



# Schulinterner Lehrplan Sekundarstufe I

# [Chemie]

Fassung vom 4.02.2020

## Inhaltsverzeichnis

### Inhaltsverzeichnis

Leitmedium.....	2
Leistungsbewertung .....	3
Anzahl und Dauer von Klassenarbeiten.....	3
Unterrichtsvorhaben nach Jahrgangsstufen .....	4
Jahrgangsstufe 7.....	4
UV 7.1: Stoffe im Alltag (ca. 26 Ustd.) .....	4
UV 7.2: Chemische Reaktionen in unserer Umwelt (ca. 18 Ustd.) .....	9
UV 7.3: Vom Rohstoff zum Metall (ca. 14 Ustd.).....	12
Jahrgangsstufe 8.....	15
UV 8.1: Elementfamilien schaffen Ordnung (ca. 37 Ustd.).....	15
UV 8.2: Die Welt der Mineralien (ca. 22 Ustd.) .....	19
Jahrgangsstufe 9.....	28
UV 9.1: Energie aus chemischen Reaktionen (ca. 22 Ustd.).....	28
UV 9.2: Gase in unserer Atmosphäre (ca. 8 Ustd.) .....	39
Jahrgangsstufe 10.....	43
UV 10.1: Wasser, mehr als ein Lösemittel (ca. 12 Ustd.) .....	43
UV 10.2: Saure und alkalische Lösungen in unserer Umwelt (12 Ustd.) .....	47
UV 10.3: Reaktionen von sauren mit alkalischen Lösungen (ca. 14 Ustd.) .....	52
UV 10.4: Risiken und Nutzen bei der Verwendung saurer und alkalischer Lösungen (ca. 4 Ustd.) .....	56
UV 10.5: Alkane und Alkanole in Natur und Technik (ca. 16 Ustd.) .....	58

## Leitmedium

- Demonstration und Schülerexperiment
- Schulbuch: „Elemente Chemie: Sammelband Klasse 7-10“ von Klett

## Leistungsbewertung

Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz (§ 48 SchulG) sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die Sekundarstufe I (§ 6 APO-SI)

dargestellt. Demgemäß sind bei der Leistungsbewertung von Schülerinnen und Schülern im Fach Chemie erbrachte Leistungen im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ zu berücksichtigen. Die Leistungsbewertung insgesamt bezieht sich auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen .

### **Beurteilungsbereich „Sonstige Leistung im Unterricht“**

Zum Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ – ggf. auch auf der Grundlage der außerschulischen Vor- und Nachbereitung von Unterricht – zählen u.a. unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgabenerfüllung auch in Form von experimentellen Arbeiten, Beiträge in qualitativer als auch quantitativer Hinsicht zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise wie z.B. die schriftliche Übung, Mappenführung, von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z.B. in Form von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden.

Die Kriterien sind in Anlehnung an den Kernlehrplan angelegt, wobei keine konkreten Aussagen zur Gewichtung gemacht werden.

## **Anzahl und Dauer von Klassenarbeiten**

- keine-

# Unterrichtsvorhaben nach Jahrgangsstufen

Blau markiert: Bezug zur Berufsorientierung

Gelb markiert: Nutzung digitaler Medien für die Differenzierung

## Jahrgangsstufe 7

### UV 7.1: Stoffe im Alltag (ca. 26 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld/ Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte Kompetenzentwicklung
Wie lassen sich Reinstoffe identifizieren und klassifizieren sowie aus Stoffgemischen gewinnen?	<b>IF1 Stoffe und Stoffeigenschaften</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften</li> <li>• Gemische und Reinstoffe</li> <li>• Stofftrennverfahren</li> </ul> einfache Teilchenvorstellung	<b>UF1</b> Wiedergabe und Erklärung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von Phänomenen</li> </ul> <b>UF3</b> Ordnung und Systematisierung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifikation von Stoffen</li> </ul> <b>E4</b> Untersuchung und Experiment <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von angeleiteten und selbstentwickelten Experimenten</li> <li>• Beachtung der Experimentierregeln</li> </ul> <b>K1</b> Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfassen von Protokollen nach vorgegebenem Schema</li> </ul> Anfertigen von Tabellen bzw. Diagrammen nach vorgegebenen Schemata
<b>weitere Vereinbarungen...</b> ... zur <b>Schwerpunktsetzung</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätze des kooperativen Experimentierens (vgl. Schulprogramm)</li> <li>• Protokolle unter Einsatz von Scaffoldingtechniken anfertigen (sprachsensibler Unterricht)</li> </ul> ... zur <b>Vernetzung</b> : <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 → UV 7.3</li> </ul>		

- Aggregatzustände mithilfe eines einfachen Teilchenmodells darstellen ← Physik

- Aggregatzustände mithilfe eines einfachen Teilchenmodells darstellen ← Physik

Sequenzierung: <i>Fragestellungen inhaltliche Aspekte</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> (ca. 12 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>Möglicher Kontext: Detektive im Labor</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemorientierter Einstieg: Laborglas ohne Etikett mit verschiedenen weißen Feststoffen (z.B. Zucker, Salz, Vitamin C, Gips, Backpulver) <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Ideensammlung von Verfahren, um herauszufinden, welcher Stoff in dem Laborglas ist (z. B. Kartenabfrage)</li> </ul> </li> <li>• Lernaufgabe: selbstständiges Identifizieren eines Stoffes z.B. mithilfe einer Lerninteraktionsbox [3]</li> </ul> <p>Allg. Hinweise zum Experimentieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regeln zum sicheren Umgang mit Chemikalien und Geräten.</li> <li>• Brennerführerschein</li> <li>• Die Experimente sollten alle angeleitet sein und evtl. mit Hilfekarten unterstützt werden.</li> <li>• Einführung des Protokollschemas.</li> <li>• Benennung der verwendeten Laborgeräte.</li> </ul> <p>Erarbeitung verschiedener Stoffeigenschaften und Identifikation:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Löslichkeit in Wasser</li> <li>2. Elektrische Leitfähigkeit (qualitativ)</li> <li>3. Siedetemperatur, Schmelztemperatur</li> </ol>
<p><i>Wie lassen sich die Aggregatzustandsänderungen auf Teilchenebene erklären?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>Aggregatzustände und deren Änderungen auf der Grundlage eines einfachen Teilchenmodells erklären (E6, K3).</p>	

		<p>(Deutung auf Teilchenebene in Bezug auf Abstand, Beweglichkeit und Ordnung [5] [6])</p> <p>4. Dichte</p> <p>Überprüfungsformen, z.B.: Steckbriefe erstellen, Protokolle, Diagramme mit Tabellenkalkulation...</p>
<p><i>Wie kann man die Verwendungsmöglichkeiten von Stoffen anhand ihrer Eigenschaften beurteilen?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften klassifizieren (UF2, UF3),</p> <p>die Verwendung ausgewählter Stoffe im Alltag mithilfe ihrer Eigenschaften begründen (B1, K2).</p>	<p>Untersuchen der charakteristischen Eigenschaften von Metallen [7], Unterscheidung von Metallen und Nichtmetallen anhand ihrer Eigenschaften</p> <p>Lernaufgaben zur Bewertung der Einsatzmöglichkeiten von Alltagsgegenständen aus Metallen aufgrund ihrer charakteristischen Eigenschaften</p> <p>Vertiefungsmöglichkeit: Einsatz von Metalllegierungen</p>
<p><i>Wie lassen sich Reinstoffe aus Stoffgemischen mithilfe physikalischer Trennverfahren gewinnen?</i> (ca. 6 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>Möglicher Kontext: Trinkwasser – unser wichtigstes Lebensmittel [8]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probleme der Trinkwasserversorgung hier und in anderen Regionen der Welt</li> </ul> <p>Lernaufgabe: selbstständiges Erarbeiten von Trennverfahren zur Trinkwasseraufbereitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung eigener Ideen zur Reinigung von verschmutztem Wasser</li> <li>• Entwicklung eines S-Versuchs zur Reinigung durch Filtrieren</li> <li>• Trinkwassergewinnung aus Meerwasser durch Destillation</li> </ul>

		kooperatives Experimentieren, Erweiterung der Regeln zum sicheren Experimentieren (je nach Experimentiersituation)
Wie lassen sich Stoffgemische klassifizieren? (ca. 2 Ustd.)	Stoffgemische aufgrund ihrer Eigenschaften klassifizieren (UF2, UF3, E2)	Unterscheidung und Benennung verschiedener Stoffgemische: <ul style="list-style-type: none"> <li>heterogene und homogene (Suspension, Emulsion, Lösung...)</li> </ul>

### Weiterführende Materialien

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<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>	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.
	<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>	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.
	<a href="http://oesz.at/sprachsensiblerunterricht/UPLOAD/Praxisreihe_23web.pdf">http://oesz.at/sprachsensiblerunterricht/UPLOAD/Praxisreihe_23web.pdf</a>	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.
2	<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>	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.

