernbox zum Thema Eigenschaften Herstellung und Verwendung von Salzen mit Fachtexten, Diagrammen und Tabellen, Rechercheaufgaben und Experimenten, die individuell und für die Klasse zusammengestellt werden können.

letzter Zugriff auf die URL: 01.09.2019

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fragestellung</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Inhaltsfeld</b></li> <li>• <b>Inhaltliche Schwerpunkte</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</b></li> </ul>
<p><i>Wie lässt sich die Übertragung von Elektronen nutzbar machen?</i></p>	<p><b>IF7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen</li> <li>– Oxidation, Reduktion</li> <li>– Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle</li> <li>– Elektrolyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UF1 Wiedergabe und Erklärung               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläutern chemischer Reaktionen und Beschreiben der Grundelemente chemischer Verfahren</li> </ul> </li> <li>UF3 Ordnung und Systematisierung               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnen chemischer Sachverhalte</li> </ul> </li> <li>UF4 Übertragung und Vernetzung               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernetzen naturwissenschaftlicher Konzepte</li> </ul> </li> <li>E3 Vermutung und Hypothese               <ul style="list-style-type: none"> <li>• hypothesengeleitetes Planen von Experimenten</li> </ul> </li> <li>E4 Untersuchung und Experiment               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlegen und Durchführen einer Versuchsreihe</li> </ul> </li> <li>E6 Modell und Realität               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden von Modellen als Mittel zur Erklärung</li> </ul> </li> <li>B3 Abwägung und Entscheidung               <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründetes Auswählen von Maßnahmen</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen</b></p> <p><b>... zur Schwerpunktsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Symbolschreibweise wird mittels Formulierungshilfen zu den Vorgängen auf der submikroskopischen Ebene sprachsensibel gestaltet.</li> </ul> <p><b>... zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragung ← UV 9.1 Salze und Ionen</li> <li>• Übungen zum Aufstellen von Reaktionsgleichungen ← UV 9.1 Salze und Ionen</li> <li>• Thematisierung des Aufbaus und der Funktionsweise komplexerer Batterien und anderer Energiequellen → GK Q1 UV 3</li> </ul> <p><b>... zu Synergien</b></p>		