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
3	J. Koenen. M. Emden. E. Sumfleth. Chemieunterricht im Zeichen der Erkenntnisgewinnung. Münster. Waxmann. 2016 S.15ff <a href="http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-der-Erkennnisgewinnung-1.pdf">http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-der-Erkennnisgewinnung-1.pdf</a>	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 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>	Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. gibt auf der Website „wasser-macht-schule“ Informationen zu Ressourcen, Trinkwassergewinnung, -preis und -nutzung in Deutschland.
	<a href="https://www.wasser-aqualino.de/forscherwerkstatt/arbeitsblaetter">https://www.wasser-aqualino.de/forscherwerkstatt/arbeitsblaetter</a>	Die Website „Aqualino“ beinhaltet Arbeitsblätter und Experimentiervorschriften. Sie wird in einer Gemeinschaftsaktion der regionalen Wasserwirtschaft herausgegeben.
	<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>	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.
9	M. Emden. J. Koenen. E. Sumfleth. Chemieunterricht im Zeichen von Diagnostik und Förderung. Münster: Waxmann. 2015.S. 85 ff <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>	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.





## UV 7.2: Chemische Reaktionen in unserer Umwelt (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><b>IF3: Verbrennung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff: Oxidbildung, Zündtemperatur, Zerteilungsgrad</li> <li>• chemische Elemente und Verbindungen: Analyse, Synthese</li> <li>• Nachweisreaktionen</li> <li>• Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen</li> <li>• optional: Gesetz von der Erhaltung der Masse</li> <li>• einfaches Atommodell zur Veranschaulichung nutzen</li> </ul>	<p><b>UF1</b> Wiedergabe und Erklärung – Benennen chemischer Phänomene</p> <p><b>UF3</b> Ordnung und Systematisierung – Abgrenzung chemischer Sachverhalte von Alltagsvorstellungen, Einordnen chemischer Sachverhalte</p> <p><b>UF4</b> Übertragung und Vernetzung - Hinterfragen von Alltagsvorstellungen</p> <p><b>E2</b> Beobachtung und Wahrnehmung - gezieltes Wahrnehmen und Beschreiben chemischer Phänomene</p> <p><b>E4</b> Untersuchung und Experiment - Durchführung von Experimenten und Aufzeichnen von Beobachtungen</p> <p><b>E5</b> Auswertung und Schlussfolgerung - Ziehen von Schlüssen</p> <p><b>E6</b> Modell und Realität - Modelle zur Erklärung</p> <p><b>B2</b> Bewertungskriterien und Handlungsoptionen - Aufzeigen von Handlungsoptionen</p> <p><b>K1</b> Dokumentation- Dokumentation von Experimenten</p> <p><b>K4</b> Argumentation - fachlich sinnvolle Begründung von Aussagen</p>
<p><b>weitere Vereinbarungen...</b></p> <p>... <b>zur Schwerpunktsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische Reaktionen werden nur bei IF 2 auf Phänomenebene betrachtet.</li> </ul> <p>... <b>zur Vernetzung:</b></p> <p>Vertiefung des Reaktionsbegriffs → IF3 und UV 7.3 Aggregatzustände mithilfe eines einfachen Teilchenmodells darstellen ← Physik</p>		

Sequenzierung: <i>Fragestellungen inhaltliche Aspekte</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Woran erkennt man eine chemische Reaktion?</i> ca. 4 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 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>anhand von Beispielen Reinstoffe in chemische Elemente und Verbindungen einteilen (UF2, UF3)</p>	<p>Möglicher Kontext: Chemie in der Küche – Kochen, backen, grillen</p> <p>Unterscheidung von physikalischen Vorgängen von chemischen Reaktionen anhand von Experimenten: Lernzirkel: englisches Frühstück</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karamellisieren von Zucker</li> <li>• Kochen eines Eies</li> <li>• Backen von Brot</li> <li>• Grillen von Fleisch</li> </ul>
<p>Was ist eine Verbrennung? ca. 10 Ustd.</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>die Verbrennung als eine chemische Reaktion mit Sauerstoff identifizieren und als Oxidbildung klassifizieren (UF3),</p>	<p>Kontext: Vom Lagerfeuer zum Feuerlöscher</p> <p>Voraussetzungen einer Verbrennung (Verbrennungsdreieck)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss von Zündtemperatur, Flammpunkt, Zerteilungsgrad und Mischungsverhältnis.</li> </ul> <p>Die Verbrennung als Oxidation identifizieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweis der Oxidationsprodukte CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O</li> </ul> <p>Endotherme und exotherme Reaktion; Umwandlung von chemischer in thermische Energie.</p>

<p>Wie löscht man Brände? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>mit einem einfachen Atommodell Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff erklären (E5, E6), die wichtigsten Bestandteile des Gasgemisches Luft, ihre Eigenschaften und Anteile nennen (UF1, UF4),</p> <p>Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4),</p> <p>den Verbleib von Verbrennungsprodukten (Kohlenstoffdioxid, Wasser) mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse begründen (E3, E6, E7, K3).</p> <p>in vorgegebenen Situationen Handlungsmöglichkeiten zum Umgang mit brennbaren Stoffen zur Brandvorsorge sowie mit offenem Feuer zur Brandbekämpfung (E6)</p> <p>Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel von Wasser beschreiben.</p> <p>Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3).</p> <p>bewerten und sich begründet für eine Handlung entscheiden (B2, B3, K4),</p>	<p>Quantitative Bestimmung der Zusammensetzung der Luft</p> <p>Glimmspanprobe</p> <p>Film: „Nicht nachmachen“ mit Wigald Boning</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• z.B. Filmanalyse oder Internetrecherche „Fossile contra erneuerbare Energien“</li> </ul> <p>Brandklassen, Brandbekämpfungsmethoden und Feuerlöscher (u.a. Modell eines Schaumlöschers)</p>
---	---	---

### UV 7.3: Vom Rohstoff zum Metall (ca. 14 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld/ Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte Kompetenzentwicklung
<p><i>Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?</i> ca. 14 Ustd.</p>	<p><b>IF4: Metalle und Metallgewinnung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zerlegung von Metalloxiden</li> <li>• Sauerstoffübertragungsreaktionen</li> <li>• edle und unedle Metalle</li> <li>• Metallrecycling</li> </ul>	<p><b>UF3</b> Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizieren chemischer Reaktionen</li> </ul> <p><b>E3</b> Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hypothesengeleitetes Planen einer Versuchsreihe</li> </ul> <p><b>E7</b> Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachvollziehen von Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung</li> </ul> <p><b>B3</b> Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründete Auswahl von Handlungsoptionen</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen...</b></p> <p>... zur <b>Schwerpunktsetzung</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewinnung von Metallen: vom primitiven Herstellungsverfahren bis zum industriellen Prozess.</li> </ul> <p>... zur <b>Vernetzung</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• energetische Betrachtungen bei chemischen Reaktionen ← UV 7.2</li> </ul> <p>...zu <b>Synergien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuchsreihen anlegen ← Biologie</li> </ul>		

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?</i> ca. 14 Ustd.</p>	<p>chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Zerlegung von Oxiden klassifizieren (UF3),</p> <p>ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff als edle und unedle Metalle ordnen (UF2, UF3).</p> <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>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>Möglicher Kontext: Das Beil des Ötzi</p> <p>Problemorientierter Einstieg: Kupferbeil des Ötzi, Vorkommen von Kupfer und Kupferverbindungen in der Natur, Herstellung von reinem Kupfer aus den Kupfererzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche: Lebensumstände des Ötzi (z.B. Steckbrief, Referat,...als Überprüfungsformen)</li> <li>• Ideensammlung wie man aus den Kupfererzen reines Kupfer gewinnen kann</li> <li>• protokollgestütztes, binnendifferenziertes Experimentieren zur Zerlegung von Kupfererzen mithilfe von verschiedenen Reaktionspartnern (z.B. Kohlenstoff, Zink, Eisen)</li> </ul> <p>Definition: Reduktion als Sauerstoffentzug; Sauerstoffübertragungsreaktionen als Redoxreaktion Oxidations-/ Reduktionsmittel</p> <p><b>Einführung und Anwendung von Wortreaktions-schemata</b></p> <p>Redoxreihe der Metalle</p> <p>Hochofenprozess als industrielles Verfahren der Metallgewinnung</p> <p>CO<sub>2</sub>-Bilanz beim Hochofenprozess; Bedeutung des Metallrecyclings</p> <p><u>Referate:</u> Bedeutung verschiedener Metalle und ihrer Legierungen (z.B. Kupfer, Eisen, Bronze, Zink,</p>

		Aluminium...) für die gesellschaftliche Entwicklung (auch als Überprüfungsform geeignet)
--	--	---

## Jahrgangsstufe 8

### UV 8.1: Elementfamilien schaffen Ordnung (ca. 37 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld/ Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte Kompetenzentwicklung
<p><i>Lassen sich die chemischen Elemente anhand ihrer Eigenschaften sinnvoll ordnen?</i> ca. 37 Ustd.</p>	<p><b>IF5: Elemente und ihre Ordnung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene, Edelgase</li> <li>Periodensystem der Elemente</li> <li>differenzierte Atommodelle</li> <li>Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration</li> </ul>	<p><b>UF3</b> Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematisieren chemischer Sachverhalte nach fachlichen Strukturen</li> </ul> <p><b>E3</b> Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formulieren von Hypothesen und Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung</li> </ul> <p><b>E5</b> Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen</li> </ul> <p><b>E6</b> Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreiben und Erklären von Zusammenhängen mit Modellen</li> <li>Vorhersagen chemischer Vorgänge durch Nutzung von Modellen und Reflektion der Grenzen</li> </ul> <p><b>E7</b> Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreiben der Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung chemischer Modelle</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen</b></p> <p>... <b>zur Schwerpunktsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>in der Regel Erkenntnisgewinnung mittels Experimenten (vgl. Schulprogramm)</li> </ul> <p>... <b>zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>einfaches Atommodell ← UV 7.3</li> </ul> <p>... <b>zu Synergien:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektronen ← Physik</li> <li>einfaches Elektronen-Atomrumpf-Modell ← Physik</li> <li>Aufbau von Atomen, Atomkernen, Isotopen → Physik</li> </ul>		



Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche typischen Eigenschaften haben Alkalimetalle, Halogene und Edelgase?</i> (ca. 20 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><u>Möglicher Kontext:</u> Mineralwässer im Vergleich, Feuerwerk Überleitende Fragestellung: Lässt sich Mineralwasser selbst herstellen?</p> <p>Demonstrationsexperiment: Natrium in Wasser mit Phenolphthalein</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung: Nachweis von Wasserstoff, Färbung von Phenolphthalein durch die entstandene Lauge phänomenologisch betrachtet</li> <li>• Wiederholung der Kennzeichen chemischer Reaktionen möglich ← 7.2 Chemische Reaktionen in unserer Umwelt</li> </ul> <p>Reaktionsverhalten, Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung ausgewählter Alkalimetalle, Halogene und Edelgase (z. B. Lithium, Natrium, Brom, Iod, Argon, Helium)</p> <p>mögliche Arbeitsformen: Gruppenpuzzle, Lernzirkel, <b>Referate</b></p> <p>Demo-/Schülerexperimente zur Beobachtung des Reaktionsverhaltens: z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lithium in Wasser mit Phenolphthalein</li> <li>• Knallgasprobe</li> <li>• Flammenfärbung</li> <li>• Synthese von Aluminiumbromid (Film)</li> <li>• Halogenidnachweis mit Silbernitratlösung</li> </ul>

<p><i>Welches Element ist für unseren Konsum aktuell besonders bedeutsam? (ca. 4 Ustd.)</i></p>	<p>Vor dem Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit eines chemischen Elements bzw. seiner Verbindungen Handlungsoptionen für ein ressourcenschonendes Konsumverhalten entwickeln (B3)</p>	<p><u>mögliche Erweiterung:</u></p> <p>Reaktionen der Erdalkalimetalle, z.B. Magnesium</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Information über die Verwendung der Elemente mit Hilfe von Textkarten, Referaten usw.</li> </ul> <p><b>Ausgewähltes Element: Lithium (Optional auch als Einstieg in das Thema Alkalimetalle)</b></p> <p>Textkarte: In welchen Gegenständen des Alltags steckt Lithium? (Internetrecherche)</p> <p>möglicher Problemaufriss: Wie kann man den Werkstoff Lithium gewinnen? [15] [16] [17]</p> <p>Erstellung von Plakaten als Grundlage einer Diskussion über das Konsumverhalten von Alltagsprodukten, die Lithium enthalten</p>
<p><i>Wie lassen sich die Eigenschaften der Elementfamilien mit dem Aufbau der Atome erklären? (ca. 10 Ustd.)</i></p>	<p>die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7),</p> <p>aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) ableiten (UF3, UF4, K3),</p> <p>die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7).</p>	<p>Modellversuch zur Ladungstrennung (z. B. Katzenfell, Luftballon)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklärung von positiv und negativ geladenen Teilchen im Atom</li> </ul> <p>Kern-Hülle- Modell (Streuversuch von Rutherford)</p> <p><i>Leitfrage: Wie ist der Atomkern aufgebaut?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklärung von positiv geladenen Protonen und neutralen Neutronen als Nukleonen, die die Masse eines Atoms bilden</li> <li>• Einführung der Massenzahl und der Ordnungszahl mit Verweis auf das PSE (Erklärung von Isotopen → Physik)</li> </ul> <p>Übungen zur Ermittlung der Protonen- und Neutronenzahl [6]</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>Mögliche Differenzierung: Simulation radioaktiver Zerfall und Halbwertszeit [7] (z. B. Altersbestimmung mithilfe der Radiocarbonmethode [8] → Physik)</p> <p><i>Wie ist die Atomhülle aufgebaut?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklärung des Aufenthaltsortes von negativ geladenen Elektronen</li> <li>• Das Energiestufenmodell und das Schalenmodell</li> <li>• Möglichkeit der Abspaltung von Elektronen aus der Atomhülle</li> </ul> <p>Übungen zur Informationsentnahme aus dem PSE mittels</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lückentexten</li> <li>• Zeichnen von Modellen</li> <li>• Vervollständigen von Tabellen (Möglichkeit zur Binnendifferenzierung) [9]</li> </ul> <p>Aufbau des PSE: Hauptgruppen und Perioden; Zusammenhang mit Elektronenkonfiguration, Valenz-/Außenelektronenzahl [12]</p>
--	--	---