- funktionales Thematisieren der Metallbindung ← Physik UV 9.6

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<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), (MK 1.1, 1.2)</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"> <li>- Deuten des Experiments</li> <li>- Betrachtung der Vorgänge auf submikroskopischer Ebene, unterstützt durch eine Animation [1]</li> <li>- Aufstellen der Teilgleichungen und Einführung der Oxidation als Abgabe von Elektronen und Reduktion als Aufnahme von Elektronen</li> </ul> <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"> <li>- Erklärung der Beobachtungen mithilfe des Donator-Akzeptor-Prinzips als Aufnahme und Abgabe von Elektronen</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Veranschaulichung der Elektronenübergänge mit Hilfe digitaler Animationen, z. B. [3]</li> <li>- Übung: Aufstellen der entsprechenden Teilgleichungen und der jeweiligen Redoxreaktion</li> </ul> <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"> <li>- Deutung der Vorgänge auf submikroskopischer Ebene (ggf. Thematisieren der Metallbindung) [6]</li> </ul> <p>mögliche Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Egg-Race: Wer baut das stärkste Galvanische Element?</li> <li>- Transfer der Erkenntnisse auf das Volta-Element [7]</li> </ul> <p>Energie aus der Luft? - Erarbeitung der Funktionsweise einer Zink-Luft-Knopfzelle hinsichtlich der Elektronenübergänge</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<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"> <li>- Deutung der Beobachtungen auf makroskopischer Ebene</li> <li>- Erläuterung der Vorgänge bei der Elektrolyse durch Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragungsreaktion</li> </ul> <p>Umkehrung der Elektrolyse der Zinkiodidlösung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung der Stromstärke</li> <li>- Betreiben eines kleinen Motors</li> </ul> <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"> <li>- Galvanisieren [12]</li> <li>- „Autobatterie“</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
		<p>„Saubere Autos?“ – Brennstoffzelle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einstieg mit einer Sachgeschichte der Sendung mit der Maus [13]</li> <li>- Demonstrationsversuch mit einem Brennstoffzellenmodellauto (Hydrocar)</li> <li>- Erarbeitung der Vorgänge auf der submikroskopischen Ebene [14,15]</li> <li>- Zur Vertiefung: Maxwissen Video zur Brennstoffzelle und Elektrolyse [16]</li> </ul> <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	<a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/fileadmin/Chemie/chemiedidaktik/files/html5_animations/rp-schmitz/reaktion_eisennagel-kupfersulfat/eisennagel-kupfersulfat-loesung.html">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/fileadmin/Chemie/chemiedidaktik/files/html5_animations/rp-schmitz/reaktion_eisennagel-kupfersulfat/eisennagel-kupfersulfat-loesung.html</a>	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	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm">https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm</a>	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	<a href="http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/daniell_element/daniel_element.htm">http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/daniell_element/daniel_element.htm</a>	Aufbau, Entstehung der Spannung und des Stromflusses werden auf einfachem Niveau erklärt.
6	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm">https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm</a>	Mit Hilfe ausgewählter Animationen auf dieser Seite kann die aus dem Physikunterricht ggf. bekannte metallische Bindung bei Bedarf nochmals wiederholt werden.
7	<a href="https://www.planet-schule.de/wissenspool/meilensteine-der-naturwissenschaft-und-technik/inhalt/unterricht/elektrizitaet/alessandro-volta-und-die-batterie.html#1">https://www.planet-schule.de/wissenspool/meilensteine-der-naturwissenschaft-und-technik/inhalt/unterricht/elektrizitaet/alessandro-volta-und-die-batterie.html#1</a>	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	<a href="https://www.chemie.schule/k10/k10ab/elektrolyse_zni.htm">https://www.chemie.schule/k10/k10ab/elektrolyse_zni.htm</a>	Versuchsanleitung inklusive Arbeitsblatt zur Elektrolyse einer Zink-Iodid-Lösung mit Lückentext, Hypothesenbewertung und Thematisierung weiterführender Fragestellungen.
9	<a href="http://dozenten.alp.dillingen.de/2.2/images/Errata/07_MeS_Synthese_und_Elektrolyse_von_Zinkiodid_Han-korr.pdf">http://dozenten.alp.dillingen.de/2.2/images/Errata/07_MeS_Synthese_und_Elektrolyse_von_Zinkiodid_Han-korr.pdf</a>	Experimentieranleitung im Kleinmaßstab zur Schülerübung geeignet.
10	<a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-587.pdf">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-587.pdf</a>	Versuchsanleitung zum Zink-Iod-Akkumulator
11	<a href="http://www.kappenberg.com/experiments/pot/pdf-aka11/e03a.pdf">http://www.kappenberg.com/experiments/pot/pdf-aka11/e03a.pdf</a>	Im Anschluss an die Versuchsbeschreibung findet sich ein Arbeitsblatt, auf dem die Vorgänge auf submikroskopischer Ebene eingezeichnet werden können.
12	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm">https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm</a>	Animation zum Galvanisieren
13	<a href="https://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/brennstoffzelle.php5">https://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/brennstoffzelle.php5</a>	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	<a href="https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/3936?print=yes">https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/3936?print=yes</a>	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.

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
16	<a href="https://www.max-wissen.de/164804/Brennstoffzelle_2">https://www.max-wissen.de/164804/Brennstoffzelle_2</a>	<p>Das Video erklärt zu Beginn nochmals die Redoxreaktion als 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><b>IF8: Molekülverbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– unpolare und polare Elektronenpaarbindung</li> <li>– Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fachsprachlich angemessenes Darstellen chemischen Wissens</li> <li>• Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul> <p>K1 Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden fachtypischer Darstellungsformen</li> </ul> <p>K3 Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden digitaler Medien</li> <li>• Präsentieren chemischer Sachverhalte unter Verwendung fachtypischer Darstellungsformen</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen</b></p> <p><b>... zur Schwerpunktsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung kleiner Moleküle auch mit der Software Chems sketch</li> </ul> <p><b>... zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atombau: Elektronenkonfiguration ← UV 8.1</li> <li>• polare Elektronenpaarbindung → UV 10.1</li> <li>• ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie → UV 10.5</li> </ul>		

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<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><b>(MK 1.2, 2.2)</b></p>	<p>Kontext: Gase in unserer Atmosphäre</p> <p>Einstieg: arbeitsteilige Internetrecherche zu Gasen in unserer Umwelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gase in unserer Atmosphäre (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, Ar) [1]</li> <li>- Gase in der Landwirtschaft (NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) [2]</li> <li>- Gase in Vulkanen (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, HCl, H<sub>2</sub>) [3]</li> </ul> <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, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, 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] 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 Moleküle mit Chemsketch [6, 7, 8]; Erklärung der räumlichen Struktur der</p>