## UV 8.2: Die Welt der Mineralien (ca. 22 Ustd.)

<ul style="list-style-type: none"> <li>Fragestellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltsfeld</li> <li>Inhaltliche Schwerpunkte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</li> </ul>
<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><b>UF1 Wiedergabe und Erklärung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten</li> </ul> <p><b>UF2 Auswahl und Anwendung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen</li> </ul> <p><b>E6 Modell und Realität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul> <p><b>E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwickeln von Gesetzen und Regeln</li> </ul> <p><b>B1 Fakten und Situationsanalyse</b></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</li> <li>• Ionen in sauren und alkalischen Lösungen → UV 10</li> </ul> <p><b>... zu Synergien</b></p> <p>elektrische Ladungen → Physik</p>		

<b>Sequenzierung:</b> <b>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>Möglicher Kontext: Sportgetränke – sinnvoll oder nicht?</p> <p>Einstieg: Welche Getränke sollte man bei Sport trinken? (evtl. ← UV 8.1) Internetrecherche zu Elektrolyt- bzw. Sportgetränken hinsichtlich ihrer Mineralstoffzusammensetzung [19, 20, 21]</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><b>1</b> 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>

	an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2).	<p><b>2</b> 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) [22,23]</li> <li>- Übungsaufgabe zur Ionenbildung an anderen Beispielen (Zusammenhang Ionenladung/PSE)</li> <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></p> <p>(ca. 7 Ustd.)</p>	<p>ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1),</p> <p>unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).</p>	<p><b>3</b> 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 [23,24,25]</li> </ul> <p><b>4</b> 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) [26,27]</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></p> <p>(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 [23, 28]</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 [29]</li> <li>- Erklärung des Gesetzes der konstanten Massenverhältnisse über die Atomzahlenverhältnisse in Verbindungen</li> </ul> <p>mögliche Vertiefung: Ableitung von Verhältnisformeln von Salzen mit Nebengruppenelementen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentelle Bestimmung der Verhältnisformel von Silberoxid [30, 31]</li> </ul>
<p><i>Optional: Sind Salze schädlich für die Umwelt?</i></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p>ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1),</p> <p>unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).</p>	<p>offenes Lernangebot [32] 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.uni-flensburg.de/storytelling/geschichten/faecher/physik/der-lehrer-und-die-atome/">https://www.uni-flensburg.de/storytelling/geschichten/faecher/physik/der-lehrer-und-die-atome/</a>	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	<a href="https://www.leifiphysik.de/atomphysik/quantenmech-atommodell/ausblick/rastertunnelmikroskop">https://www.leifiphysik.de/atomphysik/quantenmech-atommodell/ausblick/rastertunnelmikroskop</a>	Auf dieser Website findet man Bilder von Atomen, die mithilfe des Rastertunnelmikroskops aufgenommen wurden und in die eigene Story integriert werden können.
3	<a href="http://www.chemie-interaktiv.net/html_flash/ff_rutherford.html">http://www.chemie-interaktiv.net/html_flash/ff_rutherford.html</a> <a href="http://www.kappenberg.com/experiments/ureihe/pdf-aka11/u09.pdf">http://www.kappenberg.com/experiments/ureihe/pdf-aka11/u09.pdf</a>	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	<a href="http://www.thomas-wilhelm.net/klausur/Modelle+Radioaktivitaet.pdf">http://www.thomas-wilhelm.net/klausur/Modelle+Radioaktivitaet.pdf</a>	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	<a href="http://www.chemieunterricht-interaktiv.de/aufgaben.html">http://www.chemieunterricht-interaktiv.de/aufgaben.html</a>  <a href="http://www.chemieunterricht-interaktiv.de/aufgaben/atombau_pse/start_atombau.html">http://www.chemieunterricht-interaktiv.de/aufgaben/atombau_pse/start_atombau.html</a>  <a href="http://www.meingrundwissen.de/index.php?option=com_wrapper&amp;view=wrapper&amp;Itemid=85">http://www.meingrundwissen.de/index.php?option=com_wrapper&amp;view=wrapper&amp;Itemid=85</a>	Mit diesen Multiple-Choice-Aufgaben, Lückentext- und Ergänzungsaufgaben zum Atombau und zum PSE können die SuS auch selbstständig online ihr Wissen zum Atombau testen.



Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
7	<a href="https://www.cornelsen.de/sites/medienelemente/cms/mel_xslt_gen/progs/html/mels/mel_361008_1.html">https://www.cornelsen.de/sites/medienelemente/cms/mel_xslt_gen/progs/html/mels/mel_361008_1.html</a> <a href="https://www.steffen-haschler.de/schule/2008-09-ei-10a/simulation-wurf.pdf">https://www.steffen-haschler.de/schule/2008-09-ei-10a/simulation-wurf.pdf</a>	<p>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.</p> <p>Die Seite von Haschler beinhaltet eine Anleitung für ein Würfelspiel, um den radioaktive Zerfall zu simulieren.</p>
8	<a href="https://phet.colorado.edu/de/simulation/radioactive-dating-game">https://phet.colorado.edu/de/simulation/radioactive-dating-game</a>	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	<a href="http://www.lte.lu/chimie/9ST_2009/Cours/05atom/atom/atom.htm">http://www.lte.lu/chimie/9ST_2009/Cours/05atom/atom/atom.htm</a>	Auf dieser Website findet man eine Vorlage zur Entwicklung eines eigenen Elektronenverteilungsmodells
10	<a href="https://www.chemie.schule/k10/k10ab/ionisierungsvorgang.htm">https://www.chemie.schule/k10/k10ab/ionisierungsvorgang.htm</a>	Arbeitsblatt mit Lückentext zur Ionisierungsenergie und angegebenen Lösungswörtern.
11	<a href="http://www.lte.lu/chimie/10TG_2012/7/730.htm">http://www.lte.lu/chimie/10TG_2012/7/730.htm</a>	Auf dieser Website finden sich Beispiele für 2D- und 3D-Darstellungen des Schalenmodells.
12	<a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb4/3_ueben2/a44/">https://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb4/3_ueben2/a44/</a>	Diese Website enthält handlungsorientiertes Übungsmaterial zum PSE und zur Elektronenkonfiguration verschiedener Hauptgruppenelemente zum Download als Word-Dokument.
13	<a href="http://www.experimentalchemie.de/versuch-041.htm">http://www.experimentalchemie.de/versuch-041.htm</a>	<p>Diese Datei beinhaltet eine Vorschrift für den Versuch „Natrium und Wasser – Pink Panther“ und ein Video des Versuchs.</p> <p>(Hinweis: Die gezeigten Piktogramme und die Angaben zu den Gefahrstoffen sind nicht aktuell. Es muss eine erneute Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden.)</p>
14	<a href="http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Teilchen/STADElementeKI9/Elemente/Gruppenrallye.pdf">http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Teilchen/STADElementeKI9/Elemente/Gruppenrallye.pdf</a>	Diese Datei beinhaltet die vorgefertigten Puzzlekarten zu ausgewählten Hauptgruppenelementen.

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
15	<a href="https://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article8090255/So-wertvoll-ist-das-leichteste-Metall-der-Erde.html">https://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article8090255/So-wertvoll-ist-das-leichteste-Metall-der-Erde.html</a>	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	<a href="https://www.zdf.de/nachrichten/heute/scheinbar-saubere-elektromobilitaet-100.html">https://www.zdf.de/nachrichten/heute/scheinbar-saubere-elektromobilitaet-100.html</a>	In der ZDF-Dokumentation werden Umweltprobleme und widrige Arbeitsbedingungen beim Lithiumabbau in Chile dargestellt.
17	<a href="https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/duesenfeld-batterie-recycling-von-elektroautos/">https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/duesenfeld-batterie-recycling-von-elektroautos/</a>	Mit Bildern und einem Kurzfilm wird auf der Website von Auto-Motor-Sport eine umweltfreundliche Recycling-Methode von Elektroautobatterien vorgestellt.
18	European Commission. Study on the review of the list of Critical Raw Materials. (2017). <a href="https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7345e3e8-98fc-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en">https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7345e3e8-98fc-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en</a>	In dieser Studie der europäischen Union werden alle bezüglich ihrer Verfügbarkeit derzeit kritischen Rohstoffe dargestellt.
19	<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)
20	<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.)
21	<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.
22	<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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		Kochsalzsynthese (Videoclips zum Experiment, Animationen zur Ionenbildung und Kristallbildung, Aufstellen von Reaktionsgleichungen)
23	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.
24	<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
25	<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)
26	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
27	<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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
28	<a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2004/fb4/4_w2/2_formate/m108/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2004/fb4/4_w2/2_formate/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
29	<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
30	<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
31	<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
32	<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.

## Jahrgangsstufe 9

### UV 9.1: Energie aus chemischen Reaktionen (ca. 22 Ustd.)

• Fragestellung	• Inhaltsfeld • Inhaltliche Schwerpunkte	• Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<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>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläutern chemischer Reaktionen und Beschreiben der Grundelemente chemischer Verfahren</li> </ul> <p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnen chemischer Sachverhalte</li> </ul> <p>UF4 Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernetzen naturwissenschaftlicher Konzepte</li> </ul> <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hypothesengeleitetes Planen von Experimenten</li> </ul> <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlegen und Durchführen einer Versuchsreihe</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden von Modellen als Mittel zur Erklärung</li> </ul> <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründetes Auswählen von Maßnahmen</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen</b></p> <p><b>... zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragung UV 8.2 Salze und Ionen</li> <li>• Übungen zum Aufstellen von Reaktionsgleichungen UV 8.2 Salze und Ionen</li> </ul>		

- Thematisierung des Aufbaus und der Funktionsweise komplexerer Batterien und anderer Energiequellen Q1

### ... zu Synergien

- funktionales Thematisieren der Metallbindung Physik 9

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Wie funktioniert eine Batterie? (ca. 10 Ustd.)	<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>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 einer „Obstbatterie“</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],[6]</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>

	<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), den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erklärung der Beobachtungen mithilfe des Donator-Akzeptor-Prinzips als Aufnahme und Abgabe von Elektronen</li> <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] Hinführung zum Daniell-Element (ggf. historische Betrachtung der ersten einsatzfähigen Batterien) [5]</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><i>Wie kann elektrische Energie mit chemischen Reaktionen gespeichert werden?</i> (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? Abgrenzung der Begriffe Batterie und Akkumulator, z. B. „Autobatterie“ unter Rückgriff auf Alltagssprachliche Texte oder Werbung</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>Vergleich der Verwendung von Batterien und Akkumulatoren unter Aspekten der nachhaltigen Nutzung mobiler Energieträger</p> <p>mögliche Vertiefungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Galvanisieren [12]</li> <li>- „Autobatterie“</li> </ul>
--	---	---



<p>Wie trägt die deutsche Wasserstoffstrategie zur Energiewende bei? → (ca. 4 Ustd.)</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>„Saubere Autos?“ – Brennstoffzelle</p> <p>Mögliche Vorgehensweisen:</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> </ul> <p>Vorstellung in Form eines Referates.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeitung der Vorgänge auf der submikroskopischen Ebene [14,15]</li> <li>- Maxwissen Video zur Brennstoffzelle und Elektrolyse [16]</li> </ul>
--	--	---

**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.html#img-a170-1">https://www.chemie-interaktiv.net/ff.html#img-a170-1</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
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.
16	<a href="https://www.max-wissen.de/164804/Brennstoffzelle_2">https://www.max-wissen.de/164804/Brennstoffzelle_2</a>	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.
--	--	--

#### UV 9.2: Gase in unserer Atmosphäre (ca. 8 Ustd.)

• Fragestellung g	• Inhaltsfeld • Inhaltliche Schwerpunkte	• Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Welche Gase befinden sich in der Atmosphäre und wie sind deren Moleküle bzw. Atome aufgebaut?</i>	<b>IF8: Molekülverbindungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– unpolare und polare Elektronenpaarbindung</li> <li>– Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise</li> </ul>	UF1 Wiedergabe und Erklärungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• fachsprachlich angemessenes Darstellen chemischen Wissens</li> <li>• Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten</li> </ul> E6 Modell und Realität <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul> K1 Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden fachtypischer Darstellungsformen</li> </ul> K3 Präsentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden digitaler Medien</li> <li>• Präsentieren chemischer Sachverhalte unter Verwendung fachtypischer Darstellungsformen</li> </ul>

## weitere Vereinbarungen

### ... zur Vernetzung:

- Atombau: Elektronenkonfiguration UV 8.1
- polare Elektronenpaarbindung → UV 10.1
- ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie → UV 10.5

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Welche Gase befinden sich in der Atmosphäre und warum sind diese Stoffe gasförmig?</i> (ca. 4 Ustd.)	an ausgewählten Beispielen die Elektronenpaarbindung erläutern (UF1), mithilfe der Lewis-Schreibweise den Aufbau einfacher Moleküle beschreiben (UF1).	Kontext: Gase in unserer Atmosphäre  Welche Struktur haben die kleinsten Bausteine (oder besser kleinsten Teilchen?) der Gase  Erarbeitung der unpolaren Elektronenpaarbindung am Bsp. Wasserstoff mithilfe von Folienmodellen [4]; Einführung der Lewis-Schreibweise  Übertragung des Gelernten auf weitere Gase bzw. deren Moleküle: z. B. CH <sub>4</sub> , 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><i>Wie ist die räumliche Struktur der Gasmoleküle?</i></p> <p>(ca. 4 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 Moleküle mit Chemsketch [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	<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 Chemscketch
7	<a href="https://www.w-hoelzel.de/images/documents/multimedia/chemsketch/Tutorial%20%20Chemscketch%20Teil%202_Tutorial.pdf">https://www.w-hoelzel.de/images/documents/multimedia/chemsketch/Tutorial%20%20Chemscketch%20Teil%202_Tutorial.pdf</a>	ausführliches Tutorial zum Moleküleditor Chemscketch; 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> );
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.

## Jahrgangsstufe 10

### UV 10.1: Wasser, mehr als ein Lösemittel (ca. 12 Ustd.)

• Fragestellung	• Inhaltsfeld • Inhaltliche Schwerpunkte	• Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
-----------------	---	---



<p><i>Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften des Wassers erklären?</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, Dipolmoleküle</li> <li>– zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Wasserstoffbrücken, Wasser als Lösemittel</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten</li> </ul> <p>E2 Beobachtung und Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trennen von Beobachtung und Deutung</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><b>weitere Vereinbarungen</b></p> <p>... zur Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atombau: Elektronenkonfiguration UV 8.1</li> <li>• unpolare Elektronenpaarbindung UV 9.2</li> <li>• saure und alkalische Lösungen → UV 10.2</li> </ul>		

<p><b>Sequenzierung:</b></p> <p><b>Fragestellungen</b></p> <p><b>inhaltliche Aspekte</b></p>	<p><b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können</p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
--	---	---

<p><i>Welche besonderen Eigenschaften hat Wasser?</i></p> <p><i>Wie lassen sich diese besonderen Eigenschaften erklären?</i></p> <p>(ca. 8 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 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"> <li>- Wiederholung des räumlichen Baus eines Wassermoleküls mithilfe einer digitalen Animation [1]</li> <li>- Einführung der polaren Bindung und der Elektronegativität</li> <li>- Einführung der Fachbegriffe Dipol</li> </ul> <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>
---	---	--

<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> <p>Mögliche Vorgehensweisen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Untersuchung einer Kältekompresse [6]</li> <li>- experimentelle Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze (z. B.: KCl, NaCl, CaCl<sub>2</sub>, KNO<sub>3</sub>)</li> <li>- Erklärung der exothermen und endothermen Löseprozesse auf Teilchenebene mithilfe entsprechender Informationsmaterialien und Animationen [4]</li> <li>- Erklärung der Funktionsweise einer Kältekompresse</li> <li>- Selbstbau einer Kältekompresse</li> </ul> <p>Mögliche Vertiefung: Lernaufgabe zur Funktionsweise von selbsterwärmenden Kaffeebechern [7, 8]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erklärung der Funktionsweise eines selbsterwärmenden Getränkebechers</li> <li>- Bewertung der selbsterwärmenden Getränkebecher unter ökologischen Gesichtspunkten</li> </ul>
--	---	--

#### Weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html">http://kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html</a>	Mithilfe des digitalen Chemiebaukastens können die Moleküle interaktiv gebaut werden. Dieses Programm ist browsergestützt.
2	<a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/5-">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/5-</a>	Lernzirkel zu den Erscheinungsformen und Stoffeigenschaften des

	<a href="#">6/V5-305.pdf</a>	Wassers (Oberflächenspannung, Löslichkeit, Dichteanomalie, elektrische Eigenschaften)
3	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/inhalt2.htm#wasser">http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/inhalt2.htm#wasser</a>	Homepage von Dr. Blume; Unterrichtsmaterialien zum Thema „Wasser und Leben“ mit vielen Experimenten zu den Wassereigenschaften
4	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm#">https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm#</a>	Internetseite der Chemie-Didaktik der Universität Wuppertal: Flashanimationen zu Wasser im Teilchenmodell und zur Erklärung der Stoffeigenschaften Oberflächenspannung, Löslichkeit, Dichteanomalie, Kristallbildung
5	<a href="https://www.chem2do.de/c2d/de/schulversuche/wechselwirkungen/playerseite_8.jsp?vidIndex=2">https://www.chem2do.de/c2d/de/schulversuche/wechselwirkungen/playerseite_8.jsp?vidIndex=2</a>	Animationen zu den zwischenmolekularen Wechselwirkungen (Van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrücken) der Firma Wacker (Zusatzmaterial zum Wacker-Siliconkoffer)
6	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/08_05.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/08_05.htm</a>	Homepage von Dr. Blume; experimentelle Untersuchung der Funktionsweise von Eispacks
7	<a href="https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=37&amp;unitId=120&amp;contentId=523#content_headline">https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=37&amp;unitId=120&amp;contentId=523#content_headline</a>	Lernaufgabe der Seite „Lebensnaher Chemieunterricht“ zu Hot Pots und Kühlpacks;
8	<a href="http://www.ps-chemieunterricht.de/wp-content/uploads/2014/10/Skript-Chemie-echt-cool-2011.pdf">http://www.ps-chemieunterricht.de/wp-content/uploads/2014/10/Skript-Chemie-echt-cool-2011.pdf</a>	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 (12 Ustd.)**

• Fragestellung	• Inhaltsfeld • Inhaltliche Schwerpunkte	• Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Welche Eigenschaften haben saure und alkalische Lösungen?	<b>IF9: Saure und alkalische Lösungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen</li> <li>- Ionen in sauren und alkalischen Lösungen</li> </ul>	UF3 Ordnung und Systematisierung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisieren chemischer Sachverhalte</li> </ul> E1 Problem und Fragestellung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizieren und Formulieren chemischer Fragestellungen</li> </ul> E4 Untersuchung und Experiment <ul style="list-style-type: none"> <li>• zielorientiertes Durchführen von Experimenten</li> </ul> E5 Auswertung und Schlussfolgerung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklären von Beobachtungen und Ziehen von Schlussfolgerungen</li> </ul>
<b>weitere Vereinbarungen</b>  <b>... zur Vernetzung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau Ionen ← UV 8.2</li> <li>• Strukturmodell Ammoniak-Molekül → UV 10.5</li> <li>• Wasser als Lösemittel, Wassermoleküle ← UV 10.1</li> <li>• Säuren und Basen als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren → UV 10.3</li> </ul>		
Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Welche Gemeinsamkeiten haben	die Eigenschaften von sauren und alkalischen	Kontext: Saure Lösungen in Alltag und Umwelt  Sammlung bekannter saurer Lösungen im Alltag und Umwelt, z. B.



	den pH-Wert einer Lösung bestimmen und die pH-Skala mithilfe von Verdünnungen ableiten (E4, E5, K1),	oder Universalindikator eingeführt.
<p><i>Wie lässt sich Salzsäure herstellen?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</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>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><i>Welche Gemeinsamkeiten haben alkalische Lösungen?</i></p> <p>(ca. 4 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"> <li>- Rohrreiniger [1]</li> <li>- Geschirrspülmittel</li> <li>- Kernseifenlauge</li> </ul> <p>Welche Eigenschaften haben die alkalischen Lösungen?</p> <p>Mögliche Experimente zur genaueren Untersuchung alkalischer Lösungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Versetzen von Natriumhydroxid-Lösung (Natronlauge), Calciumhydroxid-Lösung (Kalkwasser) mit Indikator-Lösung</li> <li>- elektr. Leitfähigkeit einer Natriumhydroxid-Schmelze [2]</li> </ul>

		<p>Auswertung führt zu Gemeinsamkeiten von alkalischen Lösungen: Verfärbung Indikator-Lösung, elektrische Leitfähigkeit, → Vorhandensein von hydratisierten Hydroxid-Ionen als Gemeinsamkeit der alkalischen Lösungen</p> <p>pH-Wert als kennzeichnende Größe einer alkalischen Lösung.</p> <p>Mögliche Vertiefung: Was sind pH-neutrale Körperpflegemittel? Recherche zum pH-Wert der Haut und Ermittlung des pH-Wertes geeigneter pH-neutraler Pflegeprodukte</p>
<p><i>Ist Ammoniak-Lösung eine saure oder alkalische Lösung?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</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: Bildet Ammoniak 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>

#### weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
-----	---------------------	---



1	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v190.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v190.htm</a>	<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	<a href="https://www.experimentas.de/experiments/view/2503">https://www.experimentas.de/experiments/view/2503</a>	<p>Untersuchung einer Natriumhydroxid-Schmelze auf elektr. Leitfähigkeit, auch als Schülerexperimente möglich</p>

### UV 10.3: Reaktionen von sauren mit alkalischen Lösungen (ca. 14 Ustd.)

<ul style="list-style-type: none"> <li>Fragestellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltsfeld</li> <li>Inhaltliche Schwerpunkte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</li> </ul>
<p><i>Wie reagieren saure und alkalische Lösungen miteinander?</i></p>	<p><b>IF9: Saure und alkalische Lösungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Neutralisation und Salzbildung</li> <li>- einfache stöchiometrische Berechnungen: Stoffmenge, Stoffmengenkonzentration</li> <li>- Protonenabgabe und -aufnahme an einfachen Beispielen</li> </ul>	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisieren chemischer Sachverhalte und Zuordnung zentraler chemischer Konzepte</li> </ul> <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulieren von überprüfbaren Hypothesen zur Klärung von chemischen Fragestellungen. Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung der Hypothesen</li> </ul> <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planen, Durchführen und Beobachten von Experimenten zur Beantwortung der Hypothesen</li> </ul> <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswerten von Beobachtungen in Bezug auf die Hypothesen und Ableiten von Zusammenhängen</li> </ul> <p>K3 Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sachgerechtes Präsentieren von chemischen Sachverhalten und Überlegungen in Form von kurzen Vorträgen unter Verwendung digitaler Medien</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen</b></p> <p><b>... zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saure und alkalische Lösungen ← UV 10.2</li> <li>• Verfahren der Titration → Q1</li> <li>• ausführliche Betrachtung des Säure-Base-Konzepts nach Brönsted → Q1</li> </ul>		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Was ist eine Neutralisation?</i></p> <p>(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>Möglicher 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>und experimentelle Überprüfung (z.B. Mischen gleicher Anteile Säure und Base gleicher Konzentration und Überprüfung mit einem Indikator).</p> <p>Darstellung der Vorgänge in einer Reaktionsgleichung und Interpretation nach der Säure-Base-Theorie nach Brönsted.</p> <p>Mögliche Vertiefung: Anfertigen eines Erklärvideos [1] zur Neutralisation auf Teilchenebene.</p>
<p><i>Woran kann es liegen, dass die Lösung nicht neutral wird?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1),</p> <p>Neutralisationsreaktionen und Salzbildungen erläutern (UF1),</p> <p>ausgehend von einfachen stöchiometrischen Berechnungen Hypothesen und Reaktionsgleichungen zur Neutralisation von sauren bzw. alkalischen Lösungen aufstellen und experimentell überprüfen (E3, E4).</p>	<p>Weiterführung: Quantitative Betrachtung der Neutralisation</p> <p>Zusammengeben verschiedener Volumina der oben angegebenen Lösung, vergleichende Experimente</p> <p>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)</p>

		<p>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 pH-Wertes in Richtung pH 7, Reaktionsprodukt Salz, Reaktionsprodukt Wasser), Reaktion von Malonsäure mit Kaliumhydroxid [2]</p>
--	--	---

**weiterführendes Material:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.digitale-medien.schule/erklaervideos.html">http://www.digitale-medien.schule/erklaervideos.html</a>	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. 4 Ustd.)