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

**weiterführendes Material:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://bildungsserver.hamburg.de/atmosphaere-und-treibhauseffekt/2068640/atmosphaere-aufbau-artikel/">https://bildungsserver.hamburg.de/atmosphaere-und-treibhauseffekt/2068640/atmosphaere-aufbau-artikel/</a>	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	<a href="https://www.rotthalmuenster.de/fileadmin/fotos/PDF-Dateien/sonstiges/Gase_in_der_Landwirtschaft.pdf">https://www.rotthalmuenster.de/fileadmin/fotos/PDF-Dateien/sonstiges/Gase_in_der_Landwirtschaft.pdf</a>	Seite der Homepage der Stadt Rotthalmünster; Auflistung von Gasen, die durch Landwirtschaft entstehen
3	<a href="https://www.eskp.de/grundlagen/naturgefahren/zusammensetzung-vulkanischer-gase/">https://www.eskp.de/grundlagen/naturgefahren/zusammensetzung-vulkanischer-gase/</a>	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	<a href="https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=43&amp;unitId=207&amp;contentId=560#content_headline">https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=43&amp;unitId=207&amp;contentId=560#content_headline</a>	lebensnaher Chemieunterricht: Folien zur Elektronenpaarbindung am Bsp. des Wasserstoffs; Vorschlag für einen Unterrichtsgang zur Einführung der unpolaren Elektronenpaarbindung; Übungsaufgaben
5	<a href="https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=43&amp;unitId=207&amp;contentId=657#content_headline">https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=43&amp;unitId=207&amp;contentId=657#content_headline</a>	lebensnaher Chemieunterricht: Unterrichtsvorschlag mit Video zur Einführung des Elektronenpaarabstoßungsmodells mithilfe des Luftballonmodells
6	<a href="https://chemsketch.de.softonic.com/">https://chemsketch.de.softonic.com/</a>	kostenloser Download des Moleküleditors ChemsSketch
7	<a href="https://www.w-hoelzel.de/images/documents/multimedia/chemsketch/Tutorial%20%20ChemsSketch%20Teil%202_Tutorial.pdf">https://www.w-hoelzel.de/images/documents/multimedia/chemsketch/Tutorial%20%20ChemsSketch%20Teil%202_Tutorial.pdf</a>	ausführliches Tutorial zum Moleküleditor ChemsSketch; sehr gute Anleitung zur Zeichnung von Molekülen in unterschiedlichen Darstellungsweisen;
8	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/jsmol_viewer_3a.htm">https://www.chemie-interaktiv.net/jsmol_viewer_3a.htm</a>	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	<a href="https://phet.colorado.edu/de/simulation/legacy/build-a-molecule">https://phet.colorado.edu/de/simulation/legacy/build-a-molecule</a>	interaktive Simulation eines Moleküleditors zum Bau von Molekülen aus Atomen der Universität Colorado; zum Öffnen der Datei wird ein Java-Ausführungsprogramm benötigt ( <a href="https://www.dateiendung.com/format/jar">https://www.dateiendung.com/format/jar</a> );

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
10	<a href="https://phet.colorado.edu/de/simulation/molecule-shapes">https://phet.colorado.edu/de/simulation/molecule-shapes</a>	interaktive Simulation zum Elektronenpaarabstoßungsmodell und zu Molekülgeometrien der Universität Colorado;
11	<a href="https://cloud.owncube.com/s/q95TK2nSZdEyaNZ#pdfviewer">https://cloud.owncube.com/s/q95TK2nSZdEyaNZ#pdfviewer</a>	Beschreibung der Simulation zum Elektronenpaarabstoßungsmodell und zu Molekülgeometrien der Universität Colorado mit Hinweisen zum Einsatz im Unterricht, Bezügen zum Lehrplan und Links zu Arbeitsmaterialien
	<a href="https://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/forschung/chemie-fuers-leben-sek-i/4-kugelwolkenmodell/aufbau-des-kwm/">https://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/forschung/chemie-fuers-leben-sek-i/4-kugelwolkenmodell/aufbau-des-kwm/</a>	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
	<a href="https://www.kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html">https://www.kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html</a>	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.) (Power-to-Gas-Verfahren)**