• Fragestellung	• Inhaltsfeld • Inhaltliche Schwerpunkte	• Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Wie geht man sachgerecht mit sauren und alkalischen Lösungen um?	<b>IF9: Saure und alkalische Lösungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen</li> <li>- Ionen in sauren und alkalischen Lösungen</li> <li>- Neutralisation und Salzbildung</li> </ul>	E4 Untersuchung und Experiment <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planen und Durchführen von Experimenten</li> </ul> E5 Auswertung und Schlussfolgerung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen</li> </ul> K2 Informationsverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtern von Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten und Analyse in Bezug auf ihre Qualität</li> </ul> B3 Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswählen von Handlungsoptionen nach Abschätzung der Folgen</li> </ul>
<b>weitere Vereinbarungen</b>  <b>... zur Vernetzung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saure und alkalische Lösungen ← UV 10.2</li> <li>• organische Säuren → EF, Q1</li> </ul>		
Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Wie verwendet man saure und alkalische Lösungen sicher in Alltag, Technik und Umwelt?  (ca. 4 Ustd.)	charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von	SuS wählen Projekte aus, recherchieren, ggfs. experimentieren, werten ihre Beobachtungen aus, entwickeln Reaktionsgleichungen und präsentieren ihre Ergebnisse  mögliche Projekte:

	<p>Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6),  beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen  Risiken und Nutzen abwägen und angemessene  Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3),  Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen  Lösungen in analogen und digitalen Medien kritisch  hinterfragen (B1, K2).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kann man mit Essig (Essigsäure-Lösung) Marmor-Flächen reinigen? (Reaktionen von Säuren mit Kalk)</li> <li>• Wie entsteht saurer Regen, welche Schäden richtet er an und wie kann man diese beheben bzw. vermeiden? (Saurer Regen, Luftverschmutzung)</li> <li>• Wie kann ich mit Essig (Essigsäure-Lösung) Wasserkocher entkalken? (Reaktion von Säuren mit Kalk, Entwicklung eines Entkalkers)</li> <li>• Warum ist Ammoniak für Düngemittel so bedeutend?</li> <li>• Was verursacht Karies?</li> </ul>
--	---	---

**UV 10.5: Alkane und Alkanole in Natur und Technik (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 können Alkane und Alkanole nachhaltig verwendet werden?</i></p>	<p><b>IF8:</b> Molekülverbindungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Katalysator</li> </ul> <p><b>IF10:</b> Organische Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole</li> <li>- zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte</li> <li>- Treibhauseffekt</li> </ul>	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisieren nach fachlichen Strukturen und Zuordnen zu zentralen chemischen Konzepten</li> </ul> <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretieren von Messdaten auf Grundlage von Hypothesen</li> <li>• Reflexion möglicher Fehler</li> </ul> <p>E6 Modelle und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklären chemischer Zusammenhänge mit Modellen</li> <li>• Reflektieren verschiedener Modelldarstellungen</li> </ul> <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysieren und Aufbereiten relevanter Messdaten</li> </ul> <p>K4 Argumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• faktenbasiertes Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen</li> </ul> <p>B4 Stellungnahme und Reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflektieren von Entscheidungen</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen</b></p> <p><b>... zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ausführliche Behandlung der Regeln der systematischen Nomenklatur → EF</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 sind fossile Treibstoffe aufgebaut?</i> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p>organische Molekülverbindungen aufgrund ihrer Eigenschaften in Stoffklassen einordnen (UF3), ausgewählte organische Verbindungen nach der systematischen Nomenklatur benennen (UF2), räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Modellen veranschaulichen (E6, K1), 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: 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"> <li>- Siedetemperaturen verschiedener Alkane und Alkanole [3] (Deutung der Unterschiede mit den van-der-Waals-Kräften [4] und Wasserstoffbrücken)</li> <li>- Löslichkeit in Wasser und in Öl (Unterscheidung der Stoffklassen aufgrund der Hydroxylgruppe in den Alkanolmolekülen → Wasserstoffbrücken)</li> </ul> <p>Räumliche Strukturen von Alkanen und Alkanolen (Molekülbaukasten, digitale Modelle [6, 7, 8])</p> <p>Nomenklatur der Alkane und Alkanole [7]</p>
<p><i>Was passiert bei der Verbrennung von fossilen und regenerativen Brennstoffen?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Treibhausgase und ihre Ursprünge beschreiben (UF1), Messdaten von Verbrennungsvorgängen fossiler und regenerativer Energierohstoffe digital beschaffen und vergleichen (E5, K2).</p>	<p>Qualitativer Nachweis von Kohlenstoffdioxid</p> <p>Internetrecherche und Berechnung der Kohlenstoffdioxidemission beim Einsatz des eigenen Treibstoffs in einem definierten Auto [10]</p>

<p><i>Kann man „Alkane“ auch künstlich herstellen?</i></p> <p>(4 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)</p> <p>Vor- und Nachteile der Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern unter ökologischen, ökonomischen und ethischen Gesichtspunkten diskutieren (B4, K4).</p>	<p>Kontext: Alternative zu fossilen Rohstoffen: „Methan aus Strom“ mittels „Power-to-Gas“ [17]</p> <p>Erarbeitung der Power-to-Gas-Technologie im Überblick mithilfe eines interaktiven Arbeitsblattes [18] (alternativ über ein Video [19])</p> <p>genauere Betrachtung der Verfahrensschritte:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Schritt: experimentelle Herstellung von Wasserstoff mithilfe einer Brennstoffzelle</li> <li>2. Schritt: Methanisierung (Reaktion von Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff) anhand eines Arbeitsblattes unter besonderer Berücksichtigung der Katalyse [19]; optional: Lehrerdemonstrationsexperiment zur Methanisierung [20]</li> </ol> <p>Podiumsdiskussion zum Einsatz von Power-to-Gas</p>
---	--	---

**weiterführendes Material:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.planet-schule.de/sf/filme-online.php?reihe=1413&amp;film=9765">https://www.planet-schule.de/sf/filme-online.php?reihe=1413&amp;film=9765</a>	<p>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.</p>

2	<a href="https://nrw.edupool.de/search?func=record&amp;standort=GT&amp;record=xfwu-5521276&amp;src=online">https://nrw.edupool.de/search?func=record&amp;standort=GT&amp;record=xfwu-5521276&amp;src=online</a>	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	<a href="https://degintu.dguv.de/experiments/19">https://degintu.dguv.de/experiments/19</a>	Versuchsvorschrift Bestimmung der Siedetemperatur von Flüssigkeiten
4	<a href="https://studyflix.de/elektrotechnik/van-der-waals-krafte-1561">https://studyflix.de/elektrotechnik/van-der-waals-krafte-1561</a>	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	<a href="https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l01a.pdf">https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l01a.pdf</a> <a href="https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l01b.pdf">https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l01b.pdf</a>	Versuchsvorschrift zur qualitativen Analyse von Brenngasen Versuchsvorschrift zur qualitativen Analyse von organischen Flüssigkeiten
6	<a href="https://kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html">https://kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html</a>	Mithilfe des browserfähigen digitalen Chemiebaukastens können 3D-Moleküle gebaut und visualisiert werden.
7	<a href="https://nomenklaturhelfer.de/index.html">https://nomenklaturhelfer.de/index.html</a>	eine App zur Nomenklatur (Quiz) und zur Darstellung einfacher organischer Verbindungen für Android und IOS (keine Freeware)
8	<a href="https://www.arvrinedu.com/single-post/AR-VR-Molecules-Editor-Day-11-31DaysofARVRinEDU">https://www.arvrinedu.com/single-post/AR-VR-Molecules-Editor-Day-11-31DaysofARVRinEDU</a>	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	<a href="https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l06a.pdf">https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l06a.pdf</a>	Versuchsvorschrift zur quantitativen Analyse des Wasserstoffanteils von Methan und Propan