<b>Fragestellung</b>	<b>Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte (fachliche Konkretisierung)</b>	<b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</b>
<p><i>Wie lassen sich wichtige Rohstoffe aus Gasen synthetisieren?</i></p>	<p><b>IF8: Molekülverbindungen</b> – Katalysatoren</p>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fachsprachlich angemessenes Erläutern chemischen Wissens</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul> <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbständiges Filtern von Informationen und Daten aus digitalen Medienangeboten</li> </ul> <p>B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegen von Bewertungskriterien</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen:</b></p> <p><b>... zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierungsenergie ← UV 7.2</li> <li>• Treibhauseffekt → UV 10.5</li> </ul>		

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<p><i>Wie lässt sich überschüssiger Strom in Form von Gasen speichern?</i></p> <p><i>Wie lassen sich diese Gase zur Synthese neuer Stoffe nutzen?</i></p> <p>(ca. 6 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>Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2) (VB Ü, VB D, Z3, Z5), (MK 2.1-2.3)</p>	<p>Kontext: Power-to-Gas-Verfahren</p> <p>Problemorientierter Einstieg: Wie kann überschüssige Energie aus regenerativen Energiequellen gespeichert werden?</p> <p>Folie „Power-to-Gas“ – Strom als Gas speichern [1] Erarbeitung der Power-to-Gas-Technologie im Überblick mithilfe eines interaktiven Arbeitsblattes [3] (alternativ über ein Video [4])</p> <p>genauere Betrachtung der Verfahrensschritte:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Schritt: experimentelle Herstellung von Wasserstoff mithilfe einer Brennstoffzelle</li> <li>Schritt: Methanisierung (Reaktion von Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff) anhand eines Arbeitsblattes unter besonderer Berücksichtigung der Katalyse [4]; optional: Lehrerdemonstrationsexperiment zur Methanisierung [5]</li> </ol> <p>Bedeutung des Katalysators für die Reaktion: Heterogene Katalyse [6, 7]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Definition und Bedeutung der Katalyse</li> <li>– Animation zu den Schritten einer heterogenen Katalyse [7]</li> <li>– optional bzw. als Differenzierung: weitere Beispiele für Katalysen (z. B. Enzyme)</li> </ul> <p>Vertiefung (optional bzw. als Differenzierungsmöglichkeit): Recherche zu Power-to-Chemicals (Herstellung von Methanol, Ammoniak, Dimethylether) [9]</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<i>Ist das „Power-to-Gas“- Verfahren der Schlüssel zur nachhaltigen Energieversorgung?</i>  (ca. 4 Ustd.)	Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrie- rohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berück- sichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2).	angeleitete Internetrecherche zu Vor- und Nachteilen des Power-to-Gas-Verfahrens  Erstellen einer Wandzeitung zu Vor- und Nachteilen des Verfahrens anhand vorgegebener Kriterien (Ökologie, Ökonomie, technische Umsetzbarkeit) mit Museumsgang  Alternativ:  Pro-Contra-Debatte zu „Wasserstoff - Energiespeicher der Zukunft?“