10	<a href="https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l03.pdf">https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l03.pdf</a>	Versuchsvorschrift für die vereinfachte quantitative Elementaranalyse nach Rimschen. Hier wird die Liebig-Analyse so vereinfacht, dass nur das Reaktionsprodukt Wasser aufgefangen wird. Wenn die Substanz nur C, H und O enthält, kann der C-Anteil trotzdem berechnet werden.
11	<a href="https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l04.pdf">https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l04.pdf</a> oder <a href="https://www.jagemann-net.de/chemie/chemie11/kohlenstoffchemie/kohlenstoffchemie.php">https://www.jagemann-net.de/chemie/chemie11/kohlenstoffchemie/kohlenstoffchemie.php</a>	Versuchsvorschrift zur Bestimmung der Masse an Kohlenstoffdioxid bei der Oxidation eines flüssigen Treibstoffs (Ethanol, Heptan) mit Kupferoxid
12	<a href="http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernspiel%20zu%20Luftqualität%20Klimawandel%20Ozonloch.zip">http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernspiel%20zu%20Luftqualität%20Klimawandel%20Ozonloch.zip</a>	Mit dem Lernspiel können die SuS ihr Wissen zu Klimawandel, Kohlenstoffdioxidemission, Feinstaub und Ozonloch differenziert vernetzen.
13	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland">https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland</a>	Auf der Website des Umweltbundesamts findet man diverse Daten zu Treibhausgasemissionen einschließlich der deutschland- und europaweiten Entwicklung der Kohlenstoffdioxidemission.
14	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=fZKMAGB9o3M">https://www.youtube.com/watch?v=fZKMAGB9o3M</a>  <a href="https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Treibhausgase">https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Treibhausgase</a>	Anschauliches Erklärvideo des Treibhauseffekts. Eine studentische Arbeit im Rahmen des Seminars "Neue Medien in der naturwissenschaftlichen Bildung" im Sommersemester 2011.  Die Website des Wiki-Bildungsservers enthält viele weitere Informationen zu Treibhausgasen.
15	<a href="https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissionen-von-autos-zahlen-und-fakten-infografik">https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissionen-von-autos-zahlen-und-fakten-infografik</a>	Umfangreiche Datensammlung zu den Kohlenstoffdioxidemissionen in den verschiedenen Sektoren
16	<a href="http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/online_ergaenzung_mnu_bioe">http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/online_ergaenzung_mnu_bioe</a>	Mithilfe der Materialien zur Fachausschussmethode, mit der der Einsatz von Bioethanol als Substituent für fossile Treibstoffe gesellschaftskritisch

	<a href="#">thanol.pdf</a>	reflektiert und diskutiert werden kann, können die Bewertungskompetenzen der SuS geschult werden.
17a	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
17b	<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)
18	<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;
19	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)
20	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.



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

• <b>Fragestellung</b>	• <b>Inhaltsfelder</b> • <b>Inhaltliche Schwerpunkte</b>	• <b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</b>
<i>Warum werden bestimmte Kunststoffe im Alltag verwendet?</i>	<b>IF10:</b> Organische Chemie – Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe	UF 2 Auswahl und Anwendung <ul style="list-style-type: none"> <li>• zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen</li> </ul> B3 Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswählen von Handlungsoptionen durch Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für Natur, das Individuum und die Gesellschaft</li> </ul> B4 Stellungnahme und Reflexion <ul style="list-style-type: none"> <li>• argumentatives Vertreten von Bewertungen</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• faktenbasierte Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen</li> </ul>
<b>weitere Vereinbarungen</b>  <b>... zur Vernetzung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ausführliche Behandlung von Kunststoffsynthesen → Q2</li> <li>• Behandlung des Kohlenstoffkreislaufs → EF</li> </ul>		

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
---	--	--

<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),</p> <p>ausgewählte Eigenschaften von Kunststoffen auf deren makromolekulare Struktur zurückführen (E6).</p>	<p>möglicher Kontext: „Alltagsprodukte aus Kunststoffen“</p> <p>Beispiele aus dem Alltag (z. B. Im Schulrucksack)</p> <p>Entwicklung von Fragestellungen, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wie sind Kunststoffe aufgebaut?</li> <li>- Warum haben Kunststoffe unterschiedliche Eigenschaften?</li> <li>- Welche Alternativen gibt es zu Erdöl als Grundlage zur Herstellung von Kunststoffen?</li> <li>- Welche Möglichkeiten der Entsorgung bzw. des Recyclings von Kunststoffen gibt es?</li> </ul> <p>Untersuchen der-Eigenschaften (insbesondere Schmelzverhalten)</p> <p>Einteilung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere) [3] aufgrund deren Eigenschaften mit Bezug auf die Molekularstruktur</p>
<p><i>Wie lassen sich Kunststoffe recyceln?</i></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p>die Abfolge verschiedener Reaktionen in einem Stoffkreislauf erklären (UF4),</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>Aufgreifen der Fragestellung: Wie kann man Kunststoffe recyceln? [4, 5, 10]</p> <p>Erarbeitung und Bewertung der Recyclingverfahren (thermisch, biologisch, rohstofflich, usw. ...) [3, 6, 7, 8]</p>



**Weiterführendes Material:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie <a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/">http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/</a>	Übersicht über die vielseitige Verwendung von Kunststoffen rund ums Haus. Zusammenhang von Eigenschaften (inkl. Versuchsvorschriften) und Struktur.
2	<a href="http://kirste.userpage.fu-berlin.de/chemistry/kunststoffe/kennen.htm">http://kirste.userpage.fu-berlin.de/chemistry/kunststoffe/kennen.htm</a>	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 <a href="http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernbox%20Kunststoffe.pdf">http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernbox%20Kunststoffe.pdf</a>	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	<a href="https://www.greenpeace.de/themen/endlager-umwelt/plastikmuell">https://www.greenpeace.de/themen/endlager-umwelt/plastikmuell</a>	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	<a href="https://www.welt.de/print/welt_kompakt/article191572153/Ab-in-den-Kunststoff-Kreislauf.html">https://www.welt.de/print/welt_kompakt/article191572153/Ab-in-den-Kunststoff-Kreislauf.html</a>	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: <a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v126.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v126.htm</a>	Versuchsvorschrift zum Recycling von Kunststoffen durch Umschmelzen
7	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
8	<a href="https://www.seilnacht.com/Lexikon/k_umwelt.html">https://www.seilnacht.com/Lexikon/k_umwelt.html</a>	Anhand der Lebensläufe von zwei Joghurtbechern (biologisch abbaubar vs. erdölbasiert) wird die Kreislaufwirtschaft dargestellt.
9	Fonds der chemischen Industrie: Unterrichtsmaterial. Innovationen in der Chemie. (2018) <a href="https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2018-09-innovationen-chemie-textheft.pdf">https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2018-09-innovationen-chemie-textheft.pdf</a>	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.
10	<a href="https://schrotundkorn.de/lebumwelt/lesen/plastikmuell-meer-ozean.html">https://schrotundkorn.de/lebumwelt/lesen/plastikmuell-meer-ozean.html</a>	Vorstellung von Projekten gegen Plastikmüll im Meer
11	<a href="http://www.chemiedidaktik.uni-bremen.de/materialien.php">http://www.chemiedidaktik.uni-bremen.de/materialien.php</a> 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.