**weiterführendes Material:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	Fonds der Chemischen Industrie: Innovationen in der Chemie – Materialien, Wirkstoffe und Verfahren für unsere Zukunft <a href="https://www.vci.de/fonds/schulpartnerschaft/unterrichtsmaterialien/unterrichtsmaterial-innovationen-chemie-materialien-wirkstoffe-verfahren.jsp?fsID=64268">https://www.vci.de/fonds/schulpartnerschaft/unterrichtsmaterialien/unterrichtsmaterial-innovationen-chemie-materialien-wirkstoffe-verfahren.jsp?fsID=64268</a>	Informationen zu nachhaltiger Energienutzung; Beschreibung des Power-to-Gas-Verfahrens mit einem detaillierten Schaubild Seite 37
2	<a href="https://www.powertogas.info/">https://www.powertogas.info/</a>	Strategieplattform zum Power-to-Gas-Verfahren der deutschen Energie-Agentur; ausführliche Hintergrundinformationen zum Power-to-Gas-Verfahren (z. B. zur Technologie und zur Nutzung)
3	<a href="https://www.energie-macht-schule.de/content/interaktives-arbeitsblatt-power-gas-speicherpotenzial-im-gasnetz">https://www.energie-macht-schule.de/content/interaktives-arbeitsblatt-power-gas-speicherpotenzial-im-gasnetz</a> <a href="http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/documents/Power-to-Gas.pdf">http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/documents/Power-to-Gas.pdf</a>	interaktive Arbeitsblätter zur Erarbeitung des Power-to-Gas-Verfahrens; für die Altersstufe geeignet;
4	So funktioniert Power-to-Gas <a href="https://www.youtube.com/watch?v=qAWcdLudC_c">https://www.youtube.com/watch?v=qAWcdLudC_c</a>	verständliches Erklärvideo der Hochschule für Technik Rapperswil zum Power-to-Gas-Verfahren (Elektrolyse von Wasser mit anschließender Methanisierung)
5	Marko Oetken u. a.: „Power-to-Gas“ – ein Baustein zur schulpraktischen Umsetzung der Energiewende; CHEMKON 2017, 24, Nr. 1, 7-12 <a href="https://www.ph-freiburg.de/chemie/linksmaterial.html">https://www.ph-freiburg.de/chemie/linksmaterial.html</a>	Chemkon-Artikel: Experimentiervorschrift eines Lehrerexperiments zur Methanisierung (Unterscheidung der Produkte und Edukte anhand der Verbrennungsenthalpien); sehr aufwändig und für die Altersstufe in NRW nur bedingt geeignet; Auf der Homepage sind zum Experiment die Videos verfügbar.
6	„Alles ganz schön oberflächlich – Warum Forscher noch mehr über Katalyse wissen wollen“, TECHMAX Ausgabe 10, Sommer 2008 <a href="https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5512">https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5512</a>	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
7	<a href="http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/10/heterogene_katalyse/teilschritte_der_katalyse/teilschritte_der_katalyse.vlu.html">http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/10/heterogene_katalyse/teilschritte_der_katalyse/teilschritte_der_katalyse.vlu.html</a>	einfache Flash-Animation zum Ablauf der heterogenen Katalyse; Darstellung aller Teilschritte für eine beliebige Gasreaktion
8	Katalysatoren – Multitalent Katalysator <a href="https://www.youtube.com/watch?v=1LFXYQej8_c">https://www.youtube.com/watch?v=1LFXYQej8_c</a>	interessantes Überblick-Video der Max-Planck-Society zur Bedeutung und Funktion der Katalyse, sehr gut erklärt und verständlich

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
9	Zu viel CO <sub>2</sub> aus dem Verkehr: Ist Elektromobilität die Lösung? <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/nadc.20194083851">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/nadc.20194083851</a>	sehr gut aufbereiteter Übersichtsartikel zu Vor- und Nachteilen verschiedener Antriebstechniken (z. B. durch fossile und nachwachsende Treibstoffe, Batterien, Brennstoffzellentechnik); der Artikel ist kostenpflichtig, für GdCH-Mitglieder allerdings frei zugänglich

Jahrgangsstufe 10:

In der Jahrgangsstufe werden die folgenden Inhaltsfelder behandelt.

Der schulinterne Lehrplan zu dieser Jahrgangsstufe wird in Kürze verabschiedet und dann an dieser Stelle ergänzt.

### **Inhaltsfeld 9: Saure und alkalische Lösungen**

Saure und alkalische Lösungen sowie ihre Reaktionen und ihre entstehenden Salze sind in der Umwelt, im Alltag und der Industrie allgegenwärtig. Kenntnisse zu Wirkungen saurer und alkalischer Lösungen und ihrer Neutralisationsreaktion ermöglichen ihre sichere Handhabung im Alltag. Mithilfe einfacher stöchiometrischer Berechnungen können konkrete Maßnahmen zum adäquaten Umgang mit Gefahrstoffen abgeschätzt werden. Zudem erlauben fundierte Kenntnisse in diesem Bereich die Beurteilung von Aussagen in Medien und Werbung.

### **Inhaltsfeld 10: Organische Chemie**

Kohlenwasserstoffverbindungen sind Energieträger und zugleich grundlegende Rohstoffe für Produkte des täglichen Bedarfs. Sowohl als fossile als auch als nachwachsende Rohstoffe ist ihre Verbrennung und Weiterverarbeitung die Grundlage für Mobilität, Konsum und technischen Fortschritt. Vor allem Kunststoffe sind im täglichen Leben allgegenwärtig und werden hinsichtlich ihres adäquaten Einsatzes diskutiert. Fragen nach der Effizienz chemischer Reaktionen, der Bedeutung von Kreislaufprozessen, der Herkunft und Verfügbarkeit einzusetzender Rohstoffe sowie ein Abwägen möglicher Folgen der Stoffumwandlung schaffen ein Verständnis für das Wechselspiel von Materie und Energie. Dies stärkt die Urteilskraft in gesellschaftspolitisch relevanten Fragen.

[Quelle: Kernlehrplan Sekundarstufe 1 NRW]